



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Die Drainage**

**Schewior, Georg**

**Leipzig, 1912**

17. Strangentfernung

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-97301](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-97301)

Strangentfernung	25 m:	rd 110 m,
„	30 m:	rd 95 m,
„	35 m:	rd 80 m.

Nach der „Schlesischen Anweisung“ darf, wenn auch die obigen Zusammenstellungen ein größeres Maß gestatten, die Länge der Sauger nicht über 150 m betragen. Hiernach ist die Lage der Sammler unter möglicher Berücksichtigung der Geländeverhältnisse anzuordnen. Nur ausnahmsweise sind Längen einzelner Saugedrains bis zu 200 m zulässig, wobei aber über 150 m hinaus eine größere Rohrweite Verwendung findet (siehe vorigen Abschn. S. 42).

### 16. Geringstes Gefälle der Sauger.

Das durch die Saugedrains dem Boden entzogene Wasser soll seiner Bestimmung gemäß den Sammlern zur Weiterbeförderung übermittelt werden. Dazu ist eine gewisse Neigung der Rohrleitung zu der horizontalen Ebene, das Gefälle, notwendig. Hierdurch wird das gesammelte Wasser vermöge seiner Schwere zum Fließen gebracht und in die Sammler entleert.

Der durch den Grundwasserstand ausgeübte Druck löst neben den Wasser- teilchen auch feine, abschlämbare Bestandteile und Sandkörnchen vom Boden los, die dem Wassertropfen folgend durch die Fugen in das Innere der Rohr- leitung gelangen und hier infolge ihrer Schwere zu Boden sinken. Bleiben diese Ablagerungen liegen, so wird die Leitung mit der Zeit verstopft und ge- stört. Um diesem Uebelstande von vornherein entgegenzutreten, muß die Leitung ein solches Gefälle erhalten, daß das in den Röhren fließende Wasser die Ab- lagerungen mit sich fortspült und dem Sammler zuführt, der seinerseits die Arbeit in gleicher Weise fortzusetzen und die Sinkstoffe zur Ausmündung zu tragen hat.

Ist die Gefahr der Verstopfung groß, wie z. B. bei Well- oder Trieb- sand, dann muß eine entsprechend reichlichere Geschwindigkeit gewählt werden.

Das Gefälle der Saugedrains ist daher so zu bemessen, daß in den Röhren bei voller Füllung eine sekundliche Wassergeschwindigkeit von 0,16 bis 0,20 m erreicht wird, bei Trieb- sand, Wellsand oder Schliefsand eine solche von wenigstens 0,35 m. Es entspricht dies einem Mindestgefälle von 0,25 m auf 100 m (0,25 %) bei gewöhnlichen Bodenarten, bei Trieb- oder Wellsand von 1,0 m auf 100 m Länge (1,0 %) unter Zugrundelegung einer Rohrweite von 4 cm Durchmesser.

Nach der „Schlesischen Anweisung“ ist bei Schliefsande usw. und bei eisenschüssigem Boden das Wasser mit tunlichst starkem Gefälle zum Ab- fluß zu bringen.

Im Hochmoorboden, wo die Gefahr des Verschlammens wegen der sperrigen Beschaffenheit des Untergrundes sehr gering ist, kann man das Gefälle wohl bis auf 0,20 und 0,15 % ermäßigen.

### 17. Strangentfernung.

a) **Strangentfernung im Kulturland.** Aus der Wirkung eines Drainstranges (s. Seite 29) ist ersichtlich, daß zwischen zwei Saugedrains der Grundwasser-

spiegel sich nicht zu horizontaler Lage absenkt, sondern von Rohr zu Rohr sich gewölbeartig einstellt (Fig. 47). Die Stärke der Wölbung hängt lediglich von dem Grade der Durchlässigkeit des Bodens ab. Sie wird um so geringer, je leichter oder durchlässiger, und um so stärker, je schwerer oder undurchlässiger der Boden ist.

Bei einer richtig ausgeführten Drainage muß sich das Grundwasser, insbesondere im Frühjahr, an allen Stellen so rasch und so tief absenken, daß die Felder rechtzeitig bestellt werden und nirgends schädliche Einwirkungen auf das Wachstum der Pflanzen eintreten können. Dieser Forderung wird Rechnung getragen, sobald entsprechend den allgemeinen örtlichen Verhältnissen, entsprechend den physikalischen Eigenschaften und der Zusammensetzung des Bodens und entsprechend der Tiefenlage der Drains die Entfernung der Saugstränge richtig gewählt wird. Dabei ist wohl zu beachten, daß mit Rücksicht auf die **Wirtschaftlichkeit** das Unternehmen mit **möglichst geringen Mitteln** durchgeführt wird.

a) Für die ersten in Deutschland ausgeführten Drainagen ist nach dem Vorgange von **Vincent** (1852) die Strangentfernung unmittelbar aus der Draintiefe, je nach der Bodenart verschieden, abgeleitet worden. Es wurde für gewöhnlichen Leimboden eine Entfernung gleich der 12fachen Tiefe, steigend bei leichteren Böden bis zur 25fachen Tiefe, und nur bei ganz schwerem Boden ein geringeres Maß gewählt. Bei der Normaltiefe von 1,25 m ergab sich hiernach eine Entfernung von 15 bis 31 m für mittleren bis leichten Boden.

