SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C. Avhandlingar och uppsatser. N:O 371.

ÅRSBOK 25 (1931) N:O 4.

KULTURTECHNISCHE GRUNDWASSER-FORSCHUNGEN

VON

HERMAN FLODKVIST

Pris 5 kr.

STOCKHOLM 1931
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
311544

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C. Avhandlingar och uppsatser. N:o 371.

ÅRSBOK 25 (1931) N:o 4.

KULTURTECHNISCHE GRUNDWASSER-FORSCHUNGEN

VON

HERMAN FLODKVIST

STOCKHOLM 1931
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
311544

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 4

ABTEILUNG I.

Der Grundwasserabfluss aus Dränsystemen.

1. *Geschichtliche Übersicht über die Berechnung der Grösse des Dränwasserabflusses* 9
2. *Umfang und Ausführung der Versuche* 14
   Das Wasser im Boden. Definition 14
   A. Messung des Dränwasserabflusses 15
   B. Messung des Niederschlages 22
   C. Das Bodengefälle und dessen Einwirkung auf die Grösse des Dränwasserabflusses . 23
   D. Die Verdunstung 23
   E. Die Durchlässigkeit des Bodens 24
      a. Bodenartbestimmung 24
      b. Durchlässigkeitsversuche 31
   F. Allgemeine Anforderungen an die Versuchsfelder 34
   G. Der Auftrag der Observatoren 36
3. *Die Versuchsfelder und Versuchsresultate* 37
   A. Das Versuchsfeld auf Lind 37
   B. Das Versuchsfeld auf Fjugesta 107
   C. Das Versuchsfeld auf Tolvsbörd 125
   D. Das Versuchsfeld auf Mosås 143
   E. Das Versuchsfeld auf Ålsta 163
   F. Zusammenfassung der Resultate der Abflussmessungen 184
      a. Die Faktoren: α. Niederschlag, β. Bodengefälle, γ. Verdunstung und δ. Durchlässigkeit (Bodenart) 184
      b. Die durch Dränsysteme abzuleitende Wassermenge 199
4. *Genauigkeit des Versuchsmaterials* 202
   A. Über den Wert der Fehlertheorie in der Landwirtschaftsforschung 202
   B. Diskussion der Fehlertheorie, besonders des mittleren und des durchschnittlichen Fehlers, im Anschluss an die vorliegenden Beobachtungen, d. h. Wassermessungen 204
   C. Genauigkeitsgrad des Versuchsmaterials 213

ABTEILUNG II.

Bewegung des Grundwassers, besonders in dräniertem Boden.

1. *Theoretische Herleitung der Bewegung des Grundwassers in undräniertem Boden* 221
2. *Theoretische Herleitung der Bewegung des Grundwassers in dräniertem Boden* 229
3. *Eine »allgemeine Regel« für die Bewegung des Grundwassers in dräniertem Boden, nach Untersuchungen des Verfassers* 239
   Zusammenfassung der Resultate der Durchlässigkeitsversuche 273

ABTEILUNG III.

Schlussfolgerungen, auf die Versuchsresultate des Verfassers gegründet.

Seite

1. *In der Kulturtechnik sind zwei Arten von Grundwasser zu unterscheiden* 283
2. *Neue Theorie der Querdränung* 289
3. *Berechnung der Dränrohrweite* 295
4. *Berechnung der Dränwassermenge in Prozent des Niederschlags* 302
5. *Der Boden, auf welchem die Rentabilität der Dränung relativ am grössten ist* 306

Literaturverzeichnis 311

Einleitung.

Schweden umfasst ein Totalareal von 448 438.78 km². Von dieser Fläche bestehen 410 539.93 km² aus Land und 37 898.85 km² aus Wasser. Der Ackerboden umfasst 38 137.08 km² = 3 813 708 ha, also ungef. 9 % der Landfläche (Statistisk årsbok för Sverige 1930).

Mitte des 19. Jahrhunderts, etwas früher im südlichen, etwas später im mittleren und nördlichen Schweden, wurde Entwässerung mit gedeckten Abzügen in nennenswertem Umfang eingeführt. Seit dieser Zeit ist die Dränung soweit vorgeschritten, dass das dränierte Ackerareal eine Fläche von ungef. 993 000 ha erreicht, oder 26 % des ganzen Ackerareals (im Jahre 1920); hierin ist jedoch nicht nur Dränung mit Ziegelmaterial eingerechnet, sondern auch diejenige mit Stein- und Holzmaterial, welche besonders beim Anfang der Dränung in nicht geringem Umfange ausgeführt wurde.

Eine Angabe über die Grösse des gegenwärtig jährlich mit Ziegelröhren dränierten Areals wird in Schwedens offizieller Statistik nicht gegeben. Mit Hilfe der statistischen Angaben über die Jahresproduktion von Dränröhren habe ich (1922) diese Fläche auf ungefähr 15 000 ha berechnet; Wiederholung der Dränung auf früher dränierten Gebieten eingerechnet.

Wenn man die Unkosten für Dränung auf Mineralboden — die Unkosten für Vorfluten einbegriffen — im Durchschnitt auf 350 schwedische Kronen pro hektar rechnet, erreichen die jährlichen Unkosten für die Dränung in Schweden gegenwärtig die Höhe von 5 1/4 Millionen Kronen.

Eine Berechnung darüber, eine wie grosse Fläche, aus Pflanzenbaugesichtspunkten und in ökonomischer Beziehung jährlich dräniert werden sollte, erfordert Kenntnis

einmal darüber, wie gross der Teil des Ackerbodens ist, welcher Dränung erfordert,

zum andern darüber, wie lange Zeit durchschnittlich eine Dränung vorhält.

Über diese Faktoren liegen in Schweden keine Untersuchungen vor. Um annähernd die Grösse des Ackerareals angeben zu können, welches jährlich

dräniert werden sollte, dürfte man die Fläche, auf welcher Dränung erforderlich ist, auf ungefähr zwei Drittel des Ackerareals schätzen können, 2/3 von 3 800 000 ha sind ungefähr 2 533 000 ha. Die durchschnittliche Dauerhaftigkeit der Dränung kann man wohl auf 60 Jahre veranschlagen.

Unter diesen Voraussetzungen kommt man zu dem Resultat, dass in Schweden für die Unterhaltung des bereits dränierten Ackerbodens jährlich eine Summe von 14 Millionen Kronen erforderlich ist. Mit anderen Worten ausgedrückt: es muss jährlich auf 40 000 ha die Dränage erneuert werden.

Zweifellos ist die Dränung des Ackerbodens in Schweden eine Massnahme von allergrösster Bedeutung. Es ist nicht nur für die einzelnen Landwirte in privatökonomischer Hinsicht, sondern auch in nationalökonomischer Beziehung von grossem Wert, dass die Arbeit aus pflanzenphysiologischen Gründen und in ökonomischer Hinsicht so zweckmässig wie möglich ausgeführt wird. —

Als Leiter der Abteilung für Kulturtechnik, besonders Dränung, der Landwirtschaftskammer im Bezirk Örebro seit 1914 ist mir klar geworden, dass gewisse Gebiete der Kulturtechnik nicht auf wissenschaftlichem Grunde ruhen. Verschiedene Regeln, Formeln und Verfahren in der Kulturtechnik stützen sich auf Annahmen und theoretische Berechnungen, ohne dass deren Richtigkeit auf experimentellem Wege bestätigt worden ist.

Mit Rücksicht auf die grosse Bedeutung, welche eine Klarlegung, oder ein Beitrag zur Klarlegung, einiger der unaufgeklärten Fragen für die schwedische Landwirtschaft besitzen würde, reichte ich im Jahre 1921 bei der Landwirtschaftskammer ein Gesuch um Unterstützung einer „Landwirtschaftshydrologischen Versuchstätigkeit" ein. Dieses Gesuch wurde genehmigt und der Verwaltungsausschuss beauftragte mich, diese zu leiten. Seit der Zeit ist jährlich eine Summe zu dieser Versuchstätigkeit bewilligt worden, welche hydrographische und hydrologische Untersuchungen, sowie Bestimmungen der Ernteerträge auf dräniertem Boden umfasste.

Die kulturtechnischen Grundwasserforschungen, deren Ausführung und Resultate im folgenden dargelegt werden, bilden ein Glied in dieser von der Landwirtschaftskammer Örebro betriebenen Landwirtschaftshydrologischen Versuchstätigkeit.

Vorliegende Untersuchung umfasste, als sie 1. März 1921 von mir begonnen wurde, zunächst die Erforschung des „Grundwasserabflusses aus Dränsystemen". Sie wurde zuerst nur auf einem Felde angefangen, nämlich auf dem Versuchsfeld *Lind*, und ist daselbst durch Messungen des Abflusses in einem Zeitintervall von 24 Stunden bis zum 30. 6. 1929, mit Ausnahme des Jahres 1923, fortgesetzt worden. Während der Zeit 1. 4. 1927—31. 11. 1929 wurden tägliche Abflussmessungen auf dem Versuchsfelde *Fjugesta* ausgeführt, während der Zeit 1. 7. 1927—31. 11. 1929 auf dem Versuchsfeld *Tolvsbörd* und vom 1. 7. 1926 bis 30. 6. 1929 auf den Versuchsfeldern *Mosås* und *Ålsta* (Abb. 1).

Die täglichen Dränwassermessungen umfassten also folgende Zeiten:

Lind	7	Jahre	4	Monate
Fjugesta	2	»	8	»
Tolvsbörd	2	»	5	»
Mosås	3	»	—	»
Ålsta	3	»	—	»

Während gewisser kürzerer Zeiten wurden Abflussmessungen mit einem Zeitintervall von nur einer Stunde ausgeführt.

Der Bericht über die Untersuchungen des Dränwasserabflusses wird in Abt. I wiedergegeben.

Bei Bestimmung der Bodenart der Versuchsfelder habe ich die Untersuchungsmethoden angewendet, welche von dem Unterausschuss für kulturtechnische Bodenuntersuchung befürwortet werden (Rothe 1928). Näherer Bericht hierüber wird in folgendem erstattet.

Ausserdem habe ich aber auf sämtlichen Feldern und auf einem weiteren, in gewisser Beziehung repräsentativen Felde, dem *Karlslundfelde*, die Durchlässigkeit des Bodens mittels Durchlässigkeitsuntersuchungen bestimmt.

Hierbei fand ich eine „allgemeine Regel", die bei der Bewegung des Grundwassers in dräniertem Boden unter gewissen Verhältnissen zu beachten ist, und welche, so viel ich weiss, vorher nicht experimentell nachgewiesen worden ist. Der Bericht über diese Durchlässigkeitsbestimmungen und deren Resultate erhielten so grossen Umfang, dass ich es für richtig erachtete, sie in einer besonderen Abteilung zusammenzufassen, nämlich in Abt. II, welche die Überschrift erhielt:

„Bewegung des Grundwassers, besonders in dräniertem Boden".

Abteilung III umfasst, wie die Überschrift angibt: „Schlussfolgerungen, auf die Versuchsresultate des Verfassers gegründet". In dieser Abteilung werden eine Anzahl kulturtechnischer und hydrologischer Fragen verschiedener Art behandelt, welche deswegen alle in logischer Beziehung zu der Darstellung in den zwei vorhergehenden Abteilungen stehen, weil sich die behandelten Fragen sämtlich, ganz oder teilweise, auf Resultate von Abfluss- und Durchlässigkeitsbestimmungen auf den Versuchsfeldern gründen, wenn auch in einigen Fällen die Schlussfolgerungen, wie in den Berichten näher angegeben wird, sich ausserdem noch auf von mir bei meiner Arbeit für die Entwässerung des Ackerbodens in der Natur angestellte Beobachtungen stützen. —

Wo in dieser Abhandlung Äusserungen von anderen Verfassern angeführt worden sind, ist in Klammern der Name des Verfassers und die Jahreszahl der Veröffentlichung angegeben, die sich auf das Literaturverzeichnis beziehen. —

Es ist mir eine angenehme Pflicht, hier meinen Dank denjenigen Personen auszusprechen, von denen ich in meinen wissenschaftlichen Studien Leitung und Unterstützung erhalten habe.

Meinen Lehrern während der Studien in Königsberg, Herrn Professor Dr. J. Rothe, Herrn Professor Dr. E. A. Mitscherlich und Herrn Professor Dr. E. Przybyllok, bin ich für hochgeschätzten Unterricht, Besprechungen und Ratschläge zu grossem Dank verpflichtet. Meinen besten Dank auch den Herren Dr. F. Dühring und Dr. G. Fox.

Die Unterstützung der hydrologischen Versuche und meiner Studien durch den schwedischen Staat verdanke ich dem damaligen, jetzt verstorbenen Chef des Landwirtschaftsminsteriums, Herrn Professor Dr. P. Hellström, und dem jetzigen Chef Herrn Staatsrat B. von Stockenström, gleichzeitig auch dem Chef der Königlichen Landwirtschaftsbehörde des Ministeriums, Herrn Generaldirektor E. Insulander, dem Chef des Kulturtechnischen Büros, Herrn O. Fredholm, und dem Chef des Landwirtschaftsbüros, Herrn G. von Zweigbergk.

Dem Verwaltungsausschusse der Landwirtschaftskammer Örebro bringe ich für das entgegengebrachte Vertrauen sowie für die Unterstützung in meiner Versuchstätigkeit und meinen Studien meinen verbindlichsten Dank. Besonders richte ich diesen Dank an den früheren Präsidenten der Landwirtschaftskammer, den jetzigen Oberstatthalter von Stockholm, Herrn Dr Henning Elmquist, den Vicepräsidenten Herrn Kammerherrn R. von Horn, Herrn Domänenintendenten Gunnar Pettersson, Herrn Sekretär Arne Petterson und den jetzigen Sekretär der Königlichen Landwirtschafts-Akademie zu Stockholm Herrn Professor T. Björkman.

Dem Chef der Geologischen Landesanstalt Schwedens, Herrn Oberdirektor Dr. A. Gavelin, sowie Herrn Sekretär Dr. K. E. Sahlström, Herrn Staatsgeologen Dr. S. Johansson und Herrn Geologen Dr. G. Ekström, spreche ich für das für mich äusserst wertvolle Studium an der Anstalt und mir immer bewiesene grosse Entgegenkommen meinen verbindlichsten Dank aus.

Herrn Ingenieur S. Sjöberg verdanke ich die Untersuchungen, die er von den von mir auf meinen Versuchsfeldern genommenen Proben im bodenkundlichen Laboratorium der Geologischen Landesanstalt ausgeführt hat.

Für wertvolle Besprechungen kulturtechnischer Fragen sage ich meinem früheren Lehrer Herrn Professor P. E. Ullberg herzlichen Dank.

Meinen besten Dank auch Herrn Lektor Karl Nilsson, Oberlehrer der deutschen Sprache am Gymnasium zu Örebro, der die Abhandlung in sprachlicher Hinsicht durchgelesen hat.

Den Personen, welche durch Mäzenatentum meine Arbeit unterstützt haben, spreche ich meinen aufrichtigsten Dank aus. Sie haben den Wunsch ausgedrückt, nicht genannt zu werden.

Für die Übersetzung der Abhandlung aus dem Schwedischen ins Deutsche sage ich m e i n e r F r a u den herzlichsten Dank.

Örebro, Juni 1930.

Herman Flodkvist.

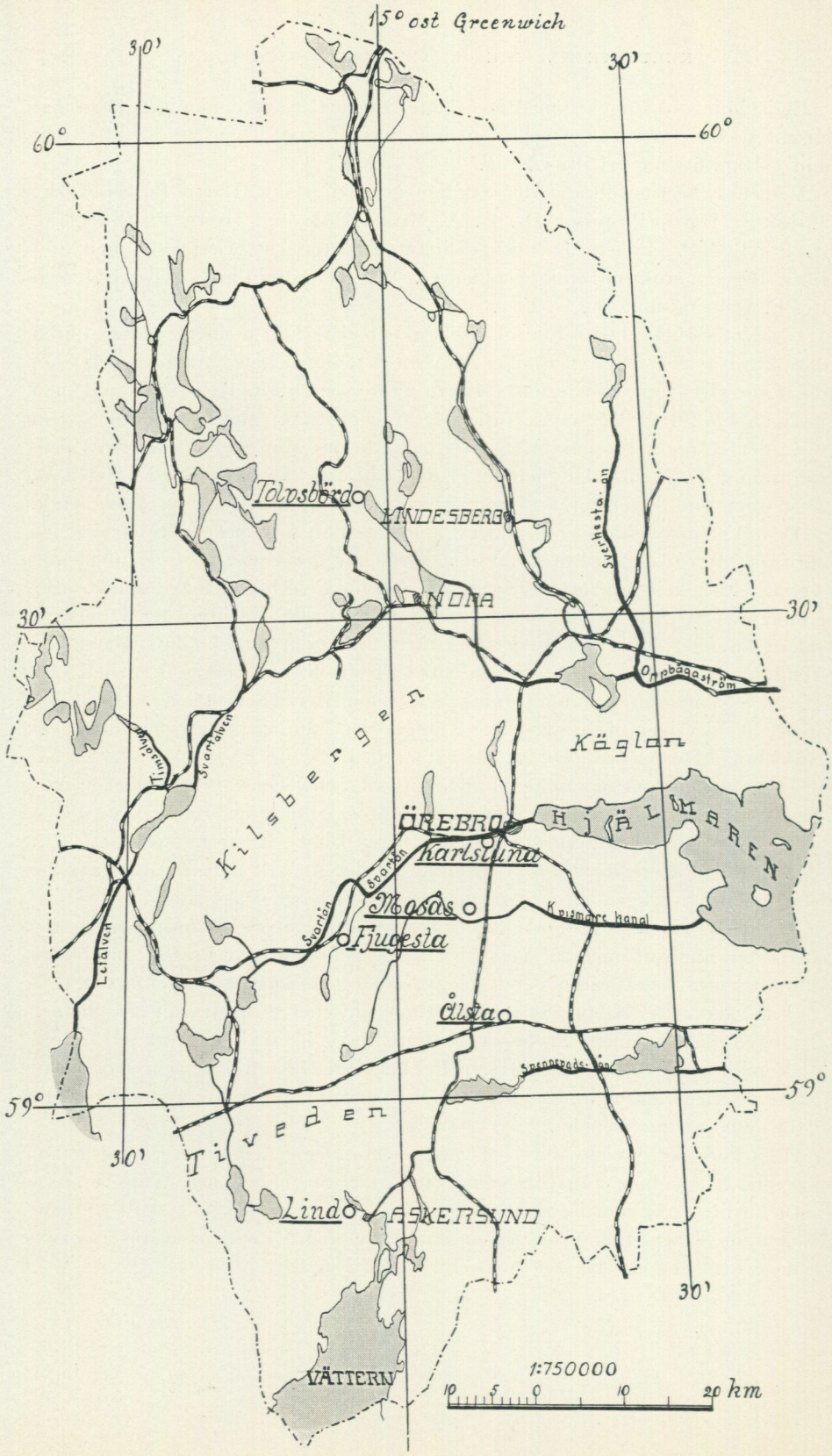

Abb. 1. Karte über Bezirk Örebro, Schweden, mit Angabe der Lage der sechs Versuchsfelder.

ABTEILUNG I.

Der Grundwasserabfluss aus Dränsystemen.

I. Geschichtliche Übersicht über die Berechnung der Grösse des Dränwasserabflusses.

Bevor ich auf den Bericht über meine Dränwasserabflussmessungen und deren Ergebnis eingehe, werde ich, um die Untersuchungen zusammenhängend darzustellen, einige Angaben über die Berechnung des Dränwasserabflusses wiedergeben, welche früher in verschiedenen Ländern veröffentlicht wurden, seitdem die Dränung mit Tonröhren zur Anwendung kam, d. h. seit einem Jahrhundert. In den meisten Fällen gründen sich die Angaben, wie aus dem Literaturhinweis hervorgeht, auf die eigenen Arbeiten der betreffenden Verfasser. In den Fällen, wo ich die Quellenschrift nicht zur Verfügung hatte, z. B. weil diese im Buchhandel ausgegangen war, sind die Angaben kulturtechnischen Arbeiten anderer Verfasser entnommen, nämlich Gerhardt (1909), Friedrich (1912) und Schewior (1912).

Diese früher ausgeführten Berechnungen der Dränwassermenge gründen sich im allgemeinen nicht auf Messungen, sondern auf eine Schätzung folgender drei Faktoren:

1. Grösse des Niederschlags (Maximalgrösse) während gewisser Zeit,
2. Grösse der Wassermenge, welche in dem Boden versickert und durch das Dränsystem abgeleitet werden muss, (die versickerte Wassermenge im Verhältnis zur Niederschlagsmenge) sowie
3. Zeit, während welcher diese Wassermenge aus pflanzenphysiologischen Gründen abgeleitet werden muss.

Wie ich früher bei mehreren Gelegenheiten erörtert habe, z. B. in Vorträgen vor der kulturtechnischen Sektion des Nordischen Landwirtschaftsforschervereins bei dessen Kongress in Kopenhagen (Flodkvist 1921), an der Königl. Landwirtschaftsakademie in Stockholm (Flodkvist 1922) etc., kann man die Ergebnisse solcher Berechnungen nicht als sichere Unterlagen für die Bestimmung der Dimension der Dränleitungen, besonders der Sammler, ansehen. Die Berechnung der Dimension der Dränleitungen muss sich auf ein auf experimentalem Wege erhaltenes Material gründen, d. h. auf die Messung der Grösse des Abflusses. Dabei muss das Material Messungen von mehreren Feldern erfassen.

Anfangs schätzte man sämtliche drei angeführte Faktoren. Die Resultate wurden dann generell auf alle Verhältnisse angewendet. Allmählich entstand eine Differenzierung, welche immer mehr fortschritt. Der Abfluss wurde mit dem Niederschlag, weiter mit der Bodenart, dem Gefälle, event. dem Druckwasservorkommen usw. in Verbindung gesetzt. Hierbei ging man davon aus, dass der Abfluss mit diesen Faktoren wechselt. Auch begann man den Einfluss verschiedener Durchlässigkeit, sowie den Zufluss solchen Wassers zu beachten, welches durch Schnee-, Bodenfrostschmelze usw. entstanden war. Für einen der Faktoren, den Niederschlag, versuchte man schliesslich eine wissenschaftliche Begründung in den von den meteorologischen Stationen erhaltenen Angaben über die Grösse des Niederschlags zu finden. —

Nachdem man in England begonnen hatte, den Ackerboden durch verdeckte Abzüge zu entwässern, und namentlich nachdem die systematische Dränage mit gebrannten Tonröhren während des 19. Jahrhunderts eine grössere Verbreitung gewonnen hatte, versuchte man über die Grösse der abzuführenden Wassermenge zwecks Berechnung der Rohrweite Klarheit und Aufschluss zu erhalten. Stephenson gibt diese Wassermenge für England zu 1.13 lit/sek/ha an.

Als Mitte des erwähnten Jahrhunderts Kenntnis von dieser Methode, den Boden zu entwässern, auch nach dem Festlande gekommen war, sind solche Berechnungen für verschiedene Länder ausgeführt worden (s. hierzu Gerhardt »Kulturtechnik« 5. Aufl. S. 108 ff.).

Belgien und Frankreich waren diejenigen Länder auf dem Festlande, die zuerst die Dränage einführten. Leclerc hat für Belgien die Abflussmenge zu 0.575 lit/sek/ha berechnet. Er ging dabei von einem Niederschlag von 10 mm, d. h. 100 m³ je ha innerhalb 24 Stunden aus und nahm an, dass von dieser Menge 25.5 Prozent auf dem Boden abfliesst oder verdampft, also 74.5 %, d. h. 74.5 m³ je ha versickert und von den Dränsystemen abgeleitet werden muss. Diese Wassermenge sollte in schweren Böden innerhalb 36 Stunden zum Abfluss kommen. Die durchschnittliche Wasserabführung wäre also nach Leclerc:

$$\frac{74{,}5}{36 \cdot 60 \cdot 60} = 0.000575 \text{ m}^3 = 0.575 \text{ lit/sek/ha.}$$

Für Frankreich sind ähnliche Berechnungen von Hervé Mangon und Débauve ausgeführt worden. Beide gingen von derselben Niederschlagsmenge also 100 m³ je ha in 24 Stunden aus. Mangon hat angenommen, dass nur 50 % davon durch die Dränsysteme abgeleitet zu werden brauche. Da er die Zeit auf 36 Stunden berechnete, kam er zu einem Wasserabfluss von 0.37 lit/sek/ha. Zu demselben Ergebnis ist Débauve gekommen, doch unter anderen Voraussetzungen. Er hat angenommen, dass die ganze Wassermenge, also 100 m³ je ha, durch die Systeme abgeleitet werde, berechnete aber die Zeit auf 3 Tage (72 Stunden).

Für Deutschland liegen viele Berechnungen vor. Vincent ging von einem monatlichen höchsten Niederschlag von 100 mm, also 1 000 m³ je ha aus

und nahm an, dass diese Menge innerhalb 15 Tagen versickere und abgeleitet werden müsse. Die für Bestimmung der Dränrohrweite zu berechnende Wassermenge war also 0.77 lit/sek/ha (nach Vogler S. 415 0.756 l.).

Dünkelbergs und Schweders Berechnungen, deren Ergebnisse ganz voneinander abweichen, sind insofern von Interesse, als hier eine Differenzierung vorkommt. Der erstgenannte gibt also für verschiedene Teile Deutschlands verschiedene Wassermengen an, und letzterer nimmt sowohl auf die Durchlässigkeit des Bodens als auch das mitunter vorkommende Druckwasser Rücksicht. Dünkelberg berechnet für die norddeutsche Tiefebene 0.231, für gebirgige Gebiete Norddeutschlands 0.386, für grössere Ebenen in Ost- und Süddeutschland 0.347 bis 0.579, oder ausnahmsweise in Gegenden mit sehr hoher Niederschlagsmenge 0.462 bis 0.772 lit/sek/ha. Schweders Berechnungen gaben ungefähr doppelt so grosse Abflussmengen wie Dünkelbergs. Schweder berechnet für Tonboden 0.60 und für leichtere Böden 0.70 lit/sek/ha. Bei Druckwasser konnten die Zahlen bis 1 lit/sek/ha erhöht werden (Schewior 1912).

Grosse Anwendung sowohl in Deutschland wie auch in anderen Ländern haben folgende von der Königlichen Generalkommission für die Provinz Schlesien (1911) ermittelte Ziffern gefunden:

Für Ebenen mit geringerem jährlichem Niederschlag 0.65 lit/sek/ha,

für gebirgige Gegenden mit höheren Niederschlagmengen 0.80 lit/sek/ha.

Diese Berechnung der Kommission bedeutet insofern einen Fortschritt, als man auch die Schneeschmelze in Betracht zog, dabei aber nicht von angenommenen Niederschlagmengen ausging, sondern von den auf meteorologischen Stationen während einer Reihe von Jahren ermittelten Niederschlaghöhen. Die General-Kommission ging von der Voraussetzung aus, dass die Rohrweite so berechnet werden muss, dass die Systeme teils das Tauwasser im Frühjahr möglichst schnell ableiten, teils bei Regenperioden während der Vegetationszeit das Wasser so schnell beseitigen können, dass die Abflussmenge dem Zuflusse entspricht. Für die Berechnungen der Tauwassermenge ging man von der Niederschlaghöhe der 4 Monate Dezember, Januar, Februar und März aus und berechnete, dass davon 50 % in 14 Tagen durch die Dränung abgeleitet werden müsse.

Die Berechnung der Niederschlagmenge während einer längeren Regenperiode geschah durch Ermittelung einer durchschnittlichen täglichen Regenhöhe aus den grössten monatlichen Regenhöhen, wobei man diese durchschnittliche tägliche Regenhöhe durch Division der grössten monatlichen Regenhöhen durch die Zahl der Regentage ermittelte. Auch in diesem Falle wurde angenommen, dass nur 50 % des Niederschlages in die Systeme gelangen.

Jede dieser beiden Ermittelungen wurde nach Beobachtungen an meteorologischen Stationen in der Provinz Schlesien ausgeführt. Von den dabei erhaltenen Ergebnissen nahm man als Mittel 0.65 lit/sek/ha für die schlesische Ebene an.

Über dieses Ergebnis äussert Gerhardt (1909): »Diese Zahl 0.65 lit/sek/ha hat sich von Schlesien über ganz Norddeutschland verbreitet. Sie hat sich überall da bewährt, wo nicht ungewöhnliche Regenverhältnisse vorhanden

sind.« Er hebt weiter hervor, dass diese Zahl nur als eine Durchschnittszahl angesehen werden dürfe, und dass in den regenarmen westlichen Teilen Deutschlands mit einer geringeren Zahl zu rechnen sei, anderseits habe man in den regenreichen östlichen Landesteilen eine stärkere sekundliche Wasserabführung anzunehmen. Dies im allgemeinen jedoch erst dann, wenn die Jahresregenhöhe eines Ortes 900 mm übersteige.

Schewior (1912) macht auch geltend, dass die Zahl 0.65 lit/sek/ha sich in ganz Norddeutschland eingebürgert hat, und spricht die Auffassung aus, dass sie überall Geltung habe, wo die jährliche Regenmenge weniger als 900 mm beträgt.

Luedecke berechnete nach Krüger (1921) unter gewöhnlichen Verhältnissen 0.4, aber bei Druckwasser und grösserem Tagewasserzufluss 0.5 lit/sek/ha. Seine Berechnungen stützte er auf meist englische Versuchsergebnisse über die Grösse der Sickerwassermengen auf Brache bei Gefässversuchen und fand, dass die monatlichen Sickerwassermengen (S) durchschnittlich in der mehrere hundert Monate langen Versuchszeit mit folgender Häufigkeit (H) eintreten:

S =	> 90	90/80	80/70	70/60	60/50	50/40	> 50 > 40	mm
H =	1,8	2,0	1,1	2,2	4,0	6,4	11,1 17,5	%

Da bei den Gefässversuchen kein Abfluss auf der Oberfläche stattfand, und da auf Brache die Sickerwassermenge grösser ist, als auf bewachsenem Boden, ging Luedecke davon aus, dass auf dem freien Felde keine grössere monatliche Sickerwassermenge als 50 mm, d. h. 500 m³ je ha zu rechnen wäre, die in 15 Tagen abzuführen ist.

Das gibt: $\frac{500\,000}{15 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 0.38$ lit/sek/ha.

Krüger (1921) hebt hervor, dass eine grössere Differenzierung sowohl nach der Durchlässigkeit der Böden wie nach auch den jährlichen Niederschlagsmengen angebracht wäre. Als eine Schätzung hat er folgende Zahlenwerte angegeben:

Jahresniederschlag	600	600—900	900	mm
Boden, sehr schwer	0,3	0,4	0,5	lit/sek/ha
» mittelschwer	0,4	0,5	0,6	» » »
» leicht	0,5	0,6	0,7	» » »

Breitenbach rechnet für das norddeutsche Flachland 0.65 und für Gebirgsgegenden 0.80 und in besonderen Fällen z. B. bei Druckwasser und Regenhöhen von über 1 000 mm pro Jahr bis 1.1 lit/sek/ha. (Vincent-Breitenbach 1926.)[1]

In der Schweiz wird, nach Angaben von Breitenbach (1926), mit einem Wasserabfluss bis 1.5 lit/sek/ha gerechnet.

Für Österreich berechnet Friedrich (1912) den als Schnee und Eis während

[1] Nachdem das Obenstehende geschrieben war, hat Rothe in einem Aufsatze: »Die Strangentfernung bei Dränungen im Mineralboden.« (Der Kulturtechniker 1929, Seite 163) den Dränabfluss auf Mineralboden für Norddeutschland auf 0,5 lit/sek/ha berechnet.

der Wintermonate gesammelten Niederschlag zu 100 mm, und nimmt an, dass davon z. Zt der Schneeschmelze 75 %, d. h. 750 m³ je ha, in 14 Tagen abgeleitet werden können. Er bekommt dabei eine in der Sekunde abfliessende Wassermenge von 0.62 lit/sek/ha.

Für den Sommer geht er von einer Regenintensität von durchschnittlich 4 mm stündlich während 24 Stunden aus, also von 96 mm oder 960 m³ je ha in 24 Stunden. Von dieser Wassermenge sollen 40 %, d. h. 384 m³ je ha in 7 Tagen abgeleitet werden. Die Berechnung ergibt einen Wasserabfluss von 0.63 lit/sek/ha.

Zusammenfassend empfiehlt Friedrich für allgemeine Fälle auf schwerem und mittlerem Boden im Flachlande 0.65 lit/sek/ha. In durchlässigeren Böden und in Gegenden mit stärkeren Niederschlägen werden von ihm 0.75, und in sehr durchlässigem Boden 1 lit/sek/ha empfohlen. Die niedrigeren Angaben von 0.31 bis 0.57 will er nur für regenarme Gebiete und für schwere Tonböden gelten lassen.

Für Dänemark berechnet Hannemann (1876) auf Grund der von Colding ausgeführten Untersuchungen die Abflussmenge zu 0.47 lit/sek/ha.

P. Feilberg rechnet mit einer Wassermenge von 0.561 lit/sek/ha.

Aa. Feilberg og C. L. Feilberg halten es für richtig, mit 0.55 lit/sek/ha zu rechnen (1921).

Dieselben Verfasser haben später, 1926, eine Abflussmessung in Gang gesetzt, über welche ein interessanter Bericht für das erste Jahr ausgegeben ist (1928).

Norwegen nimmt insofern eine besondere und interessante Stellung ein, als die jährliche Niederschlagshöhe in verschiedenen Teilen des Landes bedeutend wechselt. An der Westküste, also westlich vom Gebirge, ist der durchschnittliche Niederschlag 3 000 mm im Jahr, während östlich, also z. B. in den oberen Teilen des Gudbrandtales, der durchschnittliche Niederschlag nur 200—300 mm beträgt. Die feuchten, westlichen Winde vom Atlantischen Ozean werden von dem Gebirge in die Höhe getrieben, also abgekühlt und dem Taupunkt näher gebracht. Östlich vom Gebirge, wo die Luft in den wenig über dem Meere liegenden Tälern aufgewärmt wird, wird sie vom Taupunkt entfernt. Hier gibt es Gebiete, z. B. in dem erwähnten Tal, wo seit alten Zeiten jährlich eine eigenartige, interessante Ackerbewässerung angewandt wird.

Nach Hasund hat man in Norwegen in den 70iger und 80iger Jahren des vorigen Jahrhunderts Vincents Berechnungen angewandt. Später ging man zu den schlesischen Normen über. Beide seien nach Hasund überall, wo der jährliche mittlere Niederschlag nicht höher als 900—1 000 mm ist, vollständig hinreichend, und in den niederschlagreichsten Teilen Norwegens brauche man nicht mit höherer Zahl als 1 lit/sek/ha zu rechnen.

In Finnland berechnet man laut mündlicher Angabe von Herrn Professor I. A. Hallakorpi, Helsingfors, die Dränwassermenge nach den Normen der schlesischen General-Kommission. Diese Normen werden auch von Hallakorpi in einem von ihm ausgegebenen kulturtechnischen Lehrbuche angewendet (1917).

In Schweden wird z. Zt der Abfluss im grossen und ganzen auch nach

den schlesischen Normen gerechnet, nämlich für die Ebenen in Südschweden zu 0.65 und für Mittel- und Nordschweden mit strengeren Wintern und also grösseren Schneeschmelzen zu 0.8 lit/sek/ha. Ausnahmen kommen vor, sodass auch in Mittel- und Nordschweden mitunter mit der Zahl 0.65 gerechnet wird. Der Verfasser, der seine Tätigkeit im Bezirk Örebro in Mittelschweden hat, hat unter gewöhnlichen Verhältnissen, also ohne Druckwasser etc., seit einigen Jahren mit 0.65 lit/sek/ha gerechnet.

Vor dem Aufstellen der schlesischen Normen wurden in Schweden Vincents Berechnungen sowie auch eine Berechnung von Dahl angewandt (1855). Dahl behauptete, es sei aus Erfahrung hervorgegangen, dass eine Senkung des Grundwasserspiegels von 6 mm (1/4 Zoll) in einer Tag- und Nachtperiode (24 Stunden) genug sei, auch wenn der Niederschlag grösser ist; eine Berechnung, welche Abflussmengen von ungefähr 0.7 lit/sek/ha ergibt.

Aspegrén befürwortet die Zahlen der schlesischen General-Kommission (1920), während Ullberg von 0.5—0.6 lit/sek/ha ausgeht.

2. Umfang und Ausführung der Versuche.[1]

Das Wasser im Boden. Definition.

Von dem im Boden vorkommenden Wasser befindet sich ein Teil, chemisch gebunden, in den Bestandteilen des Bodens. Ein andrer Teil haftet so fest an der Oberfläche der Erdpartikel, dass er durch die Einwirkung der Schwerkraft nicht abläuft, weshalb er als physikalisch gebunden bezeichnet werden kann. Dieses Wasser besteht teils aus Adsorptionswasser, d. i. Wasser, welches durch Adhäsionskräfte an den Boden gebunden ist, teils aus kapillarem Wasser, d. h. solchem Wasser, das durch Kapillarkraft in den kleinen Hohlräumen des Bodens zurückgehalten wird.

Das übrige im Boden vorhandene Wasser ist frei und ungebunden. Es findet deshalb seinen Weg in den Hohlräumen zwischen den Erdpartikeln unter dem Einfluss derselben Kräfte, die an der Erdoberfläche das Vordringen des Wassers regeln, d. h. der Kräfte der Schwere und der Reibung.

Dasjenige freie Bodenwasser, das direkt von der Bodenoberfläche in ein durchlässiges Lager einsickert, wird Senkwasser genannt. Es dürfte seltener vorkommen, dass das Senkwasser die Hohlräume des Bodens vollständig füllt. Im allgemeinen bildet es deshalb nicht eine zusammenhängende Wasseroberfläche, sondern versickert in den grösseren Hohlräumen oder Rissbildungen des Bodens.

Wenn das Senkwasser ein schwerdurchlässigeres Lager trifft, entsteht ein Stau, wobei auch kleinere Hohlräume gefüllt werden. Dabei kann das Porenvolumen des Bodens bis zu einem gewissen Niveau mit Wasser gefüllt werden.

[1] Von den Versuchsfeldern liegt ein umfassendes Material von Grundwassermessungen vor. Weil dieses Material kaum die in Abt. I und II erörteten Probleme beleuchtet und um die Seitenanzahl herabzusetzen, habe ich es hier nicht veröffentlicht, beabsichtige aber es in einem anderen Zusammenhange darzulegen. Siehe auch meine Erörterung betreffs „temporäres Grundwasser" Seite 283 u. f.

Dieses Wasser wird Grundwasser und das angegebene Niveau Grundwasseroberfläche (Grundwasserspiegel) genannt.

Vorliegende Untersuchung bezieht sich hauptsächlich auf das im Boden vorhandene, freie, ungebundene Wasser (Siehe auch Abt. III, 1).

Der Grundwasserabfluss aus Dränsystemen — im folgenden in liter pro Zeiteinheit (Sekunde) und Flächeneinheit (Hektar) angegeben und mit lit/sek/ha bezeichnet[1] — ist eine Funktion mehrerer variabler Faktoren, die teilweise unabhängig und teilweise abhängig voneinander sind.

Bei der Untersuchung in dieser Abhandlung ist die Aufmerksamkeit hauptsächlich auf folgende dieser Faktoren gerichtet:

Niederschlag (N),

Bodengefälle und dessen Einwirkung auf den Dränwasserabfluss (A),

Verdunstung (V) sowie

Permeabilität oder Durchlässigkeit des Bodens in der obersten Erdschicht bis zum Niveau des Dränsystems herab (P).

Einen anschaulichen Ausdruck für die aus Dränsystemen abrinnende Grundwassermenge (Q) als einer Funktion dieser Faktoren enthält folgende Formel:

$$Q = f\ (N, A, V, P \ldots).$$

A. Messung des Dränwasserabflusses.

Beim Ingangsetzen der Wassermengebestimmung für verschiedene Zwecke ist die Wahl der Messungsmethode wichtig. Von der richtigen Wahl der Methode ist die Genauigkeit oft in bedeutendem Grade abhängig.

Bevor ich zu einem Bericht über die von mir gewählte Messungsmethode übergehe, werde ich hier, um einen Vergleich bringen zu können, einige Wassermessungsmethoden angeben, nämlich

Überfall mit dünner, vertikaler Wand,
Turbinenwassermesser,
Scheiben-Wassermesser,
Woltmann-Wassermesser,
Wasserzolle (Die Poncelet-Methode)
Wassermoduli,
Wasserwippe,
Doppel-Eichkasten,
Geeichte (kleine) Behälter.