Die Wechselbeziehung zwischen Tiefe und Entfernung wird besonders in England beachtet, wie die nachstehende vom **General Board of Health** in London angenommene Uebersicht zeigt, die eine sehr sorgfältige und weitgehende Abstufung der einzelnen Bodenarten auszeichnet.

Natur des Bodens	Strangentfernung in m	Tiefe der Drains in m
<b>1. Sehr dichte oder schwere Böden.</b>		
Zäher, sehr kompakter Ton . . . . .	4,57	} 0,76
Schwerer Ton . . . . .	5,03	
Lockerer Ton (argile friable) . . . . .	5,49	} 0,84
Milder Ton . . . . .	6,40	
<b>2. Mittelböden.</b>		
Toniger Leimboden . . . . .	6,71	} 0,92
Mergeliger Lehm . . . . .	7,32	
Grandiger Lehm . . . . .	8,23	} 0,99
Lockerer (leichter) Lehm . . . . .	9,15	
<b>3. Leichte Böden.</b>		
Grandiger leichter Lehm . . . . .	10,06	1,07
Mergeliger leichter Lehm . . . . .	10,98	1,14
Kieselerdehaltiger Lehm . . . . .	11,89	1,22

Natur des Bodens	Strangent- fernung in m	Tiefe der Drains in m
Sehr leichter Lehm . . . . .	12,81	} 1,22
Sandboden . . . . .	13,72	
Etwas grandiger Sand . . . . .	15,10	} 1,30
Sehr grandiger Sand . . . . .	16,78	
Grober Sand . . . . .	18,30	} 1,37
Sehr grober Sand . . . . .	20,13	

Die **Königl. Generalkommission** für die Provinz **Schlesien** hat schon im Jahre 1887 in ihrer „Instruktion für Draintechniker“ bei der Normaltiefe von 1,25 im Acker und 0,95 m auf Wiesen die Entfernungen festgesetzt:

für schwersten Tonboden . . . . . zu 2 — 2 $\frac{1}{2}$  Ruten = 7,50 — 9,42 m,  
für milderen Ton- und schweren Lehmboden zu 2 $\frac{1}{2}$  — 3 Ruten = 9,42 — 11,30 m,  
für Lehmboden . . . . . zu 3 — 4 Ruten = 11,30 — 15,06 m,  
für sandigen Lehmboden . . . . . zu 4 — 5 Ruten = 15,06 — 18,83 m,  
für Sandboden . . . . . zu 5 — 6 Ruten = 18,83 — 22,60 m.

Die nächste Auflage der genannten Instruktion, vom Jahre 1884, schreibt bei den gleichen Tiefen folgendes vor:

für schwersten Tonboden . . . . . 10 — 12 m,  
für milden Ton- und kräftigen Lehmboden 12 — 16 m,  
für sandigen Lehmboden . . . . . 16 — 20 m,  
für Sandboden . . . . . 20 — 24 m.

Bemerkenswert ist, daß in der zweiten Auflage die Entfernung für schwerste Tonböden von 7,5 m auf 10 m erhöht worden ist. In neuester Zeit kommt man wieder auf dieses Maß zurück, allerdings bei einer Draintiefe von 1,0 m.

Die drei neueren Auflagen der Instruktion, die unter dem schon angegebenen Titel „Anweisung für die Aufstellung und Ausführung von Drainage-Entwürfen“ von der Generalkommission der Provinz Schlesien in den Jahren 1893, 1899 und 1911 wiederholt bearbeitet ist, erweitern die Skala gleichlautend um zwei weitere Unterabteilungen. Wir entnehmen der letzten Herausgabe (1911) folgendes:

„Im allgemeinen lassen sich nach den bisherigen Erfahrungen bei den Normaltiefen von 1,25 m im Acker und 1,0 m in Wiesen und bei geringerem Gefälle des Geländes als 1 : 250 bis 1 : 300“ — also bei Anwendung der **Längsdrainage** — „folgende Entfernungen annehmen:

in mildem Sandboden . . . . . 24 — 30 m,  
in lehmigem Sandboden . . . . . 20 — 24 „  
in sandigem Lehmboden . . . . . 16 — 20 „  
in gewöhnlichem Sandboden mit Steinen . 14 — 16 „  
in schwerem Lehmboden . . . . . 12 — 14 „  
in schwerstem Tonboden . . . . . 10 — 12 „

Schliefsand, d. h. ganz feiner wasserhaltender Sand und stark eisen-schüssiger Boden erfordern eine kleine Strangentfernung, die in jedem Falle besonders festzusetzen ist.

Bei stärkerer Neigung des Geländes und schräg zum Hang gerichteten Saugern — also im Sinne der **Querdrainage** — „können obige Maße bis zu 20 % vergrößert werden“.

Hiernach würden unter Annahme der höchst zulässigen Erweiterung von 20 % folgende Abstände sich ergeben:

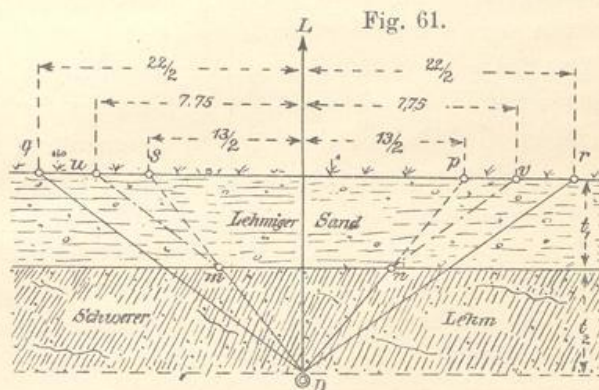
in mildem Sandboden . . . . .	29—36 m,
in lehmigem Sandboden . . . . .	24—29 „
in sandigem Lehmboden . . . . .	19—24 „
in gewöhnlichem Lehmboden mit Steinen	17—19 „
in schwerem Lehmboden . . . . .	14—17 „
in schwerstem Tonboden . . . . .	12—14 „

Die angeführte Anweisung fährt weiter fort:

„Bei verschieden geschichtetem Untergrunde muß die Entfernung nach dem Verhältnis der Stärke der einzelnen Schichten beurteilt und eine Durchschnittszahl angenommen werden (s. auch unten); finden sich die schweren Böden nur nesterweise, so können Zwischendrainen eingelegt werden. Für andere Bodenarten und Tiefen der Röhren werden die erforderlichen Maßnahmen in jedem Falle besonders zu begründen sein. In Rücksicht auf die durch die Strangentfernung bedingte Höhe der Kosten ist den Bodenunterführungen ganz besondere Aufmerksamkeit zu widmen und auf mindestens 5 ha zusammenhängende Fläche je eine Untersuchung bis zu der geringsten Tiefe von 1,5 m vorzunehmen.“

Für den obigen Fall, wo etwa zwei verschiedene Bodenschichten zur Beurteilung der Strangentfernung in Betracht kommen, wendet Oberingenieur Dr. Blauth in Lemberg ein einfaches graphisches Verfahren an\*).

In Fig. 61 bedeutet  $t_1$  und  $t_2$  die Stärke der beiden Schichten; bei D befindet sich das Drainrohr in einer Tiefe  $t_1 + t_2$ . Der Bodenbeschaffenheit entsprechend würde für die Schicht  $t_1$  eine Strangentfernung von 22 m und für  $t_2$  eine solche von 13 m erforderlich sein. Dr. Blauth setzt nun von der lotrechten DL aus die Punkte q und r, ferner s und p in Entfernungen von  $\frac{22}{2}$  bzw.  $\frac{13}{2}$  m ab, verbindet D mit q, r, s und p und zieht durch m und n zu q D und D r Parallele. Zwischen den Schnittpunkten u und v liegt die gesuchte mittlere Strangentfernung, hier  $u v = 15,5$  m.



\*) Friedrich, Kulturtechnischer Wasserbau. Verlag von Paul Parey, Berlin 1907.

β) Alle oben aufgeführten **Vorschläge** und **Vorschriften** haben den großen Nachteil, daß die zu bemessende Strangentfernung zu sehr von der bloßen Schätzung der mineralischen Zusammensetzung des Bodens abhängig gemacht wird und daher je nach der persönlichen Auffassung des betreffenden Technikers sehr verschieden ausfallen kann. Mit Rücksicht auf die Herstellungskosten, die bei dem andauernden Steigen der Material- und Arbeitspreise immer größer werden, bleibt es nicht gleichgültig, ob die Bestimmung der Drainerntfernung auf rein äußerlicher Beurteilung oder auf einer zuverlässigen Untersuchung des Bodens beruht.

Den Versuch eines genaueren Anhalts finden wir zum ersten Male in der Skala von **Waege**, der gleichfalls die Normaltiefe von 1,25 m voraussetzt. **Waege** geht aus von dem Gehalte des Bodens an feinen abschlämmbaren Teilen, da diese die Durchlässigkeit in erster Linie bedingen. Entsprechend seinen Untersuchungen gibt Waege nachstehende Tabelle 2 an:

**Tabelle 2.**  
Strangentfernung nach Waege.

Beschaffenheit des Bodens	abschlämmbare Teile %	Drainerntfernung in m
Tonboden . . . . .	über 50	9,5 — 11,3
Tonboden im Gebirge . .	„ 50	7,5 — 9,5
Lehmboden . . . . .	20—30	11,3—18
Lehmiger Sandboden . .	10—20	18 — 22,5
Grobkörniger Sand . . .	unter 10	22,5 — 36

Eine eingehendere Uebersicht nach abschlämmbaren Teilen hat **Gerhardt** in Voglers Grundlehren der Kulturtechnik, Verlag von Paul Parey, Berlin 1909, veröffentlicht, siehe Tabelle 3, Seite 49.