Überfall mit dünner, vertikaler Wand.

Über Wassermessung durch Überfall habe ich eigene Erfahrung, indem von mir mittels zweier gebauter Überfälle tägliche Wassermessungen zwei Jahre hindurch ausgeführt wurden. Diese Messung verfolgte den Zweck, Kenntnis vom Abfluss, insbesondere dem Maximalabfluss, von Gebieten so kleinen

[1] Weil die übliche Abkürzung von liter, l, unmittelbar nach einer Zahl oft mit der Ziffer 1 verwechselt wird, habe ich in dieser Abhandlung folgerichtig die Abkürzung »lit« angewendet.

Areals zu gewinnen, dass das Tagwasser durch gedeckte Leitungen abgeleitet werden konnte. Gewisse Erfahrungen, welche durch diese Messungen gewonnen wurden, sind bei der Wahl der Messungsmethode zwecks Bestimmung des Grundwasserabflusses auf den fünf Versuchsfeldern von Wert gewesen.

Laut Toricellis Gesetz ist die Geschwindigkeit, mit der das Wasser aus einer kleinen Seiten- oder Bodenöffnung ausströmt, gleich der Geschwindigkeit, welche ein Körper besitzt, nachdem er unter dem Einfluss der Schwerkraft, d. h. mit beschleunigter Bewegung, einen Weg gleich der Wassertiefe gefallen ist. Also wenn g = die Acceleration (auf unseren Breitengraden ungefähr 9.81 m/sek) und h = die Wassertiefe über der Wehrkrone, ungefähr 1,5 meter oberhalb des Falles bedeutet, so ist:

$$v = \sqrt{2\,gh}.$$

Der Abfluss durch einen Überfall, d. h. durch eine grosse Seitenöffnung, kann a priori als eine Ausströmmung aus vielen kleinen Öffnungen angesehen werden.

Die bei vollkommenem Überfall durch eine rechteckige Seitenöffnung ausströmende Wassermenge kann, wenn die Ausströmung bis an die freie Wasserfläche stattfindet und die Zuflussgeschwindigkeit = 0 ist, wie folgt berechnet werden.

Die Breite der Öffnung = b.

Der Abstand von der freien Wasserfläche bis zur Unterkante der Öffnung = h und bis zur Oberkante derselben = 0.

Wenn ein Flächenelement auf der Tiefe x unter der freien Wasserfläche die Höhe dx und die Breite b hat, wird die je Sekunde ausströmende Wassermenge also berechnet:

$$dQ = b\sqrt{2\,gx}\cdot dx.$$

Die Ausströmung durch die ganze Öffnung ist:

$$\int dQ = \int_0^h b\sqrt{2\,gx}\cdot dx$$

Also:

$$Q = \frac{2}{3}bh\sqrt{2\,gh}.^1$$

Bei Messungen wird teils durch Reibung, Wirbelbildung, Luftwiderstand etc., teils auch durch Kontraktion des Wasserstroms die wirkliche Wassermenge etwas kleiner, als die auf analytischem Wege berechnete.

Um die wirkliche Wassermenge zu erhalten, hat man deshalb die Zahl, welche die berechnete Menge angibt, mit zwei Koeffizienten zu multiplizieren: dem Geschwindigkeitskoeffizienten, φ, und dem Kontraktionskoeffizienten, α.

Also:

$$Q = \frac{2}{3}\varphi\alpha\, bh\sqrt{2\,gh}.$$

[1] Nachdem vorliegende Abhandlung geschrieben war (März 1930) habe ich Kenntnis von einer Arbeit »Angewandte Hydraulik« von Bundschu, ausgegeben 1929, erhalten, in welcher der Verf. eine auf neue Versuchsergebnisse gestützte Ableitung aufstellt, von der man ohne Zweifel einen tieferen Einblick in die Wasserbewegung bei Überfall erhält. Seine Darstellung ist von grossem Interesse; leider gibt es jedoch hier keinen Platz darauf einzugehen.

Weil die Grösse beider Koeffizienten schwer zu bestimmen ist, wird im allgemeinen aus ihnen ein Koeffizient gebildet, der Ausströmungskoeffizient μ, wodurch für die Berechnung der durch Überfall hervorströmenden Wassermenge folgende Formel erhalten wird:

$$Q = \frac{2}{3} \mu\, bh \sqrt{2gh}.$$

Hierbei ist also μ gleich dem Verhältnisse zwischen der wirklichen und der theoretisch berechneten Wassermenge.

Umfassende Untersuchungen sind ausgeführt worden, um bei wechselnden Verhältnissen den Koeffizienten μ zu bestimmen. Dadurch hat man in gewissen Fällen so gute Kenntnis von diesem Koeffizienten erhalten, dass obige Formel für Berechnung der Wassermenge beim Verkauf von Wasser in Bewässerungsgebieten, bei Berechnung der Energie eines Wasserfalles usw., allgemeine Anwendung gefunden hat.

Cipoletti hatte sich die Aufgabe gestellt, ein Wehr so zu bauen, dass derselbe Koeffizient bei jeder Wassertiefe gilt, den er dann mit wenigen Messungen ein für alle Mal feststellen wollte. Er glaubte dies zu erreichen, indem er die Wangen 1 wagerecht auf 4 lotrecht böschte. Er ermittelte für das betreffende Wehr von rundem Rücken

$$Q = \frac{2}{3}\, 0{,}629 \sqrt{2g} \cdot bh^{\frac{3}{2}} = 1{,}86\, bh^{\frac{3}{2}},$$

wobei b die Rückenlänge und h die Überfallhöhe bedeutet (Forchheimer 1914 S. 319).

W. Fellenius, Prof. des Wasserbaus an der technischen Hochschule zu Stockholm, hatte die Freundlichkeit mir schriftlich (4. 10. 1922) mitzuteilen, dass nach Ergebnissen von Versuchen im Wasserlaboratorium der Hochschule die Wassermenge bei freiem Überfall von V-Form mit Winkel = 90° wie folgt berechnet werden kann

$$Q = \frac{8}{15} \mu \sqrt{2g} \cdot h^2 \cdot \sqrt{h} \text{ m}^3/\text{sek}.$$

$$\mu = 0{,}6451 - 0{,}119\, h + 0{,}12\, h^2.$$

h in m.

Die Breite des Kanals 1.5 m; die Winkelspitze 0.13 m oberhalb der Sohle; $h < 0.4$ m. —

Aus meinen Wassermessungen mit Überfall ist hervorgegangen, dass bei Ermittelung kleiner Wassermengen, um ein genaues Resultat zu erreichen, der Ausflusskoeffizient μ für jeden Überfall auf experimentellem Wege bestimmt werden muss.

Auf die Frage, ob diese Messungsmethode zur Berechnung des Grundwasserabflusses für die in Betracht kommenden Versuchsfelder geeignet ist, komme ich später zurück.

2—311544. S. G. U., Ser. C, N:o 371. Herman Flodkvist.

Turbinenwassermesser.

Diese Apparate bezwecken in erster Linie Wassermessung in geschlossenen Rohrleitungen unter Druck. Verschiedene Konstruktionen kommen vor, im grossen und ganzen aber sind sie nach demselben Prinzip wie horizontale Reaktionsturbinen konstruiert: das Wasser wird gegen die Flügel eines Rades geleitet, welches in Bewegung gesetzt wird. Jede Umdrehung entspricht einer gewissen Wassermenge, die auf empirischem Wege bestimmt werden kann. Durch Registrierung der Umdrehungsanzahl erhält man also Angabe über die durchrinnende Wassermenge.

Scheibenwassermesser.

A.-G. Siemens & Halske verkaufen einen patentierten Volumenwassermesser: Scheibenwassermesser. Das durchrinnende Wasser wird mit Hilfe einer beweglichen Messscheibe von Hartgummi in Mengen von dem Volumen eines Messraumes abgeteilt, dessen Grösse bekannt ist. Die Anzahl der Füllungen wird registriert.

Der Woltmann-Wassermesser.

Dieser ist nicht ein Volumenmesser wie der letztgenannte Apparat, sondern er besteht aus einer mit Flügeln versehenen horizontalen Achse, die in einem geschlossenen Raum, durch welchen das Wasser strömt, einmontiert ist. Die Anzahl der Umdrehungen wird durch eine auf der Achsel befindlichen Schraube ohne Ende registriert. Der Apparat erinnert an Woltmanns Geschwindigkeitsmesser und auch an die Turbinenwassermesser.

Wasserzolle (Die Poncelet-Methode).

Messung mit Wasserzoll nennt man Bestimmung der Wassermenge, wenn diese durch kreisförmige Öffnungen in einer dünnen, vertikalen Wand (Poncelet-Wand) bei konstantem, schwachem Druck rinnt. Die einer Öffnung von gewissem Durchmesser bei gewisser Wassertiefe entsprechende Wassermenge wird auf empirischem Wege bestimmt. Der Name „Wasserzoll" wird dadurch entstanden sein, dass man mitunter Öffnungen von einem Zoll angewendet hat oder dass das Wasser zu verzollen, d. h. zu bezahlen war.

Verschiedene Konstrutionen kommen vor, u. a. von Bornemann, Hervé Mangon und Prytz. Die beiden erstgenannten Konstruktionen gleichen einander dadurch, dass die Wassertiefe durch Öffnen und Schliessen von Löchern mittelst Einsetzen und Wegnehmen von Korken erreicht wird. Sie unterscheiden sich durch die Grösse und Anordnung der Löcher.

Der dänische Ingenieurhauptmann a. D. K. Prytz hat diese Messungsmethode durch selbsttätige Regulierung der Löcher vervollkommnet, wobei der Wasserstand durch Diagramm angegeben wird. Beschreibung dieses Apparats wird von Prytz in einem Gutachten des von der Sektion für Kulturtechnik des nordischen Landwirtschaftsforschervereins

gewählten Dränausschusses gegeben (Hallakorpi, Prytz, Flodkvist, Thøgersen 1929).[1]

Wassermoduli.

In Genossenschaftsbewässerungen hat man seit alters her Messungsapparate angewendet, die ähnlich dem Wasserzoll konstruiert sind, aber mit dem Unterschied, dass man hier anstatt einer Anzahl runder Öffnungen e i n e grössere rechteckige Öffnung gewählt hat. Die Methode ist gewöhnlich bei Messungen grösserer Wassermengen zur Anwendung gekommen als derjenigen, für welche sich die Wasserzollmethode eignet.

Die durch Wassermoduli strömende Wassermenge kann wie folgt berechnet werden.

Die Breite der Öffnung $= b$.

Der Abstand von der freien Wasseroberfläche bis zu der Unterkante der Öffnung $= h_2$ und bis zu der Oberkante $= h_1$.

Wenn ein horizontales Flächenelement in der Tiefe x unter der freien Wasserfläche die Höhe dx und die Breite b hat, kann die durch dasselbe strömende Wassermenge, Q, wie folgt angegeben werden

$$dQ = b\sqrt{2gx} \cdot dx.$$

Die Ausströmung durch die ganze Öffnung ist also

$$\int dQ = b\sqrt{2g}\int_{h_1}^{h_2} \sqrt{x} \cdot dx.$$

Also:

$$Q = \frac{2}{3} b\sqrt{2g}\left(h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}}\right).$$

Wasserwippe.

Diese Messer bestehen gewöhnlich aus zwei oder drei Blechgefässen auf einer drehbaren, horizontalen Achse.

Das Wasser wird in eines der Gefässe eingeleitet. Sobald dieses bis zu einer gewissen Höhe gefüllt ist, dreht sich die Achse durch die Verschiebung des Schwerpunktes, sodass sich ein neues entleertes Gefäss unter den Wasserstrom einstellt, während das gefüllte Gefäss entleert wird. Die Bewegung der Achse, und somit die Wassermenge, wird registriert. Eine Wasserwippe mit drei Messgefässen, wobei sich die Achse nur in derselben Richtung dreht, wird von G e b r ü d e r S i e m e n s u n d C o. verkauft. Der Engländer Milne hat einen Apparat mit 2 Messgefässen konstruiert, wobei die Achse bei jeder Entleerung hin und zurück gedreht wird.

---

[1] Nachdem dieses geschrieben war, hat mir Herr Ingenieurhauptmann Prytz schriftlich mitgeteilt, dass eine von ihm verfasste, nähere Beschreibung in der nächsten Zeit auf deutsch erscheinen wird mit folgendem Titel: »Messung der Wasserführung von Dränsträngen.» Danmarks Naturvidenskablige Samfund. Kopenhagen.

[2] Siehe Anmerkung Seite 16.

Doppel-Eichkasten.

Die Wassermenge wird hier durch zwei zusammengebaute, nicht bewegliche Gefässe, gewöhnlich von parallelepipetischer Form und von gleich grossem, bekanntem Volumen gemessen. Sobald das eine Gefäss gefüllt ist, wird das hinzurinnende Wasser in das andere eingeleitet, und während dieses gefüllt wird, läuft das Wasser von dem ersteren ab. Die wechselweise Einleitung des Wassers in das eine und andere Gefäss wird mit der Hand oder automatisch durch Lucken, die geöffnet und geschlossen werden, ausgeführt.

Geeichte (kleine) Behälter.

Das Wasser wird in einem Behälter mit bekanntem Volumen aufgesammelt, wobei mittelst Sekundenuhr die Zeit für die Füllung angegeben wird. Die Messung wird einige male wiederholt, um zu kontrollieren, ob bei der Messung ein "grober Fehler" entstanden ist, sowie um die Grösse "des zufälligen Fehlers" berechnen zu können.

Die Messung kann auch auf die Weise ausgeführt werden, dass das Wasser während einer gewissen Anzahl Sekunden in einem Behälter aufgesammelt und gemessen wird.[1]

Die Wahl der Messungsmethode.

Auf Grund der Erfahrung, die ich, wie oben erwähnt, von Wassermessung durch Überfall besitze, bin ich zu der Ansicht gekommen, dass sich diese Methode für Messung so geringer Wassermengen, die hier in Frage kommen, nicht eignet. Geringere Wassermengen können mit dieser Methode nicht mit erforderlicher Genauigkeit gemessen werden. Dieses gilt in erster Linie für Überfall mit U-Form, aber auch für Überfall mit V-Form. (Siehe übrigens nachstehenden Vergleich zwischen dieser Methode und der Wasserzoll-Ponceletmethode!)

Die Methoden: Turbinenmesser, Scheibenmesser und Woltmannmesser eignen sich in der Hauptsache nur für gefüllte Rohrleitungen unter Druck. Da Dränleitungen während des grössten Teils des Abflusses nur teilweise gefüllt sind, eignen sich diese Apparate nicht für Dränwassermessungen.

Die Wasserzoll-Ponceletmethode ist für die hier in Frage kommende Wassermessung anwendbar. Bei Messung nach dieser Methode wechseln die Druckhöhen, in der Potenz 1/2, während sie bei Messung mit Überfall in der Potenz 3/2 wechseln. Bei gleicher Genauigkeit der Ablesung wird also bei Überfall der Fehler dreimal so gross als bei der Wasserzoll-Ponceletmethode.

Die älteren Wasserzoll-Ponceletmethoden, nach denen die Wasserhöhe

[1] Nachdem diese Abhandlung geschrieben war, hat Janert eine von ihm konstruierte Messungsmethode veröffentlicht (Z. D. K. G. 1930. S. 19). Leider kann ich hier nicht auf dieselbe eingehen.

durch Öffnen und Schliessen von Löchern reguliert werden musste, waren unbequem. Dagegen ist die von Prytz erfundene, obenerwähnte Methode mit selbstregistrierendem Apparat zur Messung hier in Frage kommender Wassermengen ohne Zweifel eine gute Methode.

Wassermoduli eignen sich nicht für die geringen Wassermengen auf meinen Versuchsfeldern.

Wasserwippe. Diese Methode, welche, wie die von Prytz, kontinuierliche Messung möglich macht, ist für Bestimmung der Wassermengen anwendbar.

Messung durch Doppeleichkasten und geeichte (kleine) Behälter sind ebenfalls für Wassermengen, die hier in Frage kommen, geeignet. Wo die Wassermenge nicht grösser als ungef. 6 lit/sek ist, hat man keine Veranlassung, die erstere dieser beiden Methoden zu wählen. Bei Anpassung der Grösse des Behälters an die Wassermenge ist die letztere, einfachere Methode vorzuziehen.

Alle hier als anwendbar angegebenen Methoden haben ihre Vorteile und Nachteile.

Von den Methoden wählte ich die einfachste, am wenigsten komplizierte und sicherste Methode: Messung mit geeichten Behältern (Abb. 20 und 33).

Wenn ich jetzt auf die täglichen Messungen der verflossenen 7—8 Jahre zurückblicke, finde ich, dass die Wahl der Messungsmethode mit Rücksicht auf die klimatischen, sowie anderen lokalen Verhältnisse gut getroffen ist. Die Methode hat zwar die Unvollkommenheit, dass die Messung nicht kontinuierlich ist: sie wird in gewissen kürzeren Zwischenzeiten ausgeführt, bei meinen Messungen mit einem Intervall von 24 Stunden. Da man bei Berechnung der Dimension der Dränleitungen oft mit einer Abflusszeit im Frühjahr von ungefähr 14 Tagen rechnet (Hannemann rechnet sogar mit einem Monat), erhält man durch den Einblick, den man bei Messung mit einem Zeitintervall von 24 Stunden erhält, eine für die Berechnung der Dimension hinreichend genaue Kenntnis der Wasserführung eines Dränsystemes. Durch Messungen zu gewissen Zeiten mit einem Zeitintervall von nur einer Stunde habe ich Kenntnis über den Abfluss als Funktion des Niederschlags erhalten.

Um in einem Klima, wie dem mittelschwedischen mit bisweilen strengen Wintern und beim Übergange vom bezw. zum Winter oft täglichem Wechsel während längerer Zeit zwischen Frost und Tauwetter bei Wassermessungen das genaueste Resultat zu erhalten, ist notwendig, dass eine Methode gewählt wird, die von den angeführten Faktoren nicht beeinflusst wird.

Dadurch dass, wie im folgenden näher angeführt werden soll, auf gewissen Feldern jede der Messungen 3 bis 6 mal wiederholt worden ist, ist eine Kontrolle der Messungsresultate erhalten worden. Eine solche Kontrolle wird bei Messung mit komplizierten Apparaten schwer zu erhalten sein.

Die Genauigkeit der angewandten Methode geht nicht am wenigsten daraus hervor, dass bei Feststellung der Grösse der Fehler gewisser anderer Methoden, die von mir angewandte Methode: Messung mit geeichtem Behälter als diejenige exakte Methode angewendet wird, auf Grund deren Resultat die Fehler dieser anderen Methoden berechnet werden.[1]

B. Messung des Niederschlages.

Von den oben angeführten Faktoren, von denen der Dränwasserabfluss eine Funktion ist, wurde der Niederschlag durch Messen bestimmt. Dies wurde für sämtliche Felder, ausser dem Lindfelde, mittels eines besonders für das Feld gekauften Niederschlagsmessers vom Typ „Pluvius" ausgeführt, eines patentierten Messers, von F. O. Nyström, Torshälla, verfertigt. (Abb. 19.)

Das Messen ist täglich ausgeführt worden, wobei der während der letzverflossenen 24 Stunden gefallene Niederschlag für den Tag angezeichnet ist, an dem das Messen ausgeführt wurde.

Für das Lindfeld ist der gleiche Niederschlag berechnet, wie bei der meteorologischen Station in Askersund, die 1 700 meter vom Felde abliegt. Diese Station gehört der staatlichen meteorologisch-hydrographischen Anstalt in Stockholm an.

Auf den Hauptgesichtspunkt bei vorliegender Untersuchung, nämlich mit Hilfe einer Serie täglicher Beobachtungen, die sich auf eine Zeit von 7—8 Jahren strecken, denjenigen Dränwasserabfluss zu bestimmen, welcher als Grundlage für die Dimensionierung der Rohrleitungen dienen soll, hat der geringe Unterschied im Niederschlag, welcher möglicherweise auf erwähnter meteorologischer Station und auf dem Versuchsfelde vorgekommen sein kann, keine Bedeutung. Für die Dimensionierung der Röhren sind die Schnee- und Bodenfrostschmelzen, sowie die Niederschläge während längerer Regenperioden massgebend. Wenn im Sommer, wo der Regen mitunter in Form von Platzregen über kleinere Gebiete fällt, irgend welche Ungleichheit in der Regenintensität vorgekommen ist, kann der event. Unterschied im Niederschlage auf den beiden Stellen keinen erwähnenswerten oder nachweisbaren Einfluss auf den Abfluss ausgeübt haben, und daher keinen Einfluss auf die Berechnung der Dimension von Rohrleitungen ausüben. Denn zufolge starker Verdunstung tritt im Sommer im allgemeinen kein oder nur ein unbedeutender Abfluss ein. Der Abfluss während des Sommers kann daher für die Dimensionierung der Leitungen nicht normgebend werden. In der Zusammenfassung der Ergebnisse der Abflussmessung werde ich dies ausführlich begründen.

In dem Vorschlage zum Dränversuche, welcher im Auftrage der Sektion für Kulturtechnik des Nordischen Landwirtschafts-

[1] Um einen näheren Einblick in das Verhältnis zwischen Niederschlag und Abfluss zu erhalten, beabsichtige ich in nächster Zeit sowohl Niederschlag als auch Abfluss mit selbstregistrierenden Messern auf dem Fjugestafelde (Siehe Abb. 20!) zu ermitteln.
Ein Abflussmesser nach Prytz' System ist zu dem Zwecke eingekauft.

forschervereins von einem Ausschuss, welchem der Verf. angehört, ausgearbeitet wurde, wurde befürwortet, auf einem Dränungsversuchsfeld zwei Niederschlagsmesser aufzustellen, von denen der eine ein kontinuierlich selbstregistrierender sein sollte (Hallakorpi, Prytz, Flodkvist, Thøgersen 1929).

Bei diesem Vorschlag, dem ich vollkommen beistimme, muss beachtet werden, dass es bei den Dränungsversuchen, um welche es sich im Vorschlag des Ausschusses handelt, u. a. darauf ankommt, den Ernteertrag auf in verschiedener Tiefe und in verschiedenem Abstand dränierten Parzellen zu bestimmen. Eine Abweichung in der Grösse des Niederschlags, welche für solche Versuche von Bedeutung ist, kann aber für ein Feld bedeutungslos sein, wenn es gilt, in erster Linie für die Dimensionierung der Rohrleitungen die Grösse des Dränwasserabflusses zu bestimmen.

C. Das Bodengefälle und dessen Einwirkung auf die Grösse des Dränwasserabflusses.

Während der letzten Jahre haben verschiedene Verfasser hervorgehoben, dass — weil auf geneigtem Boden ein verhältnismässig grösserer Teil des Wassers auf der Bodenoberfläche abläuft — die Wassermenge, nach der man die Dimensionierung berechnet, mit dem Gefälle abnehmen muss. (Pfeiffer 1924 u. a.)

Um diese Frage zu studieren, habe ich Versuchsfelder mit verschiedenem Gefälle gewählt. Die Höhenverhältnisse der Felder sind durch Messen und Nivellieren bestimmt worden. Das Niveau wird auf den Plänen teils durch Ziffern angegeben, welche die Höhe über einem Nullplane bezeichnen, teils durch Niveaukurven, deren Äquidistanz für jedes einzelne Feld angegeben wird. Auf den Plänen, welche die Höhe angeben, sind auch die Dränsysteme eingezeichnet.

Das Gefälle des Bodens und der Sammler wird für jedes Feld durch besonderes Profil angegeben.

Das Gefälle der Felder ist durchschnittlich wie folgt:

Versuchsfeld auf	Lind	25.8 : 1 000
» »	Fjugesta	2.8 : 1 000
» »	Tolvsbörd	61.5 : 1 000
» »	Mosås	2.3 : 1 000
» »	Ålsta	6.0 : 1 000

Eine Messung des auf der Bodenoberfläche abrinnenden Wassers ist nicht ausgeführt.

D. Die Verdunstung.

Um einen Einblick in die Einwirkung der Verdunstung auf den Dränwasserabfluss zu erhalten, habe ich für das Lindfeld die meteorologischen Faktoren angeführt, von welchen die Verdunstung in erster Linie abhängig ist.

Ich habe also folgende Angaben angeführt:

1. die Maximal- und Minimaltemperatur für jeden Tag.
2. Das Feuchtigkeitsdefizit für die Zeit 8^h, 14^h, und 21^h gleichfalls für jeden Tag,
3. die Windstärke und
4. die Insolation (diese letztgenannten zwei Faktoren auch täglich für die angeführten drei Zeiten).

Von den Faktoren sind 1, 3 und 4 für die Zeit bis zum Jahre 1926 aus der Publikation: „Meteorologiska iakttagelser i Sverige" von der staatlichen meteorologisch-hydrographischen Anstalt entnommen worden. Die Angaben für die Zeit 1. 1. 1927—30. 6. 1929, für welche Zeit die angeführte Publikation noch nicht herausgekommen war, gründen sich auf schriftliche Angaben der Anstalt. In der Publikation der Anstalt kommt keine Angabe über das Feuchtigkeitsdefizit der Luft vor, es wird aber die relative Feuchtigkeit der Luft angegeben. Da das Feuchtigkeitsdefizit der Luft bei Beurteilung der Grösse der Verdunstung von grossem Interesse ist, habe ich es für wertvoll gehalten, tägliche Angaben über diesen Faktor zu erhalten. Auf Antrag hat die Anstalt mir die Angaben über das tägliche Feuchtigkeitsdefizit zu den angegebenen drei Zeitpunkten des Tages der Station Askersund für die ganze Zeit, während welcher die Abflussmessungen ausgeführt wurden, zugesandt.

Es ist selbstverständlich, dass die Angaben vorliegender Untersuchung für die meteorologischen Faktoren an der Station Askersund — Abstand: 1 700 m von Lind — auch für das Lindfeld gelten. Die etwaige Abweichung der Lufttemperatur, des Feuchtigkeitsdefizits, der Windstärke und Wolkenmenge, entbehren daher aller Bedeutung.

Da die Vegetation, besonders während der Perioden ihres lebhaften Wachstums, einen grossen Einfluss auf die Verdunstung ausübt und stark hemmend auf die Grösse des Abflusses wirkt, sind Aufzeichnungen über ihre Entwicklung teils vom Verf., teils von den Observatoren geführt worden.

Über die Verdunstung in der Praxis siehe Rothe Z. D. K. G. 1922. S. 55.

E. Die Durchlässigkeit des Bodens.

a. *Bodenartbestimmung.*

Die Durchlässigkeit des Bodens ist ein Faktor, welcher in diesem Zusammenhang, wie überhaupt bei Dränung, grosses Interesse hat. Bei Ausführung der Untersuchungen für kulturtechnische Zwecke ist deshalb von Bedeutung, dass eine gute Bodenbeschreibung geliefert wird, denn nur unter solchen Verhältnissen kann entschieden werden, innerhalb welcher Grenzen ein gewonnenes Resultat verallgemeinert werden kann.

Diese wichtige Frage ist vom „Unterausschuss für kulturtechnische Bodenuntersuchung" behandelt worden, welcher befürwortet, dass der Boden durch zwei Untersuchungen bestimmt wird, nämlich durch Körnergrössenbestimmung, und durch eine Benetzungswärmebestimmung (Rothe 1928).

Auf die Untersuchungen stellte der Ausschuss folgende allgemeine Forderungen auf:

„Für alle Verfahren der kulturtechnischen Bodenuntersuchung ist von Feinboden < 2 mm auszugehen. Als solche Verfahren kommen in Betracht:

I. *Korngrössenbestimmungen.*

a. Spülapparat mit möglichst zwei Zylindern, die den Staubanteil im Boden annähernd nach oben und unten begrenzen (also vorläufig

Zylinder 1 : 2.0 bis 0.05 mm
Zylinder 2 : 0.05 » 0.01 » ,
Rest: kleiner als 0.01 mm).

b. Sedimentierverfahren zur Bestimmung der Korngrösse kleiner als 0.002 mm.

II. *Benetzungsgrössenbestimmungen.*

a. Hygroskopizität (W_h) nach Mitscherlich.

b. Benetzungswärme.

Bei den mittleren und schweren Böden soll von den beiden Gruppen I und II nach Möglichkeit je ein Verfahren im Parallelversuch angewendet werden".

Nach diesen von erwähntem Ausschusse aufgestellten Forderungen sind Bodenuntersuchungen auf den fünf Versuchsfeldern ausgeführt worden, nämlich

teils durch Bestimmen der Hygroskopizität des Bodens nach Mitscherlich, auf ungefähr 20 Stellen je ha, wobei auf jeder Stelle Bodenproben, sowohl von der Ackerkrume, als auch von jeder einzelnen der darunterliegenden Schichten bis zu einer Tiefe von ungefähr 1.5 m genommen wurden (auf sämtlichen Feldern zusammen 145 Bodenprofile sowie 452 Bodenproben),[1]

teils durch mechanische Bodenanalyse nach Atterberg. Mechanische Bodenanalysen sind jedoch nur für eine resp. zwei typische Proben jeder einzelnen der auf den Versuchsfeldern vorkommenden Bodenarten ausgeführt worden, zusammen 7 St. (Siehe zugehörige Analysentabelle und Abb. 2—9!).

Nach Atterberg ist der Boden nach der Grösse des Partikeldiameters in folgende Korngruppen eingeteilt:

	Partikeldurchmesser		
Stein		>20	mm.
Grobkies	20	— 6	»
Feinkies	6	— 2	»
Grobsand	2	— 0,6	»
Mittelsand	0,6	— 0,2	»
Grobmo	0,2	— 0,06	»
Feinmo	0,06	— 0,02	»
Grobschluff	0,02	— 0,006	»
Feinschluff	0,006	— 0,002	»
Ton		< 0,002	»

[1] Betreffs Analysenergebnisse siehe Bericht über jedes einzelne Versuchsfeld!

Analysen-

Mechanische Zusammensetzung nach Atterbergs Analysen-

Bodenarten	Bodenproben		Stein	Grob-kies	Fein-kies
Sehr schwerer Ton	Mosås 12,	30—100 cm[1]	—	—	—
Sehr schwerer Ton	Fjugesta 3,	70—110 »	—	—	—
Schwerer Ton	Tolvsbörd 3,	75—124 »	—	—	—
Schwererer Mittelton . . .	Lind 10,	98—115 »	—	—	—
Leichter Ton	Fjugesta 3,	110—150 »	—	—	—
Schwach tonhaltiges Mo . .	Ålsta 40,	80—124 »	—	—	0.5
Grobmo	Ålsta 30,	34—124 »	—	—	0.8

Verteilungskurven für humusfreie Untergrundböden von den Versuchsfeldern. Mechanische Zusammensetzung, nach Atterbergs Analysenmethode. Hygroskopizität (W_h), nach Mitscherlich.

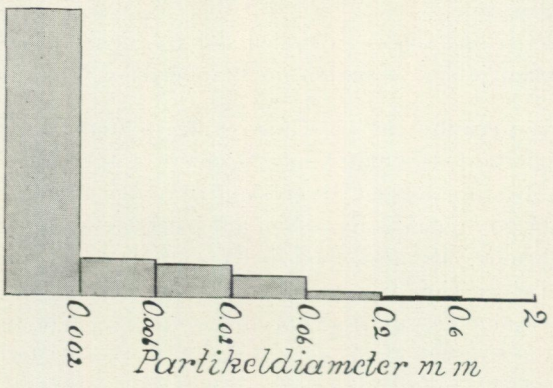

Abb. 2. »Sehr schwerer Ton«. Tongehalt 75,4 %. W_h = 12,6. (Bodenprobe Nr. 12 vom Mosåsfelde, 30—100 cm unter der Bodenoberfläche.)

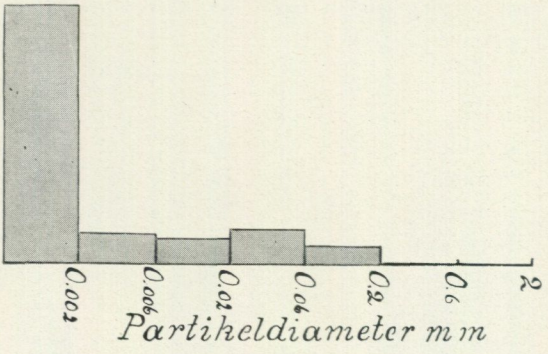

Abb. 3. »Sehr schwerer Ton«. Tongehalt 69,1 %. W_h = 11,9. (Bodenprobe Nr. 3 vom Fjugestafelde, 70—110 cm unter der Bodenoberfläche.)

[1] unter der Bodenoberfläche.

tabelle.

methode. Hygroskopizität (W_h) nach Mitscherlich.

Feinboden	Grobsand	Mittelsand	Grobmo	Feinmo	Grobschluff	Feinschluff	Ton	W_h
100.0	0.2	0.3	1.4	5.2	8.0	9.5	75.4	12.6
100.0	0.2	0.2	5.5	9.8	7.1	8.1	69.1	11.9
100.0	0.1	0.0	1.1	6.8	12.0	21.3	58.7	8.3
100.0	0.1	0.1	3.1	26.5	28.0	11.6	30.6	5.6
100.0	0.3	3.4	37.9	21.2	10.6	7.0	19.6	3.2
99.5	2.3	13.7	43.5	20.8	5.1	3.1	11,5	2.2
99.2	1.0	5.4	71.4	16.7	2.2	1.0	2.3	0.4

Zu den Analysen ist 20 g vom Feinboden genommen. Die Proben wurden vor der Analyse mit Wasserstoffsuperoxyd und saurem Kaliumoxalat behandelt. Die Tonaggregate wurden mittels wiederholten Bürstens mit schwach H_3N-haltigem Wasser zerteilt.

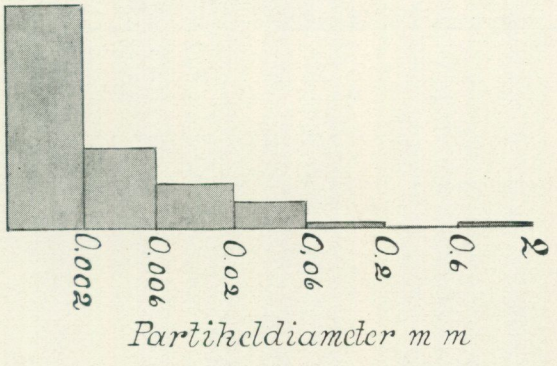

Abb. 4. »Schwerer Ton«. Tongehalt 58,7 %. Wh = 8,3. (Bodenprobe Nr. 3 vom Tolvsbördfelde, 75—124 cm unter der Bodenoberfläche.)

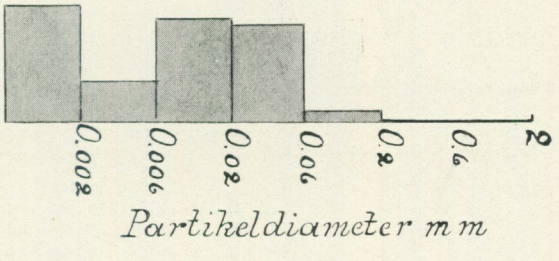

Abb. 5. »Schwererer Mittelton«. Tongehalt 30,6 %. Wh = 5,6. (Bodenprobe Nr. 10 vom Lindfelde, 98—115 cm unter der Bodenoberfläche.)

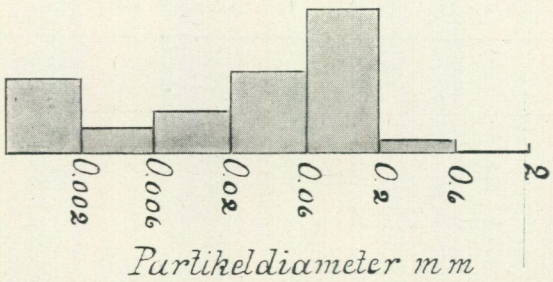

Abb. 6. »Leichter Ton«. Tongehalt 19,6 %. $W_h = 3{,}2$. (Bodenprobe Nr. 3 vom Fjugestafelde, 110—150 cm unter der Bodenoberfläche.)

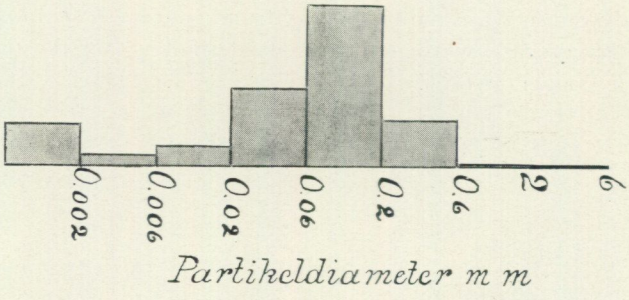

Abb. 7. »Schwach tonhaltiges Mo«. Tongehalt 11,5 %. $W_h = 2{,}2$. (Bodenprobe Nr. 40 vom Ålstafelde, 80—124 cm unter der Bodenoberfläche.)

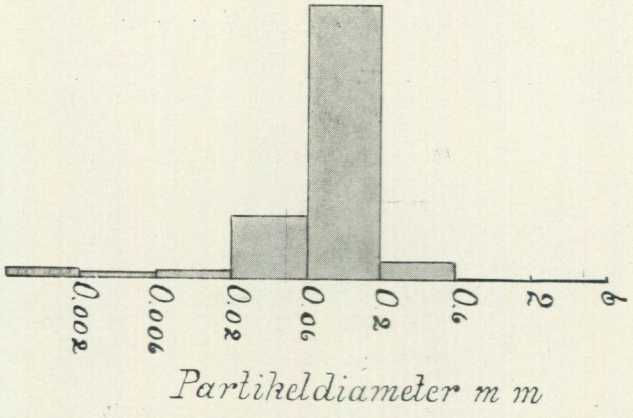

Abb. 8. »Grobmo«. Tongehalt 2,3 %. $W_h = 0{,}4$. (Bodenprobe Nr. 30 vom Ålstafelde, 34—124 cm unter der Bodenoberfläche.)

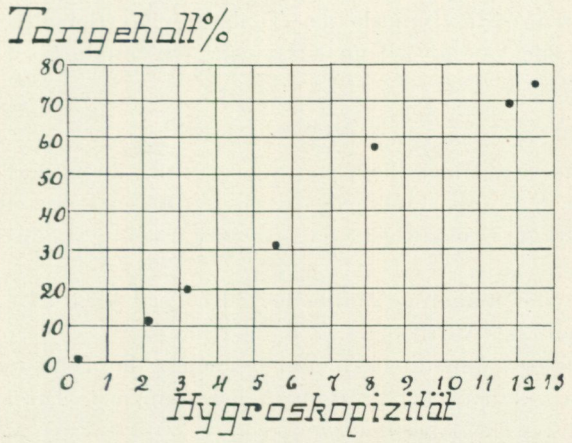

Abb. 9. Verhältnis zwischen Hygroskopizität und Tongehalt der sechs Bodenarten (sieben Bodenproben), welche durch mechanische Bodenanalyse bestimmt worden sind, und deren Zusammensetzung durch Analysentabelle und Abb. 2 bis 8 angegeben ist.

Ausser diesen Untersuchungen ist bei jeder Bodenprobe eine Analyse der Ackerkrume über den Humusgehalt sowie über die Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume ausgeführt worden. Der Humusgehalt ist in Gewichtsprozent angegeben (Ekström 1927 und 1929).

Die Bodenproben vom Untergrund sind nicht in bestimmter Tiefe unter der Bodenoberfläche genommen worden, sondern es ist von jeder Schicht, welche sich bei der Untersuchung auf dem Felde von darüber- und darunterliegendem Boden unterscheidet, eine Probe genommen worden, und zwar in der Mitte der Schicht.

Für die Klassifikation des Bodens habe ich das von der Geologischen Landesanstalt Schwedens z. Zt. angewandte, von Ekström auf Grund des von Atterberg und Simon Johansson aufgestellten Systems — ausgeformte Klassifikationssystem gewählt (Ekström 1927 und 1929).

Nach diesem System wird der Boden nach seiner mechanischen Zusammensetzung eingeteilt, wobei die Haupteinteilung nach Humus- und Tongehalt erfolgt. Die Bodenarten, welche man in Untergrundböden und Ackerkrumenböden einteilt, werden nach folgendem Schema klassifiziert.

Untergrundböden.