Die Einteilung des Bodens schließt sich derjenigen der „Schlesischen Anweisung“ an, auch stimmen die Strangentfernungen für die Längsdrainage überein, doch hat Gerhardt bei den schweren Böden eine weitere Klasse eingefügt. Auch er hält für stärker geneigtes Gelände, also bei der Anwendung der Querdrainage, eine größere Entfernung für zulässig als in ebenen Lagen mit geringem Gefälle, wo die Längsdrainage allein in Frage kommt.

Nach Gerhardt kann insbesondere eine Erweiterung der Drainerntfernung beim Vorkommen der „natürlichen Drainage“ eintreten, d. h. da, wo mehr oder minder wasserführende Bodenschichten auftreten, die gleichsam als Drains niederer Ordnung anzusehen sind.

Die Entfernung kann hier entsprechend den Grundsätzen der Querdrainage mit der Zunahme des Geländegefälles bis zu einer Grenze wachsen, die von den wasserführenden Schichten selbst bestimmt wird. Denn bei zu starker Neigung der Bodenoberfläche treten diese zutage, und die künstliche Drainanlage geht ihrer Mitwirkung verlustig. Hieraus folgt, daß von einer gewissen Neigung die Strangentfernung um so mehr abnehmen muß, je steiler das Gelände wird. Nach

Tabelle 3.  
Entfernung der Saugedrains nach Gerhardt.

1. In flachen Lagen bis 1:270 (Längsdrainage)	Be- mer- kung	2. In mittleren und steilen Lagen von mehr als 1:270 (Querdrainage)  bei geringer bis stärkerer Neigung des Geländes	Bemer- kung
In strengem Tonboden oder solchem mit über 75 % abschlämmbaren Teilen 8—10 m	Erweiterung zulässig beim Vorkommen natürlicher Drainage	8—12 m	Strangentfernung zunehmend mit der natürlichen Drainage, außerdem mit der Neigung des Geländes bis zu derjenigen Grenze, bei der die lotrechte Entfernung 0,5 m betragen würde; doch selten weniger als 12 m, nie weniger als 8 m, selbst im steilsten Hang.
In gewöhnlichem Tonboden oder solchem mit 75 bis 50 % abschlämmbaren Teilen 10—12 m		10—15 m	
In schwerem Lehmboden oder solchem mit 50 bis 40 % abschlämmbaren Teilen 12—14 m		12—18 m	
In gewöhnlichem Lehmboden oder solchem mit 40 bis 30 % abschlämmbaren Teilen 14—16 m		14—21 m	
In sandigem Lehmboden oder solchem mit 30 bis 20 % abschlämmbaren Teilen 16—20 m		17—25 m	
In lehmigem Sandboden oder solchem mit 20 bis 10 % abschlämmbaren Teilen 20—24 m		21—30 m	
In mildem Sandboden oder solchem mit 10 bis 5 % *) abschlämmbaren Teilen 24—30 m		25—35 m	

den Beobachtungen des Draintechnikers C. Heinze in Kletzko ist der Wechsel dort zu suchen, wo der lotrechte Abstand zweier benachbarten Saugedrains mehr als 0,5 m beträgt; doch hat sich gezeigt, daß geringere Strangentfernungen als 12 m selten, kleinere als 8 m fast nie erforderlich werden.

\*) Für Sandböden mit weniger als 5 % abschlämmbaren Teilen kann die systematische Drainage nicht mehr empfohlen werden. Solche Böden sind, wenn sie drainiert werden sollen, je nach Bedürfnis mit einzelnen Drainsträngen in weiter Lage zu durchziehen.

Schewior, Die Drainage.

Für einzelne schwierige Fälle fordert Kopecky\*) nicht nur die Ermittlung der feinen abschlämmbaren Teile, sondern auch die Kenntnis des tonigen Inhalts des Bodens, um auf Grund der so gewonnenen Doppelzahlen die Strangentfernung festzusetzen. Unter tonigen Teilen versteht Kopecky alle Bodenteilchen kalkiger und toniger Natur unter 0,002 mm Korngröße (s. S. 58).

Die Feststellung des Tongehalts wird von Kopecky mit Hilfe eines hierzu eigens zusammengesetzten Apparats\*) vorgenommen, der auch der Schlämmanalyse dient. Auf die Einrichtung der Vorrichtung kann hier nicht eingegangen werden.

Die Skala für die Dragentfernung nach Kopecky ist nachstehend in Tabelle 4 aufgeführt. Sie ist von Oberbaurat Canz in Württemberg eingeführt und den dortigen Verhältnissen mit Erfolg angepaßt worden.

Tabelle 4.  
Stragentfernung nach Kopecky.

Nr.	Untergrundbeschaffenheit (Dragentiefe = 1,30 m)	Gehalt an feinen abschlämmbaren Teilen, unter 0,01 mm Korngröße ‰	Gehalt an tonigen Teilen, unter 0,002 mm Korngröße ‰	Stragentfernung in m	Stragentfernung, in Vielfachen der Tiefe ausgedrückt
1	Schwere Ton- und Lettenböden	über 70	mehr als 55	8—9	7 mal so groß als die Tiefe
2	Feinsandige Tone (magere Tone und Tonmergelböden)	70—55	55—40	9—10	7,5 mal desgl.
3	Sandige und lehmige Tonböden	55—40	40—25	10—12	7,5 9 mal „
4	Festgelagerte Lehm Böden oder sandige, lehmig-tonige Bodenschichten	40—30	25—15	12—14	9—10,5 mal „
5	Merklich sandige oder feinsandige Lehm Böden	30—20	15—7	14—16	10—12 mal „
6	Stark sandige Lehm Böden, stark sandige oder humose Sandböden (über 5 ‰ Humus)	20—10	7—2	16—18	12—14 mal „
7	Schwach lehmige oder schwach humose Sandböden	unter 10	unter 2	18—20	14—15,5 mal „
8	Sand	—	—	20—24	—

Nach den Feststellungen von Kopecky\*\*) haben auf die Bindigkeit des Bodens noch andere Faktoren einen nicht unwesentlichen Einfluß.

Beträchtlicher Eisen- und Humusgehalt wirkt verzögernd auf die Tätigkeit der Drainage, während kalkreiche Böden die Entwässerung in ge-

\*) Siehe: „Die Bodenuntersuchung zum Zwecke der Drainagearbeiten“. Prag 1901.

\*\*) Referat 4, Sektion V des Obergeringieurs Kopecky auf dem internationalen landwirtschaftlichen Kongreß zu Wien.

wissem Sinne begünstigen. Es kann also in letzterem Falle die Strangentfernung etwas größer genommen werden als bei kalkarmen Böden bei sonst gleicher mechanischer Zusammensetzung. Das rührt daher, daß infolge der stärker einsetzenden Verwitterung die Vegetationsschicht vertieft und dadurch die Wirkung der Drainage unterstützt wird.

Die zulässige Vergrößerung der Strangentfernung bei Anwesenheit von Kalk bestätigt auch Krüger\*), der folgende sich bewährte Angaben macht:

bei 15 %	kohlensaurem Kalk	Vergrößerung	um	0,5 m,
bei 30 %	„	„	„	1,0 m,
bei 50 %	„	„	„	2,0 m,
bei 70 %	„	„	„	2,5 m.

Die Eisenverbindungen dagegen verkitten die lehmigen und tonigen, ferner auch sandigen Bestandteile zu einer festen Masse und drücken dadurch den Grad der Durchlässigkeit des Bodens wesentlich herab. Es ist daher notwendig, die Drainerntfernung, sobald ein größerer Eisengehalt vorliegt, um 1 bis 2 m zu verringern.

Ferner erschwert der Humusgehalt im nassen Boden infolge seiner hohen Wasserkapazität die rechtzeitige Absenkung des Grundwassers, so daß auch hier eine engere Lage der Drains geboten erscheint. Ein zu großer Humusgehalt kann sogar zwingen, bei sandigen Böden eine Drainage einzuführen, um die Einwirkung schädlicher Humussäuren zu verhindern, obwohl eine Entwässerungsbedürftigkeit nicht vorliegt.

γ) Auch die Schlämmanalyse läßt es **zweifelhaft** erscheinen, ob auf Grund ihrer Ergebnisse ein sicherer Schluß auf die Bindigkeit und Durchlässigkeit des Bodens gezogen werden kann. So hat Spöttle\*\*) eine große Anzahl drainierter Böden aus allen Formationen im Königreich Bayern schlämmanalysisch untersuchen lassen, ohne eine Gesetzmäßigkeit hinsichtlich des Zusammenhanges zwischen dem Gehalt an abschlämmbaren Teilen und der Strangentfernung finden zu können. Ferner haben umfangreiche Durchlässigkeitsversuche, die Breitenbach\*\*\*) an drainierten Böden vorgenommen hat, gezeigt, daß der vorbeschriebene Weg die maßgebenden Eigenschaften des Bodens zur Bestimmung der Strangentfernung nicht zuverlässig genug kennzeichnet.

Einen sehr bemerkenswerten Beitrag zur Lösung der Drainerntfernung hat neuerdings **Breitenbach** in seiner Schrift: „Die Bestimmung der Drainerntfernung auf Grund der Hygroskopizität des Bodens“, Verlag von R. Leupold, Königsberg i. Pr. 1911, geliefert.