A. Mineralböden (< ca. 1 % Humus).

a) Sortierte Mineralböden: Stein-, Kies-, Sand-, Mo-, Grobmo-, Feinmo- und Schluffbodenarten, schwach tonhaltige Mineralböden, leichter Ton, leichterer und schwererer Mittelton, schwerer Ton und sehr schwerer Ton.

b) Unsortierte Mineralböden oder Moränenböden: Tonfreie Moränenböden (Moränenmo) und Moränentone.

B. Humusgemischte Mineralböden: Gyttjehaltige, leichtere und schwerere Tone u. a.

C. Mineralgemischte Humusböden: Tonhaltige Gyttjeböden u. a.

D. Humusböden (> 40 % Humus): Gyttja, Dy und die verschiedenen Arten von Torfböden.

Ackerkrumenböden.

A. Mullgemischte Mineralböden (< 15 % Mull), die in mullarme (< 3 %), mullhaltige (3—6 %) und mullreiche (6—15 %) Böden eingeteilt werden (z. B. mullarmer Schluff, mullhaltiger, leichter Moränenton, mullreicher schwerer Ton usw.).

B. Sandige oder tonhaltige Mullböden oder Torfböden (15—40 % Humus).

C. Mullböden oder Torfböden (> 40 % Humus).

Die (humusfreien) Mineralböden und besonders die Tone werden durch die Hygroskopizitätsmethode nach Mitscherlich klassifiziert. Die folgenden Grenzen sind von Ekström aufgestellt worden:

	Hygroskopizität
Tonfreie Mineralböden	< 2
Schwach tonhaltige Mineralböden	2 —3
Leichter Ton	3 —4
Leichterer Mittelton	4 —5,5
Schwererer Mittelton	5,5—7
Schwerer Ton	7 —10
Sehr schwerer Ton	> 10

Mit Hilfe der Hygroskopizität werden ebenso die Humus-gemischten Mineralböden klassifiziert. Die Hygroskopizität für die Mineralsubstanz in der Ackerkrume wird unter der Annahme berechnet, dass die Hygroskopizität der Mullsubstanz 50 ist. (Ekström 1927 S. 96—99.)

Die Ermittelung der Hygroskopizität für die Mineralsubstanz in der Ackerkrume geht aus folgendem Beispiel hervor:

Humusgehalt der Ackerkrume	5.0 %
Hygroskopizität für die Ackerkrume	8.4 »
Hygroskopizität für die Mineralsubstanz	x »

$$0{,}05 \cdot 50 + 0{,}95 \cdot x = 8{,}4$$

$$x = \frac{8{,}4 - 0{,}05 \cdot 50}{0{,}95} = 6{,}2$$

Die Bodenanalysen sind auf dem Bodenlaboratorium der Geologischen Landesanstalt Schwedens von Herrn Ingenieur K. Silas Sjöberg gemacht worden.

Um besseren Überblick über die Bodenbeschaffenheit der Versuchsfelder zu gewinnen, habe ich für jedes einzelne zwei Bodenartkarten aufgestellt, nämlich eine für die Ackerkrume und eine für die obere Schicht des Untergrundes, wobei folgende von der Geologischen Landesanstalt Schwedens benutzte Bezeichnungen zur Anwendung kamen:

Sehr schwerer Ton . .	Ł	Schwach tonhaltig (Mo etc.)	l
Schwerer Ton	L	Feinmo	Fmo
Schwererer Mittelton . .	Ł	Grobmo	Gmo
Leichterer Mittelton . .	Ł	Mo	Mo
Leichter Ton.	Ł	Moränenmo	△ Mo

Um die mechanische Zusammensetzung der verschiedenen Bodenarten zu veranschaulichen, habe ich (mit einer unwesentlichen Veränderung in der Aufzeichnung) die von Odén (1915) in der Bodenkunde eingeführte Verteilungskurve angewendet, welche einen raschen und sicheren Einblick in die mechanische Zusammensetzung einer Bodenart gibt.

Nach Odéns Prinzip habe ich für die verschiedenen Körnerfraktionen auf der Abszisse gleich grosse Stücke (1 cm) abgesetzt. Für jede Fraktion ist die Höhe so gross genommen worden, dass die Fläche, die jede Fraktion repräsentiert, direkt proportional der Prozentzahl bei der mechanischen Bodenartanalyse ist. Die Diagramme erhalten hierbei gleich grosse Flächen, der Prozentzahl 100 entsprechend (Abb. 2—8).

Das Verhältnis zwischen W_h und Tongehalt der sechs Bodenarten (sieben Proben), welche durch mechanische Bodenanalyse bestimmt worden sind, ist durch Diagramm Abb. 9 dargestellt. Verhältnis etwa 1 : 6. (Ekström 1927. Abb. 8. S. 87.)

b. *Durchlässigkeitsversuche.*

Gleichzeitig mit angeführter Bodenartuntersuchung habe ich, um so gründlich als möglich Kenntnis über die Durchlässigkeit des Bodens und die Bewegung des Grundwassers auf den Versuchsfeldern zu erhalten, auf sämtlichen Feldern Durchlässigkeitsbestimmungen ausgeführt.

In der Bodenforschung und Kulturtechnik wird im allgemeinen mit dem Ausdruck „undurchlässig" ein Boden bezeichnet, in welchem Grundwasserbewegung nicht vorkommt, mit der Benennnng „schwerdurchlässig" resp. „leicht durchlässig" solcher Boden, in dem die Bewegungsgeschwindigkeit des Grundwassers relativ gering resp. relativ gross ist.

Undurchlässigkeit, Schwerdurchlässigkeit und Leichtdurchlässigkeit unterscheiden sich nur dem Grade nach voneinander: Sie bilden verschiedene Grade ein und derselben Grösse, nämlich der Durchlässigkeit des Bodens. Wenn man den Grad der Durchlässigkeit mit Ziffern angibt, z.B. von 0 bis 10, erhält die Undurchlässigkeit den Durchlässigkeitsgrad 0, sowie der höchste Grad der Durchlässigkeit die Gradzahl 10.

Man hat versucht, die Durchlässigkeit der Bodenarten u. a. durch "Durchlässigkeitsversuche" zu bestimmen, wobei die Geschwindigkeit, mit welcher eine gewisse zugeführte Menge Wasser je Zeit- und Flächeneinheit unter die Bodenoberfläche herabsinkt, als Indikator für die Durchlässigkeit des Bodens angewendet wird.

Solche Versuche sind von Kopecky, Müntz, Faure et Lainé, Freckmann und Janert, Westermann, Sten De Geer und Sahlström u.a. Forschern ausgeführt

worden. Wie aus einem Bericht im folgenden — Abt. II, 3 — hervorgeht, ist durch sie eine auch nach kulturtechnischen Gesichtspunkten wertvolle Kenntnis über die Fähigkeit der verschiedenen Bodenarten, Wasser aufzunehmen, gewonnen worden.

Auf sämtlichen fünf Versuchsfeldern, auf welchen Dränwassermengebestimmungen ausgeführt wurden, und ausserdem auf einem weiteren typischen Feld sind von mir auch solche Versuche angestellt worden, über deren Ergebnisse ebenfalls Bericht in Abt. II.3 erstattet wird.

Solche Bestimmungen, welche an und für sich, wie erwähnt, von grossem Interesse sein können, geben indessen nur unter gewissen Verhältnissen einen Ausdruck für die Durchlässigkeit des Bodens in der Bedeutung, in welcher der Begriff gewöhnlich in der Kulturtechnik angewendet wird. Hier bezeichnet man mit der Durchlässigkeit einer Bodenart im allgemeinen deren geringste Durchlässigkeit.

Von kulturtechnischem Gesichtspunkte aus hat die Durchlässigkeit grösstes Interesse, wenn sie ihr Minimum erreicht oder sich in der Nähe desselben befindet; denn die Länge und öftere Wiederkehr der Perioden ist, wenn dieses der Fall ist, für den Dränungsbedarf und den Dränabstand entscheidend.

Diesen Gesichtspunkt werde ich durch Anführung und Besprechung eines in der Natur allgemein vorkommenden Verlaufs näher behandeln.

Die Durchlässigkeit gewisser Bodenarten, besonders des Tonbodens, wechselt von Zeit zu Zeit in hohem Grade. De Geer und Sahlström konstatierten, dass Tonboden, welcher im allgemeinen als eine schwerdurchlässige Bodenart angesehen wird, in ausgetrocknetem Zustande die durchlässigste Bodenart und sogar durchlässiger als Kies ist (Sahlström 1913).

Eine wie grosse Wassermenge ein Tonboden in gewisser Zeit durchlässt, ist nicht nur von einer für die Bodenart spezifischen Eigenschaft abhängig, sondern unter gewissen Verhältnissen in erster Linie auch von zwei anderen Faktoren: dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens und dem Grad der Rissbildung.

Der Tonboden ist in feuchtem Zustande schwerdurchlässig, schrumpft aber beim Austrocknen zusammen, so dass allmählich kräftige Rissbildung entsteht: Temporäre Rissbildung (Ekström und Flodkvist 1926), wodurch der Tonboden in hohem Masse durchlässig wird.

Wenn Wasser in Form von Regen einem solchen ausgetrockneten Tonboden zugeführt wird, sickert anfangs eine relativ grosse Menge schnell unter die Bodenoberfläche. Ein Teil dieses Wassers aber wird physikalisch im Boden gebunden in Form von hygroskopischem und kapillarem Wasser, wird also nicht durchgelassen. In solchen Fällen kann, wie oben erwähnt, die Menge des nach Zeit- und Flächeneinheit unter die Bodenoberfläche versickerten Wassers nicht ein Indikator auf die Durchlässigkeit des Bodens sein. Sie ist ein Mass für die Fähigkeit des Bodens Wasser aufzunehmen, d. h. ein Mass für die Menge Wasser, welche unter die Bodenoberfläche versickert. Dies kann man als Versicke-

rungsgeschwindigkeit oder Versickerungsintensität bezeichnen.

Ist die Regenintensität gering, so wird in einem stark ausgetrockneten, von Rissen durchzogenen Boden eine Zeit lang alles Wasser physikalisch gebunden. Bei grosser Regenintensität dagegen vermag rissgefüllter Boden nicht alles Wasser zu binden, weshalb ein Teil durch die Risse herunterströmt also durchgelassen wird (Abb. 71).

Durch fortgesetzte Wasserzufuhr nimmt die Rissbildung allmählich ab, wahrscheinlich durch Anschwellung der Kolloide infolge der Einwirkung des Wassers, möglicherweise aber auch durch Herunterspülen der Kolloide in die Risse, und erreicht schliesslich ihr Minimum. In demselben Masse, wie sich die Rissbildung vermindert, nimmt selbstverständlich auch die Durchlässigkeit ab.

Wenn ein Tonboden so grosse Feuchtigkeit (F) aufgenommen hat, wie er unter vorhandenen Verhältnissen physikalisch binden kann, und die Rissbildung (R) gleichzeitig ihr Minimum erreicht hat, ist die Versickerungsintensität (I) auch bis zum Minimum heruntergegangen. Die Menge Wasser, welche nun je Zeit- und Flächeneinheit unter die Bodenoberfläche herabsinkt, kann als Mass für die Durchlässigkeit des Bodens (P) in dem Sinne angewendet werden, welchen das Wort in der Kulturtechnik besitzt.

Also:

wenn $F = F_{max}$
und gleichzeitig
$R = R_{min}$
so ist $I\ (I_{min}) = P\ (P_{min})$

In gewisser Beziehung besser ausgedrückt:

$I\ (I_{min})$ ein Ausdruck für $P\ (P_{min})$.

Auf Moboden, überwiegend aus der Körnergruppe Mo (0.2—0.02 mm) bestehend, ist der Verlauf im grossen und ganzen derselbe, nur mit dem Unterschiede, dass er hier etwas vereinfacht wird, weil hier keine Rissbildung vorkommt.

In Kiesboden, überwiegend aus der Körnergruppe Kies (20—2 mm) bestehend, welcher äusserst geringe Fähigkeit besitzt, Wasser physikalisch zu binden, kann man bei Durchlässigkeitsbestimmungen den Faktor Feuchtigkeitsgehalt des Bodens unberücksichtigt lassen und, weil selbstverständlich in dieser Bodenart, gleichwie in Moboden, Rissbildung nicht vorkommt, hier setzen:

$$I = P.$$

Auf Kiesboden ist die bei Durchlässigkeitsversuchen unter der Bodenoberfläche je Zeit- und Flächeneinheit versickerte Menge Wasser also ein Ausdruck für die Durchlässigkeit.

Wie oben erwähnt, habe ich auf jedem einzelnen Versuchsfeld und auf einem weiteren typischen Felde Durchlässigkeitsversuche ausgeführt. Auf sämtlichen Feldern besteht der Untergrund bis zur Dräntiefe — wie aus der Bodenbeschreibung hervorgeht — aus Tonboden, mit Ausnahme eines Feldes

3—311544. S. G. U., Ser. C, N:o 371. Herman Flodkvist.

mit Untergrund, bestehend aus einem Molager, welches auf fest gepackter Moräne ruht, in welcher die Dränleitungen liegen. Um die Versickerungsgeschwindigkeit zu bestimmen, wenn sie im Minimum oder nahe dem Minimum war, wurden die Versuche dann angestellt, wenn der Boden in natürlichem Zustande geringen Durchlässigkeitsgrad besass, nämlich teils während des Spätherbstes „nach längerer Feuchtigkeitsperiode" (November und Dezember) teils „kurze Zeit nachdem der Frost aus dem Boden gegangen war" (April und Mai).

Da durch diese Versuche eine allgemeine Regel für die Bewegung des Grundwassers in dräniertem Boden klargelegt worden ist, welche, soviel ich weiss, bisher nicht experimentell nachgewiesen ist, habe ich die Berichte über sie und deren Resultate in einer besonderen Abteilung, nämlich in Abt. II. 3 gebracht.

F. Allgemeine Anforderungen an die Versuchsfelder.

In einem im Jahre 1921 vor der Sektion für Kulturtechnik des Nordischen Landwirtschaftsforschervereins gehaltenen Vortrag über das Thema: „Für Regulierung der Bodenfeuchtigkeit erforderliche Versuchstätigkeit" (Flodkvist 1921) habe ich an ein Versuchsfeld für Bestimmung der Grösse des Dränwasserabflusses folgende Anforderungen gestellt:

1. Die Dimension der Rohrleitungen muss so gross sein, dass der Maximumzufluss niemals durch zu kleine Leitungen gehemmt wird.
2. Der Ausguss muss so hoch über dem Boden des Grabens liegen, dass die Hochwasserfläche niemals bis zum Ausguss oder darüber reicht.
3. Einleitung in das System vom Tagwasser durch Brunnen oder Sieb (Filter) darf nicht vorkommen.
4. Die Bodenbeschaffenheit soll auf dem ganzen Gebiete möglichst gleichartig sein, entweder schwerdurchlässig oder leichtdurchlässig, damit das Ergebnis allgemeine Bedeutung erhalten kann.
5. Das Bodengefälle soll ebenfalls gleichmässig sein, entweder schwaches Gefälle oder starkes, und zwar aus demselben Grunde, welcher vorher für gleichmässige Bodenbeschaffenheit angegeben wurde. Man kann annehmen, dass der Grundwasserzufluss, besonders bei hastigen Schneeschmelzen, auf Boden mit starkem Gefälle wesentlich geringer als auf flacher liegendem Boden wird.
6. Das Gebiet soll kurz vorher dräniert sein, damit Sicherheit vorliegt, dass alle Leitungen tadellos laufen.
7. Anfangs ist es angebracht, Gebiete zu wählen, auf denen Grundwasserinfiltration nicht so nahe an der Bodenfläche vorkommt, dass es auf den Pflanzenbau einwirkt. Indessen ist es von Interesse, dass auf Gebieten mit starker Wasserinfiltration ebenfalls Grundwasserabflussversuche zur Ausführung kommen.
8. Das Gebiet muss schliesslich in der Nähe der Wohnung eines zuverlässigen Observators liegen.

Bei der Wahl von Versuchsfeldern war ich bestrebt, Gebiete zu erhalten, welche diesen Anforderungen genügen. Mit Rücksicht auf die Schwierigkeit, solche Felder zu finden, habe ich auch solche nehmen müssen, welche in gewisser Hinsicht, wie aus den Beschreibungen der Felder hervorgeht, nicht in vollem Masse die angegebenen Forderungen erfüllen.

Ausser diesen Anforderungen habe ich an die Felder folgende zwei Ansprüche gestellt,

einmal den, dass das Dränwasser möglichst alles bis zur Dräntiefe gesunkene Grundwasser umfassen soll, also dass kein Grundwasser, oder nur eine so geringe Menge unter das Niveau des Systems herabsinkt, dass dies bedeutungslos ist.

ferner den, dass kein Grundwasser aus tieferen Bodenschichten in die Systeme einfiltrieren darf, d. h. dass das Dränwasser sich lediglich von dem durch Niederschlag oder Schnee- und Bodenfrostschmelze entstandenen Grundwasser herleiten soll.

(Ausnahme für den letzteren Anspruch betreffs des Tolvsbördfeldes. Siehe unten!)

Dass der erstgenannte Anspruch erfüllt wird, habe ich in erster Linie durch Untersuchung des Grundwasserstandes während der Trockenperioden festgestellt. Da die Grundwasserfläche während solcher Perioden auf den Feldern nicht, oder jedenfalls nicht erwähnenswert, unter das Niveau der Systeme gesunken ist, und auch ferner die Bodenschicht unmittelbar unter den Systemen auf sämtlichen Feldern äusserst dicht und beinahe undurchlässig ist — weshalb die Wassermenge, die sie speichern kann, äusserst gering ist — finde ich, dass die Felder dem erstgenannten Anspruch genügen.

Dass der letztgenannte Anspruch erfüllt wird, d. h. dass das Grundwasser von tieferen Bodenschichten nicht in die Dränsysteme einfiltriert, habe ich, ausser durch detaillierte Bodenuntersuchungen, vor allem durch Vergleiche zwischen der Zeit des Niederschlags und der Zeit des Anfangs und Endes der Abflussperioden festgestellt.

Wenn Grundwasser von tieferen Schichten einfiltriert, ist es im allgemeinen von andauerndem (permanentem) Charakter und demnach nicht von dem zufälligen Wechsel des Niederschlages abhängig. In den Fällen, wo solche Wasserinfiltration, z. B. während längerer Trockenperioden, aufhört, geschieht dies langsam: der Strom versiegt.

Die sicherste Art zu bestimmen, ob das Dränwasser seinen Ursprung direkt aus dem Niederschlags- und Schmelzwasser oder aus einem Grundwasserstrom herleitet, ist eine Untersuchung darüber, ob der Dränwasserabfluss unmittelbar nach dem Niederschlag und der Frostschmelze entsteht und auch danach schnell verschwindet. Ist dieses der Fall, kann man versichert sein, dass das Dränwasser direkt von dem Niederschlags- und Schmelzwasser und nicht von einem Grundwasserstrom aus tiefen Bodenschichten herrührt. Durch solche Vergleiche habe ich festgestellt, dass das Wasser auf sämtlichen Versuchsfeldern aus direkt in den Boden gesunkenem Niederschlagswasser besteht. Eine Aus-

nahme davon macht das Tolvsbördfeld, auf welchem Quellwasser absichtlich — um die Möglichkeit zu erhalten auch einen solchen Fall zu studieren — während einer Zeit durch das System abgeleitet wird. Siehe Beschreibung vom Tolvsbördfeld!

Berichte über die Untersuchung der Felder nach den angeführten Gesichtspunkten sind in der Beschreibung der Felder gegeben. Hinsichtlich letztgenannter Anforderung will ich folgende allgemeine Überlegung, die sich nicht auf diese Versuchsfelder bezieht, anstellen.

Das Vorkommen von Grundwasserinfiltration aus tieferen Schichten kann, wie bekannt, auf undräniertem Boden dann leicht festgestellt werden, wenn das Wasser bis zur Bodenoberfläche steigt. Denn auf solchen Gebieten, wo dieses der Fall ist, hält sich der Boden an der Oberfläche auch dann feucht, wenn der angrenzende Boden ausgetrocknet ist. Auf humusärmerem Ackerboden treten solche Gebiete als dunkle Flecke auf.

Wenn auch auf solchen Gebieten festgestellt werden kann, dass Grundwasserinfiltration stattfindet, so gibt auf anderer Seite das Nichtvorhandensein dunkler Flecke nicht unter allen Umständen einen Beweis dafür, dass Infiltration nicht stattfindet, besonders auf dräniertem Felde.

Es kann nämlich, besonders auf flacher liegendem Boden, eintreten, dass das Grundwasser nur bis zu der Höhe heraufgedrückt wird, dass es in das System einfiltriert, ohne dass es die Bodenoberfläche erreicht. In einem Falle meiner kulturtechnischen Praxis habe ich festgestellt, dass das von tieferen Schichten einfiltrierende Grundwasser 0.50 bis 0.75 m unter Bodenfläche, aber nicht bis zu derselben herauf gedrückt wird. Nach Dränung dieses Gebietes findet Wasserabfluss aus dem System ununterbrochen das Jahr hindurch statt.

G. Der Auftrag der Observatoren.

Für die Observationen ist bei jedem einzelnen Versuchsfelde eine auf dem Gute wohnhafte, zuverlässige Person angenommen worden. Bei dem Berichte über jedes Feld, der in folgendem gegeben wird, werden auch die Namen der Observatoren angeführt.

Der Auftrag eines Observators war:

einmal der, in erster Linie täglich festzustellen, ob Wasser aus dem Dränsystem rann, und ob Niederschlag während der letzten 24 Stunden gefallen war, sowie, wenn dieses der Fall gewesen war, durch Messung des Grundwasserabflusses und Niederschlages deren Grösse zu ermitteln und die Ergebnisse anzuzeichnen;

ferner der, in besonderen Fällen gewisse Wahrnehmungen aufzuzeichnen wie die Tage von Aussaat und Ernte, den Zeitpunkt für das Verschwinden des Frostes aus dem Boden usw. (Die Niederschlagsmessungen Lind betreffend, siehe oben!)

In gewissen Fällen ist der Abfluss öfter als einmal täglich bestimmt worden.

Um nähere Kenntnis über die Wechslungen des Abflusses während der Zeit von 24 Stunden zu erhalten, welche zwischen jeder Messung lag, ist der Abfluss bei verschiedenen Gelegenheiten in einem Zeitraum von 1 Stunde während einer Reihe von Tagen bestimmt worden. Bei dem Schmelzen im Frühjahr ist die Messung mitunter zweimal täglich ausgeführt worden, weil die Lufttemperatur tagsüber über dem Nullpunkte und nachts unter demselben lag.

Bisweilen fehlen für einen einzelnen Tag Angaben über die Grösse des Abflusses, wie aus dem Versuchsmaterial hervorgeht. Die Ursache dazu ist entweder die gewesen, dass das Wasser im Graben durch starken Niederschlag oder kräftige Schneeschmelze über den Ausguss des Systems gestiegen war, sodass eine Messung nicht ausgeführt werden konnte, oder in einigen Fällen, dass der Observator verhindert gewesen ist, die Observation auszuführen. Für die Wassermenge, welche der Rohrdimensionierung zu Grunde gelegt werden soll, haben diese Lücken in einer Serie täglicher Beobachtungen, zumal sie sich über eine Anzahl von Jahren erstrecken, keine Bedeutung. Die Niederschlagsobservationen fanden selbstverständlich täglich statt.

Für ihre Arbeit haben die Observatoren aus dem Anschlag der Landwirtschaftskammer des Bezirks Örebro zu »Landwirtschaftshydrologischen Versuchen» eine Vergütung erhalten, welche je nach Entfernung vom Felde usw. etwas wechselte und durchschnittlich 60 bis 80 Kronen im Jahr betrug.

Die Arbeit der Observatoren ist von mir geleitet, sowie durch Besuch auf den Feldern überwacht worden. Die Besuche wurden in erster Linie auf solche Perioden gelegt, welche, um den grössten Abfluss genau zu bestimmen, von Interesse zu sein schienen, z. B. während der Schnee- und Frostschmelze, bei starken Niederschlägen usw.

Zu meiner Befriedigung kann ich bezeugen, dass sämtliche Observatoren ihre Aufträge mit Interesse und Genauigkeit ausgeführt haben.

3. Die Versuchsfelder und Versuchsresultate.

A. Das Versuchsfeld auf Lind.

L a g e u s w. Das Feld ist auf dem Domänengut Lind in der Landgemeinde Askersund gelegen, nordwestlich vom Gehöfte in einem Abstand von ungefähr 400 m. Die Lage wird auf der dazugehörigen Karte angegeben (Abb. 10). Die Höhe des Feldes über dem Meere beträgt ungefähr 95 m.

T o p o g r a p h i e, A b g r e n z u n g d e s F e l d e s. Das Feld liegt auf dem Nordabhang eines in ost-westlicher Richtung gehenden Bergrückens. Das Gefälle der Bodenoberfläche beträgt, wie aus zugehörigem Dränplane und Profile (S. 45, 46) hervorgeht, im Durchschnitt 25.8 : 1 000, etwas schwächer im südlichen (oberen) und nördlichen (unteren) Teil, sowie etwas stärker in der Mitte.

Das nach Westen angrenzende Gelände besteht, mit unten erwähnter Ausnahme, aus Ackerboden und senkt sich gegen Norden mit ungefähr gleichem Gefälle wie das Versuchsfeld. Der südlichste Teil des Feldes, die Strecke C—D auf dem Dränplane, wird gegen Westen von einem Moränengebiet begrenzt, welches sich einige Meter über das Niveau des Feldes erhebt. Die südliche

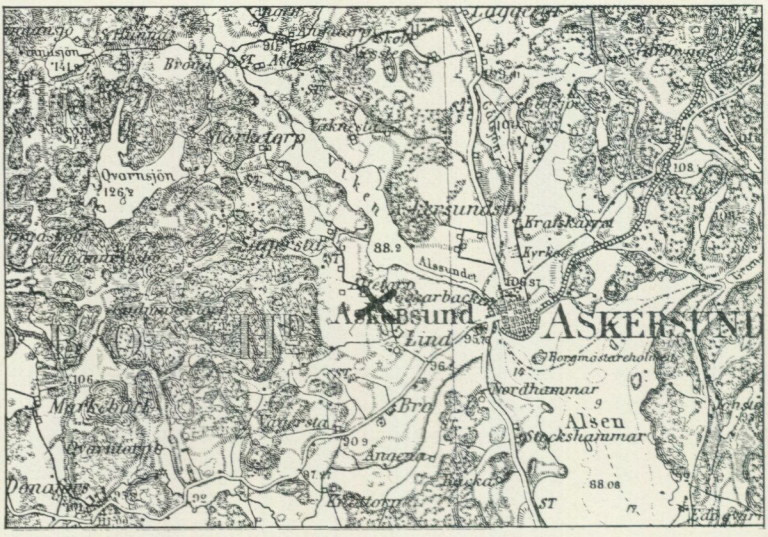

Abb. 10. Versuchsfeld auf Lind. Detail der topographischen Karte des Generalstabes, Massstab 1: 100 000. Die Lage des Versuchsfeldes wird durch das Zeichen x angegeben.



Abb. 11. Versuchsfeld auf Lind. Bild von Norden im Sommer 1929. Feld mit Haferbestand. Da das gegen Norden angrenzende Feld auch mit Hafer bewachsen ist, macht sich die Vorflut an der nördlichen Grenze nur durch eine Schattierung der Linie A—B bemerkbar.

Grenze des Feldes liegt auf einer schwach ausgeprägten Wasserscheide. Südlich von dieser rinnt das Wasser nach Süden.

Nach Osten hin wird das Feld von einem Wege begrenzt, welcher sich etwas über das Niveau des Feldes am Wege erhebt. Gegen Norden besteht die Grenze aus einem Vorflutgraben mit einer Tiefe von ungefähr 1.7 m, welcher

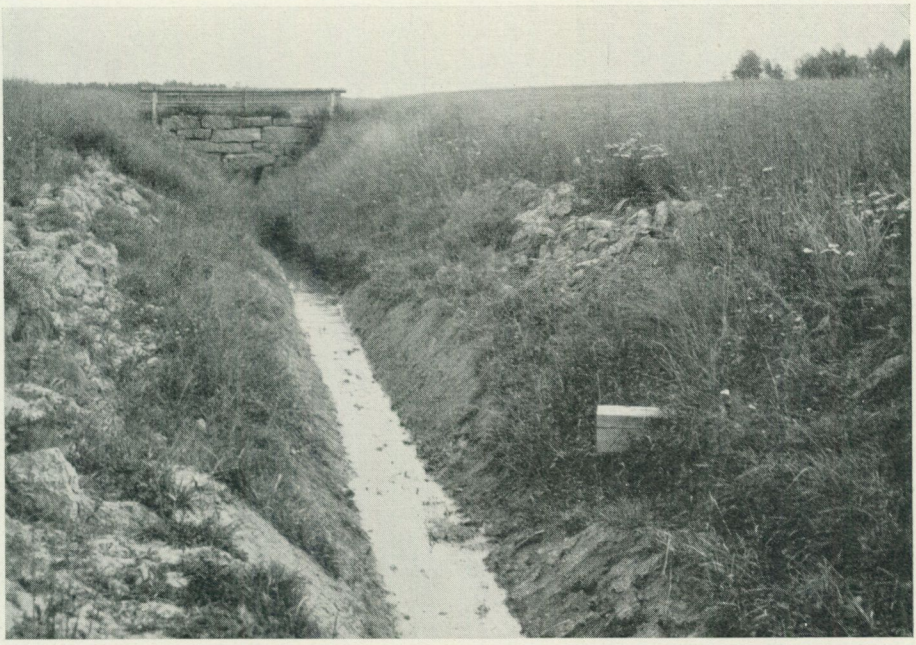

Abb. 12. Versuchsfeld auf Lind. Die Dränausmündung, an welcher die Wassermessung ausgeführt wurde.

das Dränwasser ableitet (Abb. 12). Auch gegen Westen und Osten hin wird das Feld von offenen Gräben begrenzt, welche das Wasser von angrenzenden Gebieten ableiten. Gegen Osten hin liegt der Grenzgraben längs der östlichen Kante des Weges.

Abb. 11 zeigt das Versuchsfeld mit umgebendem Gelände.

Bodenbeschaffenheit. Die Bodenart ist nach Proben bestimmt worden, welche in 30 Profilen bis zu ungefähr 1.5 m Tiefe genommen wurden. Die Anzahl der Bodenproben ist 101. Näherer Bericht über die Probennahme, Art und Ausführung der Bodenuntersuchungen usw. wird in Abt. I, 2, E gegeben.

Das Ergebnis der Bodenuntersuchungen wird in folgender Tabelle wiedergegeben.

Bodenanalysen für das Versuchsfeld auf Lind.

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust %	Humusgehalt %	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. 0— 24 cm[1] . .	5.4	5.7	4	3.6	Mullhaltiger, leichter Ton
24— 90 » . .	5.2				Leichterer Mittelton
90—115 » . .	3.2				Leichter Ton
115—150 » . .	5.3				Leichterer Mittelton

[1] unter der Bodenoberfläche.

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust %	Humusgehalt %	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
1.	2.	3.	4.	5.	6.
2. 0— 22 cm . .	6.1	8.1	6	3.2	Mullhaltiger, leichter Ton
22—117 » . .	4.8				Leichterer Mittelton
117—150 » . .	5.2				Leichterer Mittelton
3. 0— 26 » . .	6.5	8.1	6	3.6	Mullhaltiger, leichter Ton
26— 98 » . .	4.3				Leichterer Mittelton
98—110 » . .	5.2				Leichterer Mittelton
110—150 » . .	2.3				Schwach tonhaltiges Feinmo
4. 0— 26 » . .	5.4	7.0	5	3.0	Mullhaltiger, leichter Ton
26—100 » . .	4.2				Leichterer Mittelton
100—112 » .	4.9				Leichterer Mittelton
112—150 » . .	5.8				Schwererer Mittelton
5. 0— 21 » . .	5.1	6.0	4	3.2	Mullhaltiger, leichter Ton
21—100 » . .	3.8				Leichter Ton
100—115 » . .	5.1				Leichterer Mittelton
115—150 » . .	3.9				Leichter Ton
6. 0— 18 » . .	3.7	5,2	4	1.7	Mullhaltiges Feinmo
18— 48 » . .	2.2				Schwach tonhaltiges Feinmo
48— 95 » . .	4.4				Leichterer Mittelton
95—128 » . .	3.3				Leichter Ton
128—150 » . .	8.9				Schwerer Ton
7. 0— 24 » . .	4.9	6.8	5	2.3	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
24— 35 » . .	4.9				Leichterer Mittelton
35—105 » . .	7.8				Schwerer Ton
105—150 » . .	7.4				Schwerer Ton
8. 0— 23 » . .	7.7	8.7	6	4.9	Mullhaltiger, leichterer Mittelton
23— 95 » . .	8.5				Schwerer Ton
95—112 » . .	3.9				Leichter Ton
112—130 » . .	9.9				Schwerer Ton
9. 0— 30 » . .	5.1	5.6	4	3.4	Mullhaltiger, leichter Ton
30— 90 » . .	4.5				Leichterer Mittelton
90—109 » . .	3.2				Leichter Ton
109—150 » . .	5.7				Schwererer Mittelton

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust %	Humusgehalt %	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
1.	2.	3.	4.	5.	6.
10. 0— 23 cm . .	6.8	8.5	7	3.8	Mullreicher, leichter Ton
23— 98 » . .	4.4				Leichterer Mittelton
98—115 » . .	5.6				Schwererer Mittelton
115—150 » . .	5.9				Schwererer Mittelton
11. 0— 21 » . .	6.5	8.0	6	3.7	Mullhaltiger, leichter Ton
21—150 » . .	4.6				Leichterer Mittelton
12. 0— 26 » . .	5.3	6.1	4	3.5	Mullhaltiger, leichter Ton
26— 90 » . .	4.5				Leichterer Mittelton
90—120 » . .	5.3				Leichterer Mittelton
120—150 » . .	6.8				Schwererer Mittelton
13. 0— 27 » . .	5.3	6.7	5	3.0	Mullhaltiger, leichter Ton
27— 92 » . .	4.0				Leichterer Mittelton
92—105 » . .	4.5				Leichterer Mittelton
105—150 » . .	8.7				Schwerer Ton
14. 0— 22 » . .	6.6	7.4	5	4.3	Mullhaltiger, leichterer Mittelton
22—150 » . .	4.4				Leichterer Mittelton
15. 0— 20 » . .	4.7	6.0	5	2.5	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
20— 52 » . .	4.3				Leichterer Mittelton
52— 95 » . .	3.4				Leichter Ton
95—120 » . .	5.4				Leichterer Mittelton
16. 0— 28 » . .	4.5	6.3	5	2.2	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
28—105 » . .	3.8				Leichter Ton
105—150 » . .	9.8				Schwerer Ton
17. 0— 29 » . .	5.1	7.3	6	2.3	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
29—110 » . .	3.4				Leichter Ton
110—150 » . .	7.6				Schwerer Ton
18. 0— 22 » . .	5.9	7.2	5	3.5	Mullhaltiger, leichter Ton
22—102 » . .	4.8				Leichterer Mittelton
102—115 » . .	5.6				Schwererer Mittelton
115—150 » . .	4.3				Leichterer Mittelton

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust %	Humusgehalt %	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
1.	2.	3.	4.	5.	6.
19. 0— 23 cm . .	6.7	8.9	7	3.4	Mullreicher, leichter Ton
23—100 » . .	4.3				Leichterer Mittelton
100—115 » . .	5.4				Leichterer Mittelton
115—150 » . .	5.3				Leichterer Mittelton
20. 0— 28 » . .	7.0	8.3	6	4.3	Mullhaltiger, leichterer Mittelton
28—150 » . .	5.4				Leichterer Mittelton
21. 0— 22 » . .	5.1	6.2	4	3.1	Mullhaltiger, leichter Ton
22— 48 » . .	3.7				Leichter Ton
48—150 » . .	7.8				Schwerer Ton
22. 0— 21 » . .	5.1	5.9	4	3.2	Mullhaltiger, leichter Ton
21— 95 » . .	3.8				Leichter Ton
95—150 » . .	8.2				Schwerer Ton
23. 0— 21 » . .	4.3	5.7	4	2.3	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
21— 98 » . .	3.9				Leichter Ton
98—150 » . .	9.2				Schwerer Ton
24. 0— 29 » . .	5.7	6.3	4	3.6	Mullhaltiger, leichter Ton
29—150 » . .	3.8				Leichter Ton
25. 0— 37 » . .	4.3	6.3	5	2.0	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
37—150 » . .	3.4				Leichter Ton
26. 0— 22 » . .	4.0	5.4	4	2.1	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
22—140 » . .	3.8				Leichter Ton
140—150 » . .	6.7				Schwererer Mittelton
27. 0— 23 » . .	4.0	5.2	4	2.2	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
23— 98 » . .	4.8				Leichterer Mittelton
98—150 » . .	9.5				Schwerer Ton
28. 0— 24 » . .	4.6	7.6	7	1.4	Mullreiches Feinmo
24— 90 » . .	7.1				Schwerer Ton
90—115 » . .	3.3				Leichter Ton
115—150 » . .	8.0				Schwerer Ton

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust %	Humusgehalt %	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
1.	2.	3.	4.	5.	6.
29. 0— 32 cm . .	4.0	6.8	6	1.2	Mullhaltiges Feinmo
32— 94 » . .	3.7				Leichter Ton
94—150 » . .	7.1				Schwerer Ton
30. 0— 34 » . .	4.3	7.1	6	1.3	Mullhaltiges Mo
34— 97 » . .	1.8				Mo
97—150 » . .	5.6				Schwererer Mittelton

Um bessere Übersicht zu gewinnen, habe ich auf Grund der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen zwei Bodenartkarten hergestellt, eine über die Ackerkrume (Abb. 13) und eine über die obere Schicht des Untergrundes (Abb. 14) nach der von der Geologischen Landesanstalt Schwedens angewendeten Bezeichnungsweise.

Der Kalkgehalt des Bodens ist so unbedeutend, dass er keine Einwirkung auf die Durchlässigkeit hat.

Druckwasservorkommen. Auf Grund des in Abt. I, 2 F angeführten Verfahrens habe ich festgestellt, dass eine messbare Druckwassermenge auf dem Felde nicht vorkommt.

Bei der Ausführung der Dränung hat man damit gerechnet, dass vielleicht ein wenig Druckwasser vom angrenzenden Moränengebiete vorkommen könnte. Eine messbare Menge solchen Wassers kommt aber, wie gesagt, nicht vor.

Versickerung des Niederschlagswassers unter das Niveau des Dränsystems. Bezüglich dieser Frage wird auf Abt. I, 2, F hingewiesen.

Aus Untersuchungen des Bodens unter dem Niveau des Systems ist hervorgegangen, dass der Boden hier sehr dicht ist. Die Wassermenge, welche in die Bodenschicht unmittelbar unter dem System herabsinken konnte, — dort wo die Grundwasserfläche etwas unter dem Niveau des Systems lag, — ist so unbedeutend, dass man hier davon absehen kann.

Dränung, Areal und Ernte des Feldes. Das Feld wurde im Jahre 1915 nach dem Dränplane dräniert, welcher auf Abb. 15 wiedergegeben ist. Die Entfernung der Saugdräns ist im allgemeinen 12, ausnahmsweise 17 m und die Tiefe derselben 1.2 m. Die Dimension des Sammlers wird auf dem Plane in schwedischen Zoll mit römischen Ziffern angegeben. Ein schwedischer Zoll = 2.5 cm. Der Abfluss ist auf 0.65 lit/sek/ha nach Gerhardts Tabelle (Vogler 1909) berechnet worden. Der Ausguss des Systems, welcher aus Holz besteht, liegt auf einer Höhe von ungefähr 5 dm über der Sohle des Abflusses (Abb. 12).