Breitenbach benutzt die von Prof. Dr. E. H. Mitscherlich†) eingeführte Methode, den physikalischen Charakter eines Bodens auf Grund der Bodenoberfläche zu bestimmen.

Nach Mitscherlich ist unter Bodenoberfläche die Gesamtoberfläche aller Bodenteilchen zu verstehen. An dieser Bodenoberfläche, die identisch

\*) Jahrbuch der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft. 1910. S. 121.

\*\*) Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften, Leipzig 1903, Bd. VII, S. 134.

\*\*\*) Siehe Anmerkung S. 37.

†) Bodenkunde für Land- und Forstwirte. Berlin 1905.

ist mit der Oberfläche des Hohlraumvolumens, spielen sich alle Vorgänge im Boden ab, wie die kapillare Wasserbewegung, die Aneinanderlagerung der festen Bestandteile, die chemischen und physikalischen Ab- und Adsorptionen, die kolloidalen und chemischen Umsetzungen und alle physiologischen Vorgänge.

An einer großen Reihe drainierter Böden hat nun Breitenbach die Bodenoberfläche ermittelt, wobei er die von Mitscherlich angegebene Bestimmung der Hygroskopizität anwendete. Unter Hygroskopizität ist die Wassermenge gemeint, die der Boden enthält, wenn sämtliche Bodenteilchen mit einer Molekülschicht Wasser bedeckt sind. Der Boden hat in absolut trockenem Zustande die Eigenschaft, infolge der Molekularkräfte Wassermoleküle anzuziehen, bis die Oberfläche sämtlicher Bodenteilchen mit Wasser benetzt ist. Es ist also die Hygroskopizität eine der Gesamtoberfläche proportionale Größe und der Kenntnis der letzteren praktisch gleichbedeutend.

In der genannten Schrift hat Breitenbach sowohl die in kulturtechnischen Kreisen noch wenig bekannte Methode der Untersuchung als auch die Ergebnisse seiner Forschung in anschaulichster Weise wiedergegeben. Er kommt zu dem Resultat, daß für jede beliebige Hygroskopizität  $w$  sich die Strangentfernung  $d$  ergibt nach der Formel:

$$d = \frac{1,6211 - \log w}{0,055}$$

Darnach sind — **Mineralböden** vorausgesetzt — folgende Strangentfernungen bei Bodenarten nachstehender Hygroskopizität erforderlich:

**Tabelle 5.**  
Strangentfernung nach Breitenbach.

Entfernung der Drains in m	bei einer Hygroskopi- zität von ‰	Entfernung der Drains in m	bei einer Hygroskopi- zität von ‰	Entfernung der Drains in m	bei einer Hygroskopi- zität von ‰
5	22,20	12	9,14	20	3,32
6	19,55	13	8,06	21	2,93
7	17,22	14	7,10	22	2,58
7,5	16,17	15	6,25	24	2,00
8	15,18	16	5,51	25	1,76
9	13,37	17	4,85	26	1,95
10	11,78	18	4,28	28	1,21
11	10,38	19	3,77	30	0,94

Auf **Moorböden** sind die obigen Untersuchungen nicht ausgedehnt worden. Nach Breitenbach\*) würde aber auch hier die Bodenoberfläche bzw. Hygroskopizität gute Dienste leisten, doch ist dazu die Bestimmung der äußeren Bodenoberfläche erforderlich. Für diesen Fall hat Mitscherlich\*\*) gleichfalls eine Methode ausgearbeitet, wenn auch weniger genau, wie die der Hygroskopizität.

\*) S. a. a. O., Anm. S. 51.

\*\*) Landwirtschaftliche Jahrbücher. Berlin 1911. S. 645 usw.

Dank der umfangreichen Arbeiten und Forschungen der verschiedenen Moorversuchsstationen liegen bereits so viele praktische Erfahrungen vor, daß für Moorkulturen eine ziemlich sichere Grundlage zur Bemessung der zweckmäßigsten Strangentfernung gegeben ist. Der Abstand der Drains ist hier verschieden je nach der Art des Moorgrundes, ob Hochmoor oder Niederungsmoor, der Kultur, ob Garten- oder Ackerland, Wiese oder Weide, und je nach der Beschaffenheit des betreffenden Moores und bewegt sich in den Grenzen von 10 bis 25 m. Da in der Regel vor Inangriffnahme einer Moorkultur zur Erkundung der einzuschlagenden Melioration und zur Feststellung des Düngbedürfnisses Bodenproben an eine Moorversuchsstation — die bedeutendste ist in Bremen — gesandt werden, wird diese Stelle im Einzelfalle über die zweckmäßigste Strangentfernung und auch Draintiefe, wie schon Seite 38 gesagt ist, beratende Auskunft erteilen.

δ) Neben den **physikalischen Eigenschaften** des Bodens kommen vielfach noch äußere Umstände in Betracht, die einen nicht unwesentlichen Einfluß auf die Wahl der Strangentfernung haben.