Die Grösse des dränierten Gebiets beträgt 2.29 ha. Bei ihrer Berechnung

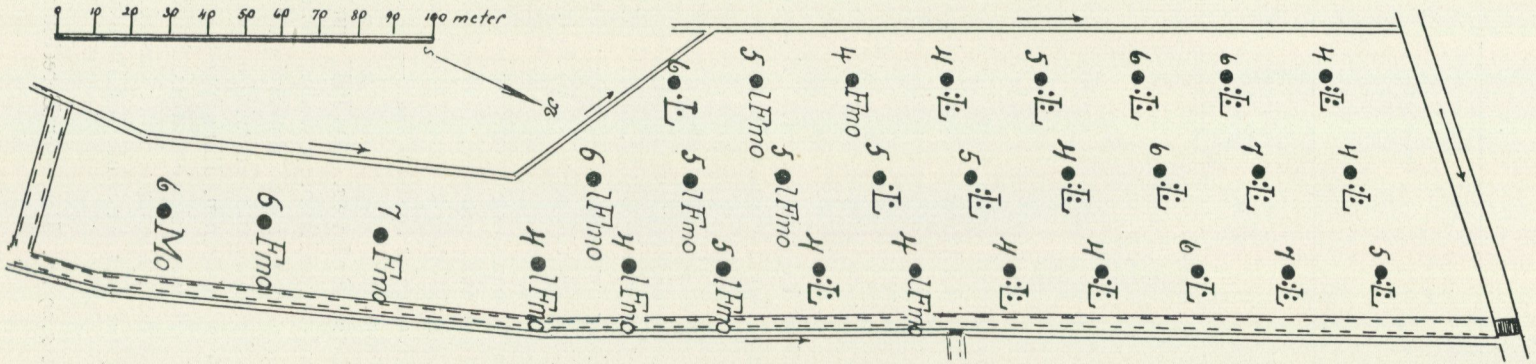

Abb. 13. Versuchsfeld auf Lind. Bodenartkarte über die Ackerkrume. Die Punkte geben die Lage der Bodenprofile an. Die Ziffern vor den Punkten bezeichnen den Humusgehalt der Ackerkrume in Gewichtsprozenten. Zeichenerklärung Abt. I, 2, E, a.

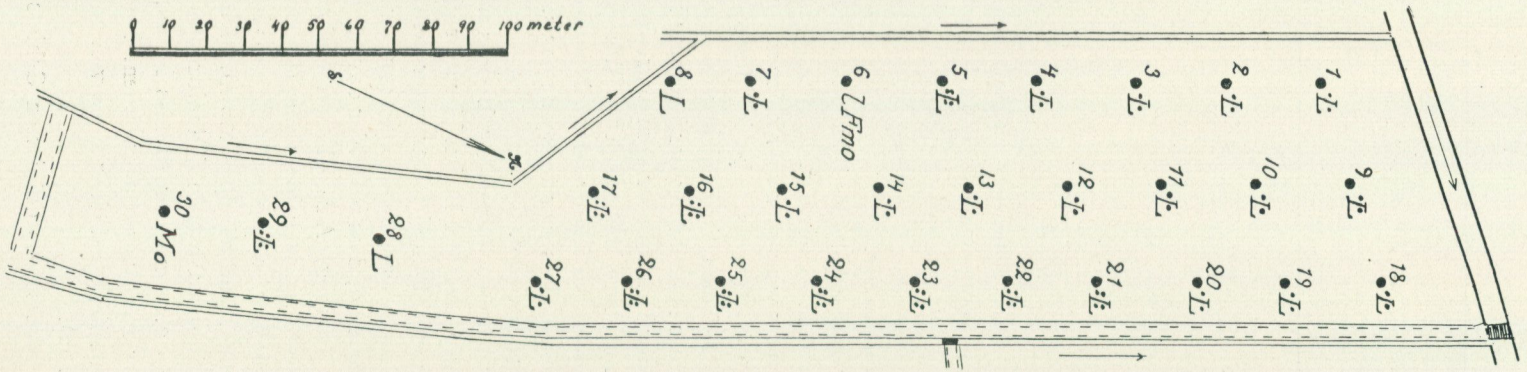

Abb. 14. Versuchsfeld auf Lind. Bodenartkarte über die obere Schicht des Untergrundes. Die Punkte geben die Lage der Bodenprofile an. Die Ziffern oberhalb der Punkte bezeichnen die Nummern der Bodenprofile. Zeichenerklärung Abt. I, 2, E, a.

ist längs der äusseren Kante des Feldes überall, wo es von einem offenen Graben begrenzt ist, eine Fläche von der Breite des halben Abstandes zwischen der äusseren Kante des Feldes und der äusseren Kante des Systems abgezogen worden. Man kann annehmen, dass das Grundwasser von dem abgezogenen Gebiete nach dem offenen Graben läuft. Gegen Süden, wo die Grenze auf der Wasserscheide liegt, und wo sich kein offener Grenzgraben befindet, ist selbstverständlich solcher Abzug nicht vorgenommen worden.

Ernte: 1921 und 1922 Hafer, 1923 Brache, 1924 Weizen, 1925, 1926 und 1927 Klee und Timothy, 1928 und 1929 Hafer.

Hydrographische Angaben. Der Vorflutgraben längs der nördlichen Grenze des Feldes leitet das Grundwasser des Dränsystems sowie das Tagwasser von einem kleineren Gebiete ab und mündet in den See Viken, den nördlichsten Teil des Vättersees. Das Feld gehört dem Wassergebiete Vättern—Motalaström an, dessen Wasser durch den Motalaström in die Ostsee fliesst.

Hydrologische Untersuchungen. Um nähere Kenntnis von der Durchlässigkeit des Bodens und der Bewegung des Grundwassers auf dem Versuchsfelde zu erhalten, habe ich auf demselben Durchlässigkeitsversuche ausgeführt, teils auf natürlich gelagertem Boden, teils auf Boden, welcher bei Ausführung der Dränung umgegraben worden ist. Bericht über diese Versuche für sämtliche fünf Felder, sowie ein weiteres Feld wird in Abt. II erstattet.

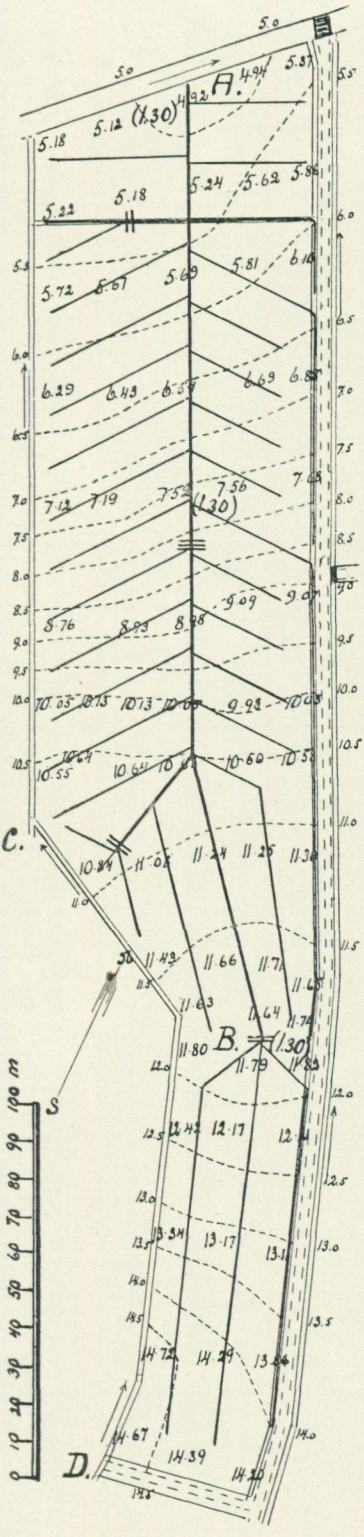

Abb. 15. Versuchsfeld auf Lind. Dränplan, Massstab 1: 2 000. Die Ziffern geben die Höhe über dem Nullplane an. Die eingeklammerten Ziffern bezeichnen die Tiefe der Sammler. Äquidistanz der Kurven 0,5 m.
Die römischen Ziffern bezeichnen den inneren Durchmesser des Sammlers in schwedischen Zoll (1 Zoll = 2,5 cm).

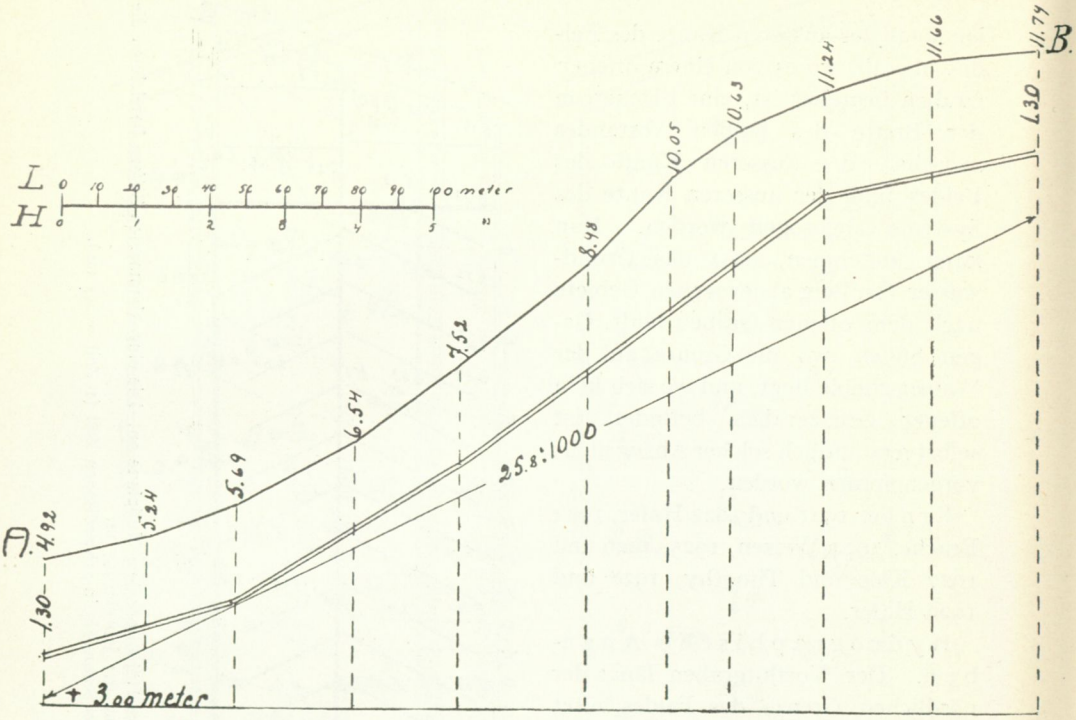

Abb. 16. Versuchsfeld auf Lind. Profil über die Erdoberfläche und den Sammler, Strecke A—B.

Meteorologische Observationen und Dränwassermessung. Bezüglich dieser Frage wird auf meine Besprechung in Abt. I, 2, B und Abt. I, 2, D hingewiesen.

Im Einverständnis mit dem Domänenpächter Herrn H. Grundberg sind die Wassermessungen während der ersten Zeit vom Buchhalter O. Melin und während der letzteren Jahre von dem Vogt L. Vidén ausgeführt worden.

Die Grösse des Abflusses ist durch tägliche Messungen nach der in Abt. I, 2, A angeführten Methode während der Zeit 1. 3. 1921—30. 6. 1929 mit Ausnahme des Jahres 1923, also zusammen während einer Zeit von 7 Jahren und 4 Monaten ermittelt worden.

Beim Studium des erhaltenen Materials über den Abfluss als einer Funktion der angegebenen meteorologischen Faktoren findet man, dass gewisse allgemeine, mehr oder weniger ausgeprägte Vorgänge sich während der verschiedenen Jahre wiederholen. Z. B.:

im Frühjahr bei schneller Steigung der Lufttemperatur während des Verschwindens des Frostes aus dem Boden grosser Abfluss, auch ohne Regen;

während des Vorsommers auf ausgetrocknetem Boden, bei grossem Feuchtigkeitsdefizit und reichlicher Wasseraufnahme der Saat: geringer oder kein Abfluss auch nach bedeutendem Niederschlage usw.

Um mich zu beschränken, werde ich deshalb hier nur die Resultate einiger typischen Jahre anführen, wobei ich die Zeit 1. 3. 1921—31. 12. 1922 sowie 1. 1.—30. 6. 1924, 1. 1. 1927—30. 6. 1929 wähle, d. h. eine Zeit von 4 Jahren und 10 Monaten, Schnee- und Frostschmelzen im Frühjahr während 6 Jahren umfassend.

Für die übrigen Felder mit Observationen während 2 bis 3 Jahren wird das ganze Versuchsmaterial behandelt.

Im folgenden werden für das Lindfeld Angaben über die oben erwähnten meteorologischen Faktoren, sowie über den Abfluss gemacht, und es wird dieser Angabe eine Diskussion für jeden Monat über den Abfluss als einer Funktion dieser Faktoren hinzugefügt.

Versuchsfeld auf Lind März 1921.*

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 7.5	± 0.0	0.3	2.7	0.7	2	6	8	4	5	10		—	
2	+ 7.0	+ 1.0	1.4	2.9	0.8	8	8	6	10	3	6		—	
3	+ 3.0	— 2.0	0.5	3.0	0.3	6	6	4	1	0	1		—	
4	+ 3.0	— 2.0	0.4	0.2	1.0	10	10	10	10	10	10	0.5	—	Regen Schnee
5	+ 4.5	— 1.5	2.9	3.7	1.8	8	10	6	0	1	0		—	
6	+ 1.0	— 5.0	1.2	2.0	0.1	2	2	4	9	10	10	0.8	—	Schnee
7	+ 5.0	— 6.0	0.2	3.7	0.0	6	6	0	1	2	0		+	Schneedecke
8	+ 3.0	— 12.0	0.3	2.3	0.2	0	6	6	5	5	10		+	
9	+ 5.0	± 0.0	0.3	1.9	0.1	2	6	6	10	9	10	3.3	+	Regen
10	+ 10.0	+ 2.0	0.4	1.4	0.1	4	4	0	10	10	2		0.4	
11	+ 10.0	— 1.0	0.8	4.4	1.1	2	6	0	7	1	0		0.3	
12	+ 10.5	— 2.0	0.3	2.8	0.0	2	4	0	1	1	0		0.2	
13	+ 15.0	— 4.0	1.4	5.6	0.1	0	0	0	1	1	0		0.1	
14	+ 15.0	— 4.0	0.1	6.1	1.8	2	2	0	5	1	10		0.5 0.4	
15	+ 10.0	+ 3.0	0.9	3.1	0.4	2	4	4	8	2	8		0.5	
16	+ 12.5	+ 1.5	0.3	3.5	0.2	4	6	4	2	2	5		0.4	
17	+ 11.0	+ 2.0	0.2	1.3	0.3	4	6	0	6	10	2		0.4	
18	+ 13.0	— 0.5	0.0	4.7	0.3	2	2	4	10	6	5	1.2	0.3	
19	+ 9.5	+ 1.0	1.0	1.9	0.2	2	6	4	10	7	1	0.1	0.2	Regen
20	+ 9.0	+ 1.0	1.0	2.1	0.4	6	6	0	10	10	10		0.2	
21	+ 11.0	+ 2.0	1.3	3.6	0.6	6	6	4	10	3	5		0.1	
22	+ 9.0	+ 2.0	1.4	1.9	0.4	8	8	8	10	10	7		0.3	
23	+ 12.0	+ 1.0	0.7	3.7	1.0	2	6	4	5	5	5		0.2	
24	+ 10.0	+ 3.5	0.8	1.0	1.7	6	8	8	10	10	10		0.2	
25	+ 12.0	+ 4.0	4.1	5.0	0.5	8	8	4	0	1	0		0.1	
26	+ 12.5	— 2.0	0.8	5.0	0.5	0	4	0	6	8	8	1.3	0.1	
27	+ 4.0	— 0.5	0.3	0.7	0.5	0	4	2	10	10	0	2.8	0.1	Regen Schnee
28	+ 6.5	— 0.5	0.5	4.1	1.7	6	10	8	4	1	0	0.5	0.1	
29	+ 7.0	— 1.0	0.2	0.3	0.3	4	4	0	10	10	10	0.3	0.1	Regen
30	+ 9.5	+ 3.0	0.8	4.3	0.5	4	10	8	2	4	10	4.8	0.1	
31	+ 10.0	+ 2.0	1.4	3.9	0.7	10	10	6	3	10	0		0.1	
Med.	+ 8.6	— 0.5	0.8	3.0	0.6	4.1	5.9	3.8	6.1	5.4	5.0	Sa. 15.6		

Das Wetter wird während dieses Monats in erster Linie dadurch charakterisiert, dass die Maximaltemperatur mit durchschnittlich ung. + 8° täglich über dem Gefrierpunkt lag, während die Minimaltemperatur unter dem Gefrierpunkt oder wenig über demselben lag, d. h. dass tagsüber Tau und nachts mitunter Frost vorkam.

Der Niederschlag, der unbedeutend war, hat geringe Einwirkung auf den Abfluss gehabt. Dieser vergrösserte sich schnell am 10. 3., infolge Steigens der Temperatur während des vorhergehenden Tags. Die Maximal- und Minimaltemperatur, die für den 10. 3. angezeichnet ist, bezieht sich auf die nächst vorhergehenden 24 Stunden. Die Maximaltemperatur stieg von + 5.°0 bis zu + 10°.0 und die Minimaltemperatur von ± 0° bis zu + 2.°0. Infolge der hohen Temperatur begann die Bodenfrostschmelze etwa am 10. 3. Der Boden war am 25. 3. frostfrei. Der Bodenfrost verschwand durch hohe Lufttemperatur und teilweise, besonders während der Tage 11.—16. 3., durch Insolation.

Der Abfluss war infolge hoher Temperatur am 14.—15. 3. am grössten. Zu dem gesteigerten Abflusse trug auch starke Insolation mitten am Tage am 14.—15. 3. bei. Der etwas erhöhte Abfluss am 22. 3. dürfte durch die etwas erhöhte Lufttemperatur am 21. 3. und den starken Tauwetterwind am 22. 3. verursacht worden sein. Die Windstärke betrug letztgenannten Tag 8.

Bei unbedeutendem Niederschlag und niedriger Minimaltemperatur (oft Nachtfrost) war der Abfluss während der Bodenfrostschmelze gering.

* Die Abflussmessungen begannen d. 7. 3.
Kein Zeichen = Kein Niederschlag, resp. Abfluss.
Das Zeichen + = Wassermenge weniger als 0.05 lit/sek/ha.
» » — = Observation nicht ausgeführt.

Versuchsfeld auf Lind April 1921.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 12.0	— 1.0	3.0	6.9	0.7	4	6	2	1	1	10		+	
2	+ 16.5	+ 0.5	0.4	7.8	2.1	2	4	0	10	1	0		+	
3	+ 14.0	+ 6.5	1.8	4.9	0.5	6	6	0	10	6	0		+	
4	+ 8.3	+ 3.0	0.3	0.9	1.0	6	6	4	10	10	0	1.8	+	Regen
5	+ 12.0	— 0.5	3.4	6.0	1.1	6	6	0	0	3	0		+	
6	+ 9.5	+ 2.0	1.7	5.0	1.0	6	8	2	10	8	0		+	
7	+ 13.0	— 1.5	4.2	7.2	1.9	6	6	2	0	1	0		+	
8	+ 12.0	— 3.0	3.6	6.8	2.3	4	6	4	2	0	0		+	
9	+ 17.0	+ 1.0	1.4	5.2	0.7	4	4	0	6	5	0		+	
10	+ 16.0	+ 2.0	0.2	6.0	0.1	0	4	0	10	0	0		+	
11	+ 17.0	— 1.0	2.3	7.3	0.5	2	4	0	5	5	0		+	
12	+ 16.5	— 1.0	2.0	9.4	1.9	2	4	2	1	3	10		+	
13	+ 8.5	+ 6.0	1.6	0.5	1.2	6	8	6	10	10	8	3.5	+	Regen
14	+ 9.5	+ 1.0	0.6	3.4	0.4	4	6	6	10	10	10	7.2	+	Regen Schnee
15	+ 5.0	— 1.0	1.6	0.7	0.3	4	6	0	10	10	0	0.4	+	Regen Schnee
16	+ 9.0	— 1.0	1.0	2.4	1.1	6	6	4	10	8	0	0.8	+	Regen
17	+ 9.0	± 0.0	2.6	3.8	0.3	4	2	0	3	4	4		+	
18	+ 7.5	— 2.0	1.9	3.9	0.3	4	8	6	10	10	10	27.1	+	Regen Schnee
19	+ 3.5	± 0.0	0.2	0.9	0.2	8	6	2	10	10	10	2.2	1.4	Regen Schnee
20	+ 10.5	+ 1.5	0.7	4.3	0.3	2	2	0	10	5	6	0.6	0.1	Regen
21	+ 8.5	+ 1.5	0.4	2.5	0.2	6	4	0	10	10	8	2.3	0.1	Regen
22	+ 10.2	+ 1.0	0.4	4.3	0.2	6	6	0	10	3	0		+	
23	+ 15.5	— 2.0	3.0	6.9	3.5	2	4	4	5	10	5	0.4	+	
24	+ 17.0	+ 5.0	2.8	6.0	1.8	4	6	4	5	10	5		+	
25	+ 22.0	+ 5.0	1.8	11.3	4.2	2	6	0	9	6	0		+	
26	+ 23.0	+ 7.0	4.1	11.1	3.3	2	4	0	2	7	6		+	
27	+ 23.0	+ 6.5	5.6	14.7	3.8	4	6	0	0	1	0		+	
28	+ 25.0	+ 4.0	4.7	16.6	3.4	2	4	2	5	4	3	0.2	+	Regen
29	+ 17.0	+ 8.0	5.7	7.9	3.4	6	6	2	1	3	0	0.2	+	
30	+ 18.0	— 1.0	5.8	8.3	1.7	2	4	0	5	3	0		+	
Med.	+ 13.5	+ 1.4	2.3	6.1	1.4	4.1	5.2	1.7	6.3	5.6	3.2	Sa. 46.7		

Die Maximaltemperatur stieg während des Monats etwas unregelmässig von ungefähr 12° bis ungefähr 25°. Die Minimaltemperatur lag oft unter 0°. Am 13.—14. 4. fielen zusammen 10.7 mm Niederschlag, teilweise in Form von Schnee, ohne Einwirkung auf den Abfluss. Da die Bodenoberfläche durch grosses Feuchtigkeitsdefizit während der unmittelbar vorhergehenden Tage ziemlich ausgetrocknet war, wurde das Niederschlagswasser im Boden festgehalten.