In Gegenden mit reichen Niederschlägen sind die Stränge unter sonst gleichen Verhältnissen näher zusammenzulegen als in regenarmen Landstrichen. Das gleiche gilt für Lagen, die auf der Regenseite oder am Nordhange eines Höhenzuges liegen. Auch bei sonstigen klimatischen Verhältnissen kann eine kleinere Entfernung zutreffender sein gegenüber Gebieten, die in dieser Hinsicht eine günstigere Lage zeigen. Für raube Lagen und Gebirge mit schweren Böden, langen Wintern und kurzer Vegetationszeit werden enge Strangentfernungen bei geringer Draintiefe (s. a. S. 37) stets wirksamer sein, als wenn der Entwässerungsbereich trotz größerer Einschnittstiefe der Drains weiter ist.

Daß die Strangentfernung bei stärkerer Neigung des Geländes größer ausfallen kann als bei geringem Gefälle ist bereits auf Seite 48 usw. (siehe auch die Tabellen auf Seite 46, 47 u. 49) aus der Anordnung der Stranglage usw. näher begründet worden. Das Oberflächengefälle spielt aber noch für den oberirdischen Abfluß eine gewisse Rolle. Je größer dasselbe ist, desto geringer ist — wenigstens bei leichteren Böden — die versickernde und abzuführende Wassermenge, und deshalb wird man hier auch aus diesem Grunde die Drains mehr auseinanderlegen dürfen. Auf schweren Böden ist der Einfluß des Gefälles geringer anzuschlagen.

Sind Ländereien zeitweise dem Zutritt fremden Wassers, z. B. Höhenwasser oder einer Ueberschwemmung durch einen Fluß, ausgesetzt, so sind die Flächen enger zu drainieren als Felder, die von derartigen Verhältnissen nicht berührt werden.

Nicht außer acht zu lassen ist schließlich die Bewegung des Grundwassers. Pflügt dieses in größerer Menge hochzusteigen, so erscheint, falls keine Aussicht besteht, durch eine größere Draintiefe (s. a. Seite 38) das Uebel zu beseitigen, eine enge Anordnung der Saugedrains geboten.

Soll in Gegenden drainiert werden, in denen noch keine Erfahrungen über die günstigsten Entfernungen der Drainstränge in bestimmten Bodenarten gemacht werden konnten, so empfiehlt Spöttle a. a. O., vor Ausführung einer großen

Drainage, wenn tunlich, ein paar Versuchsstränge zu legen und zwischen ihnen den Grundwasserstand eine Zeitlang, insbesondere aber während des Frühjahrs, zu beobachten und nach dem Ergebnis dieser Beobachtungen die gewählte Strangentfernung zu korrigieren, wobei aber sowohl der Witterungscharakter des Beobachtungsjahres und die Anbauweise der Felder, wie auch die Tatsache zu beachten ist, daß auch die schwersten Böden nach dem Drainieren im Laufe der Jahre durchlässiger werden (s. a. S. 30).

**b) Strangentfernung bei besonderen Maßnahmen.** Gilt die Drainage besonderen Maßnahmen, so richtet sich die Strangentfernung nach dem vorliegenden Zwecke.

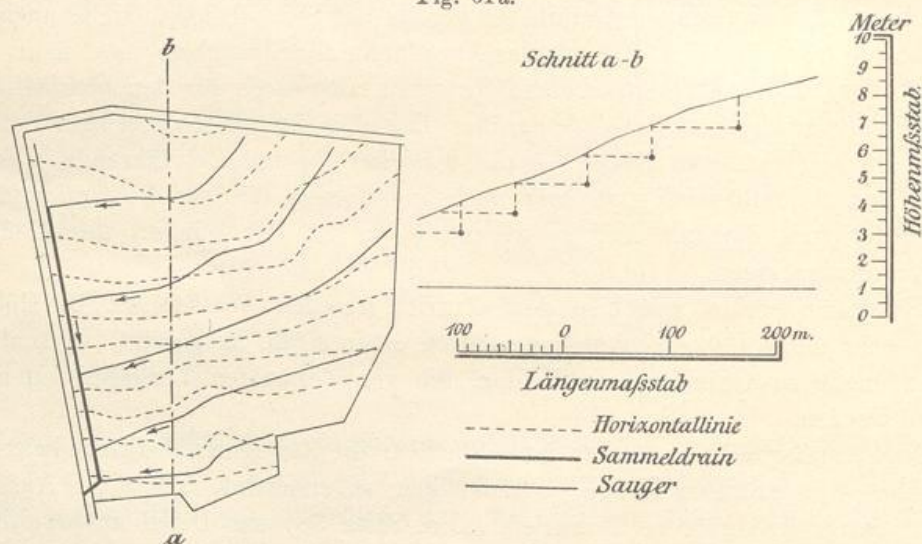
Auf Rieselfeldern, wo es darauf ankommt, die Schmutzwässer in kurzer Zeit durch die filtrierende Bodenschicht zum Abfluß zu bringen, werden die Saugstränge (bei 4 bis 5 cm Lichtweite) trotz der erheblichen Tiefe (s. S. 38 usw.) und trotz der für den fraglichen Zweck erforderlichen leichteren Bodenarten nur etwa 8 bis 10 m auseinandergelegt. Die Staubecken, die hier zur zeitweisen Aufspeicherung der überflüssigen Abwässer dienen, werden mit 8 bis 10 cm weiten Röhren sogar nur mit einer Strangentfernung von 4 bis 5 m drainiert, um eine möglichst rasche Absenkung des Wassers herbeizuführen.

Auch bei der Bodenfiltration nach Dünkelberg (s. S. 39) wird der gegenseitige Abstand der 8 cm weiten Sauger zu 4 m angegeben.

Für drainierte Rieselwiesen (s. Abschnitt 40) und Petersensche Wiesen (s. Abschnitt 40), wo nur schwerere Böden in Frage kommen, werden die Sauger 8 bis 10 m auseinandergelegt.

**c) Strangentfernung nach Wöldicke\*).** Einen eigenen Weg ging Wöldicke, Landeskulturinspektor in Livland und Estland. Er bestimmte die Strangent-

Fig. 61a.



fernung in der Weise, daß er die Lage der Drains, die als Querdrains wirken, nicht, wie üblich, nach dem horizontalen, sondern nach dem vertikalen

\*) Siehe: Der Kulturtechniker, Jahrgang 1907, Seite 244.

Abstände festlegte (Fig. 61a). Wöldicke nannte seine Bauweise die „ökonomische Drainage“. Sie verdient auch, was die Wohlfeilheit der Herstellung betrifft, diesen Namen, denn die Kosten betragen, weil die Strangabstände 25 bis 50 m, auch wohl 60 bis 100 groß waren, nur ein Viertel bis zur Hälfte der bisherigen Aufwendungen. Das kam daher, daß man die Drains, wenn man einen Schnitt durch die Anlage legt (s. Fig. 61 a rechts oben), stufenförmig anlegte in der Art, daß da, wo die von einer Drainsoble ausgehende Horizontallinie die Terrainoberfläche schneidet, ein neuer Drain angelegt wurde. Diese Anordnung der Stränge ist natürlich nur innerhalb gewisser Grenzen richtig, da einerseits mit zunehmendem Gefälle eine noch größere Dichtigkeit des Drains erforderlich sein würde, als erfahrungsgemäß notwendig ist (s. S. 49), und andererseits bei abnehmendem Gefälle die Wirkung unendlich weit reichen müßte.

Man hat später die baltischen Drainagen mit der systematischen Querdrainage kombiniert, wobei die Kosten immer noch 20 % geringer ausfielen als bei der gewöhnlichen Querdrainage.

### 18. Entnahme und mechanische Untersuchung der Bodenproben.

a) Entnahme der Bodenproben. Mit der örtlichen Entnahme der zu untersuchenden **Bodenproben** ist zugleich die Ermittlung der Bodenart, der

Fig. 62.

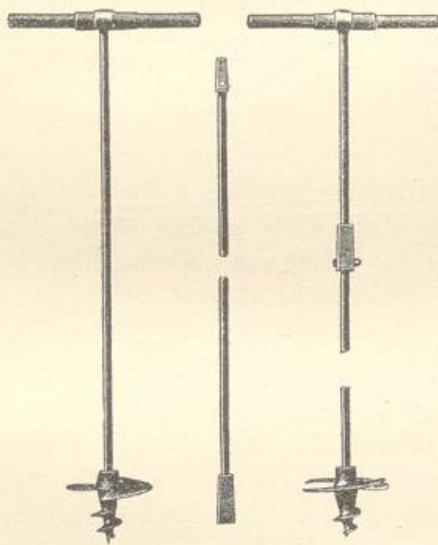


Fig. 63.



Fig. 64.



Fig. 65.

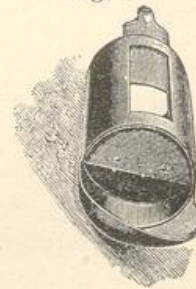
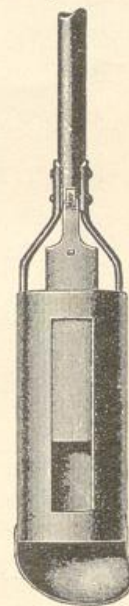


Fig. 66.



Mächtigkeit der Ackerkrume, der Lagerungsverhältnisse der verschiedenen Schichten und der Bewegung des Grundwassers zu verbinden. Es erscheint deshalb vorteilhaft, die Erdproben nicht mittels eines Bohrers, sondern wenigstens in den meisten Fällen durch Aufgraben des Bodens zu entnehmen.

Sofern Bohrer gewählt werden, ist der in Fig. 62 dargestellte Erdbohrer zu empfehlen. Er ist auch in etwas hartem Boden mit Leichtigkeit zu handhaben.