Besonderes Interesse lenkt der Abfluss an dem Tage nach d. 18. 4. auf sich, da der Niederschlag bis zu 27.1 mm betrug. Am 19. 4. wurde ein Abfluss von 1.4 lit/sek/ha gemessen, welcher am folgenden Tage bis auf 0.1 herabging. Die Ursache zu dem schnellen Heruntergehen dürfte zunächst die gewesen sein, dass die Temperatur in der Nacht so niedrig war, dass der teilweise in Form von Schnee gefallene Niederschlag äusserst langsam wegschmolz. Das im grossen und ganzen erhöhte Feuchtigkeitsdefizit vom 20. 4. brachte gesteigerte Verdunstung, also verminderten Abfluss.

Versuchsfeld auf Lind Mai 1921.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 21.0	+ 1.0	6.6	11.9	2.4	4	2	0	4	5	3		+	
2	+ 18.0	+ 3.0	5.2	9.0	2.0	6	6	4	5	6	10	2.8	+	
3	+ 12.0	+ 1.0	0.3	3.5	0.6	4	2	0	10	8	1		+	
4	+ 14.0	— 3.0	3.3	9.8	0.9	2	4	6	1	1	4		+	
5	+ 12.0	+ 1.0	3.5	4.4	0.6	6	4	0	3	8	0	0.9		Regen
6	+ 13.5	— 1.0	4.1	6.7	1.4	4	6	0	2	5	1			
7	+ 14.0	— 2.0	2.5	5.7	1.7	6	6	6	5	10	10	1.1		Regen
8	+ 20.5	+ 7.0	5.2	10.5	4.4	6	6	4	9	1	1	0.5		
9	+ 19.5	+ 6.5	1.4	5.5	1.1	2	4	0	10	9	10	0.3		Regen
10	+ 16.0	+ 8.4	2.2	2.1	0.7	2	2	0	10	10	1	2.3		Regen
11	+ 19.5	+ 2.0	5.1	6.6	2.6	0	2	0	2	7	10			
12	+ 17.0	+ 6.0	1.5	7.0	2.0	4	6	0	10	1	0			
13	+ 22.0	+ 3.5	5.4	12.3	3.2	2	6	0	1	0	0			
14	+ 22.0	+ 3.0	9.1	12.3	1.8	4	6	0	0	2	1			
15	+ 25.0	+ 6.0	6.2	17.0	2.3	6	8	0	1	2	0	0.3		
16	+ 20.0	+ 7.0	3.8	12.3	1.5	6	8	0	8	3	0			
17	+ 21.0	+ 1.0	7.5	12.6	4.7	6	6	6	0	1	5			
18	+ 21.0	+ 7.0	6.6	10.8	2.2	4	6	0	1	9	10	0.2		Regen
19	+ 20.0	+ 9.0	7.8	4.8	0.6	4	2	0	3	3	10	3.9		Regen
20	+ 20.0	+ 4.0	5.4	9.1	4.1	4	6	0	0	1	10			
21	+ 21.0	+ 6.0	4.8	10.3	1.0	6	4	0	1	4	0			
22	+ 23.0	+ 6.0	6.4	12.9	5.0	4	6	4	1	0	3			
23	+ 24.0	+ 6.0	8.3	15.4	4.1	6	4	0	1	1	2			
24	+ 23.0	+ 7.0	8.1	12.3	3.2	6	8	0	2	1	9			
25	+ 24.0	+ 11.0	7.8	13.4	4.1	6	6	0	5	5	1			
26	+ 29.0	+ 5.5	10.0	21.3	4.8	2	4	2	0	0	0			
27	+ 28.5	+ 10.0	11.2	18.7	8.1	4	6	6	1	5	2			
28	+ 25.0	+ 12.0	9.1	10.6	1.3	6	6	0	4	8	1	2.0	—	Regen
29	+ 16.5	+ 6.0	0.8	1.6	1.4	2	4	0	10	9	0	5.6	—	Regen
30	+ 19.5	+ 7.0	3.4	8.3	2.0	6	8	2	9	4	2			
31	+ 24.5	+ 7.0	8.8	13.1	6.3	6	8	6	1	1	10			
Med.	+ 20.2	+ 5.0	5.5	10.1	2.6	4.4	5.2	1.4	3.9	4.2	3.8	Sa. 19.9		

Die starke Verdunstung während der letzten Woche des April hat bei verhältnismässig hohem Feuchtigkeitsdefizit und verhältnismässig starker Insolation im Mai fortgedauert. Der Abfluss hörte von 5. 5. ab auf. Der Boden war schon so stark ausgetrocknet, dass der Niederschlag, der nicht verdunstete, physikalisch gebunden wurde.

Das Feld wurde am 3. 5. mit Hafer besät.

Versuchsfeld auf Lind Juni 1921.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 24.0	+ 9.0	10.0	14.2	4.4	4	6	0	0	0	2			
2	+ 27.0	+ 6.5	10.3	16.3	5.0	0	6	0	1	2	3			
3	+ 26.5	+ 8.0	12.9	18.0	6.4	4	6	0	0	1	0			
4	+ 30.0	+ 8.5	11.7	22.6	9.0	6	4	0	1	0	5			
5	+ 19.2	+ 10.0	9.0	9.2	5.8	6	8	6	1	5	3			
6	+ 18.0	+ 4.5	6.7	7.8	3.8	6	8	4	0	0	0			
7	+ 25.0	+ 7.5	6.6	14.7	5.2	6	6	4	4	5	0			
8	+ 25.5	+ 9.0	10.0	15.2	4.3	2	2	0	0	4	1			
9	+ 28.0	+ 9.0	8.8	18.0	6.2	0	6	0	9	8	10	0.3		
10	+ 19.0	+ 11.0	2.1	1.3	1.7	6	6	8	10	10	10	6.0		Regen
11	+ 14.0	+ 10.0	0.2	1.4	0.6	6	4	4	10	10	10	5.3		Regen
12	+ 16.0	+ 8.0	2.2	4.5	1.1	4	6	4	9	10	8	2.6		Regen
13	+ 18.5	+ 7.5	4.8	9.0	2.2	6	4	0	2	2	2			
14	+ 19.4	+ 2.0	6.1	10.5	3.5	6	4	0	0	5	8	0.1		
15	+ 18.0	+ 10.0	3.4	1.5	0.8	8	6	0	10	10	0	1.2		Regen
16	+ 18.0	+ 6.0	5.5	10.5	2.4	6	6	2	1	2	2			
17	+ 22.5	+ 4.0	6.2	11.7	3.2	6	8	8	7	2	10	0.4		
18	+ 15.0	+ 5.0	1.4	2.6	0.1	8	6	6	10	10	10	22.8		Regen
19	+ 12.0	+ 4.0	0.3	0.4	0.5	8	0	4	10	10	10	6.7	+	Regen
20	+ 14.0	+ 8.0	0.6	1.0	1.0	2	8	6	10	10	10	5.9	+	Regen
21	+ 17.5	+ 6.0	4.2	5.2	1.1	4	6	2	8	9	10	8.4	+	Regen
22	+ 17.0	+ 7.0	1.0	0.4	1.0	4	2	0	9	10	0	2.6	+	Regen
23	+ 18.5	+ 4.0	6.8	7.1	1.4	6	6	2	1	3	1		+	
24	+ 23.0	+ 9.5	6.9	12.4	2.1	0	4	0	5	5	0	0.1	+	Regen
25	+ 25.0	+ 8.0	7.0	13.3	3.9	2	8	4	1	2	2		+	
26	+ 24.0	+ 12.5	6.9	11.5	1.9	6	8	6	2	4	10	6.4	+	Regen
27	+ 16.0	+ 7.0	0.7	0.4	0.8	2	6	2	10	10	10	28.5	1.1	Regen
28	+ 18.5	+ 8.0	5.5	8.4	2.6	2	6	0	2	6	2		0.1	
29	+ 18.5	+ 7.5	6.4	6.8	3.7	4	4	4	2	3	5		+	
30	+ 15.0	+ 7.0	5.9	4.6	1.1	6	8	4	3	10	10		+	
Med.	+ 20.1	+ 7.5	5.7	8.7	2.9	4.5	5.6	2.7	4.6	5.6	5.1	Sa. 97.3		

Vom 9.—17. 6. fielen zusammen 15.9 mm Regen, der entweder verdunstete oder vom Boden physikalisch gebunden wurde. Der Niederschlag am 18. 6. (22.8 mm) brachte Abfluss in so unbedeutender Menge, dass er geringer als 0.1 lit/sek/ha gemessen wurde.

Trotzdem die Zeit vom 9.—27. 6. eine ausgeprägte Regenperiode mit zusammen 97.3 mm Niederschlag war, wurde an keinem Tage ein Abfluss von 0.1 lit/sek/ha gemessen, mit Ausnahme vom 27. 6., als der Niederschlag 28.5 mm betrug. Der bedeutende Abfluss von 1.1 lit/sek/ha, der am letztgenannten Tag konstatiert wurde, hörte schnell auf.

Die Ursache des geringen Abflusses trotz reichlichen Niederschlages war starke Verdunstung, zum grossen Teil durch die Vegetation — Hafer —, verursacht, die während des Monats starkes Wachstum aufwies und dabei viel Wasser aufnahm.

Versuchsfeld auf Lind Juli 1921.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8^h	14^h	21^h	8^h	14^h	21^h	8^h	14^h	21^h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 20.5	+ 11.0	2.2	8.0	2.3	4	0	0	10	7	10		+	
2	+ 24.0	+ 8.0	6.7	12.0	2.6	6	6	2	2	0	1		+	
3	+ 27.5	+ 8.0	9.5	15.0	4.6	0	4	0	1	1	2		+	
4	+ 27.5	+ 11.0	7.9	7.5	4.2	2	2	0	2	9	1		+	
5	+ 18.0	+ 10.0	1.0	6.3	1.3	8	8	0	10	9	1		+	
6	+ 20.0	+ 5.0	7.7	8.9	2.2	4	2	0	0	8	1		+	
7	+ 24.5	+ 6.0	8.7	15.3	5.8	2	6	0	1	2	2		+	
8	+ 26.4	+ 10.0	10.5	17.6	4.6	6	6	2	1	1	1		+	
9	+ 26.5	+ 13.0	5.6	16.1	5.3	6	6	0	5	0	3		+	
10	+ 25.0	+ 12.0	6.5	13.2	5.0	6	8	0	10	9	0		+	
11	+ 26.0	+ 12.0	9.9	14.6	6.9	8	8	8	2	3	1			
12	+ 19.5	+ 10.0	8.0	10.3	5.3	8	8	2	2	2	1			
13	+ 18.5	+ 6.0	6.4	8.2	5.5	6	6	4	0	10	2			
14	+ 19.0	+ 7.0	4.8	9.1	3.5	6	8	0	8	10	7			
15	+ 22.8	+ 5.0	7.2	15.5	3.8	4	4	0	0	0	0			
16	+ 28.0	+ 4.5	11.1	19.1	4.1	0	4	0	1	2	3			
17	+ 27.0	+ 10.0	8.3	17.0	5.3	4	4	4	1	1	7			
18	+ 26.0	+ 7.0	6.7	16.4	5.9	4	2	0	1	2	5			
19	+ 30.0	+ 7.5	4.9	18.0	10.2	0	6	0	10	5	8			
20	+ 22.0	+ 13.5	3.4	9.0	3.0	6	2	4	10	5	7	2.3		
21	+ 17.0	+ 12.4	0.7	1.2	3.9	4	6	4	10	10	1	7.0		Regen
22	+ 23.0	+ 7.0	1.1	13.0	0.5	2	4	4	6	5	10	13.2		Regen
23	+ 19.0	+ 12.5	0.7	8.9	3.8	6	10	8	10	3	0	5.8		Regen
24	+ 18.5	+ 10.0	2.5	8.5	3.2	6	10	8	9	9	1			
25	+ 21.0	+ 11.0	3.4	8.8	4.7	8	8	6	9	3	3			
26	+ 26.0	+ 12.0	4.7	11.5	2.2	6	8	2	10	2	5	1.1		Regen
27	+ 21.6	+ 13.0	5.2	12.4	4.9	6	10	6	8	5	10			
28	+ 22.0	+ 10.0	3.2	8.1	1.3	6	6	0	9	5	5			
29	+ 24.0	+ 6.0	8.0	9.2	3.9	2	6	8	5	10	10	0.3		Regen
30	+ 22.0	+ 16.0	3.4	7.1	3.1	6	6	2	9	9	8			
31	+ 23.0	+ 7.0	5.1	8.1	3.7	6	6	4	8	5	10			
Med.	+ 23.1	+ 9.5	5.6	11.4	4.1	4.8	5.8	2.5	5.5	4.9	4.1	Sa. 29.7		

Nachdem der Abfluss vom 11. 7. ab aufgehört hatte, war der Boden durch grosse Verdunstung, die zunächst durch starkes Wachstum, verhältnismässig hohes Feuchtigkeitsdefizit und starke Insolation verursacht war, so ausgetrocknet, dass der Niederschlag von 28.3 mm, der vom 20.—23. 7. fiel, verdunstete oder physikalisch im Boden festgehalten wurde.

Versuchsfeld auf Lind August 1921.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 22.5	+ 12.0	5.3	8.4	1.1	6	4	0	8	9	10	4.1		Regen
2	+ 26.0	+ 15.0	1.9	14.4	2.8	0	2	0	10	3	5			
3	+ 25.0	+ 15.0	9.6	7.2	4.0	0	0	0	5	10	10	2.1		Regen
4	+ 17.0	+ 12.0	1.1	1.1	1.5	6	2	0	10	10	1	4.7		Regen
5	+ 20.0	+ 10.0	4.7	6.5	0.7	6	6	6	3	5	10	8.8		Regen
6	+ 19.0	+ 10.0	0.5	1.4	0.7	0	6	6	10	10	9	24.3		Regen
7	+ 17.0	+ 9.0	1.0	1.7	3.2	8	8	8	10	10	0	0.1		Regen
8	+ 19.0	+ 9.0	5.9	8.5	2.8	6	8	6	3	5	1			
9	+ 17.5	+ 9.0	5.5	5.2	1.7	6	8	0	5	9	10			
10	+ 19.0	+ 9.5	5.8	8.8	2.9	4	6	2	3	2	9			
11	+ 25.0	+ 7.0	5.8	14.7	5.5	0	2	4	1	1	10	2.6		
12	+ 16.2	+ 11.0	3.2	0.5	0.5	4	8	0	10	10	10	28.8	0.2	Regen
13	+ 15.0	+ 10.0	0.5	0.5	0.5	0	0	0	10	10	10	13.4	0.2	Regen
14	+ 18.0	+ 13.0	1.0	2.7	1.1	2	0	6	10	10	9	4.1	0.1	Regen
15	+ 17.0	+ 12.0	1.6	2.7	0.9	6	6	6	10	10	10	2.4	+	Regen
16	+ 14.0	+ 11.0	1.3	0.4	0.7	8	6	4	10	10	10	18.3	+	Regen
17	+ 21.0	+ 10.0	1.7	6.5	0.6	4	4	0	10	5	5	0.1	+	
18	+ 21.5	+ 7.0	3.2	6.3	0.4	2	4	0	3	6	0		+	
19	+ 21.0	+ 8.0	0.8	6.5	0.4	0	4	0	10	1	0		+	
20	+ 25.0	+ 7.5	3.3	10.8	1.0	6	4	0	0	0	0		+	
21	+ 26.0	+ 11.0	5.9	13.6	2.6	4	2	0	0	0	0		+	
22	+ 26.5	+ 7.0	5.5	15.0	1.5	0	2	0	0	0	0		+	
23	+ 27.0	+ 7.5	5.4	12.3	0.7	0	4	0	0	1	0		+	
24	+ 27.0	+ 8.5	4.2	14.5	1.2	0	4	0	0	0	0		+	
25	+ 24.0	+ 10.0	4.3	11.1	1.1	4	6	0	2	5	10	10.7	+	Regen
26	+ 16.0	+ 10.0	1.2	3.3	1.5	6	6	0	10	9	1	1.8	+	Regen
27	+ 14.5	+ 7.0	3.5	0.6	1.8	4	8	8	2	10	5	12.0	+	Regen
28	+ 15.0	+ 9.0	0.7	2.3	0.5	4	4	0	10	10	0	3.2	+	Regen
29	+ 17.5	+ 5.0	2.4	6.2	0.4	0	4	6	3	6	10	10.4	+	Regen
30	+ 13.0	+ 7.0	1.8	2.2	0.3	6	8	6	10	10	10	2.7	0.1	Regen
31	+ 13.5	+ 4.0	1.1	5.4	1.1	6	6	0	9	5	0		+	
Med.	+ 19.9	+ 9.5	3.2	6.5	1.5	3.5	4.6	2.2	6.0	6.2	5.3	Sa. 154.6		

Durch die starke Verdunstung im Juli war der Boden so ausgetrocknet, dass während der ersten Woche (trotz geringen Feuchtigkeitsdefizits mit Ausnahme am 2. 8., unbedeutender Insolation und schwachem Wind) der ganze Niederschlag, der während der Zeit vom 1.—7. 8. 44.1 mm betrug, verdunstete oder vom Boden festgehalten wurde. Der Niederschlag, welcher während der Tage 11.—13. 8. fiel, (zusammen 44.8 mm) brachte einen Abfluss, der zu 0.2 lit/sek/ha gemessen wurde, aber schnell herunterging.

Nachdem der Boden während der Zeit vom 18.—24. 8. durch hohes Feuchtigkeitsdefizit und starke Insolation wieder an der Oberfläche ausgetrocknet war (obgleich immer noch einiger Abfluss vorkam), wurde nach dem Niederschlage der letzten Woche (40.8 mm) nicht höherer Abfluss als 0.1 lit/sek/ha gemessen.

Versuchsfeld auf Lind September 1921.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 16.2	± 0.0	3.5	8.3	0.1	0	4	0	0	0	0	0.1	+	
2	+ 15.0	+ 2.0	0.4	2.3	0.6	2	6	6	10	10	10	2.5	+	Regen
3	+ 15.2	+ 9.0	2.5	5.5	0.5	6	6	2	5	5	9	1.9	+	Regen
4	+ 15.0	+ 5.0	2.1	3.7	0.6	6	6	0	8	8	10	0.9	+	Regen
5	+ 16.5	+ 6.0	2.0	1.2	1.1	4	2	0	2	10	10	0.2	+	Regen
6	+ 17.5	+ 10.0	1.1	2.7	0.9	0	2	0	10	10	10		+	
7	+ 20.0	+ 11.5	1.5	5.9	0.4	2	4	0	10	9	2		+	
8	+ 21.0	+ 10.5	0.7	5.9	0.4	0	4	0	10	0	0		+	
9	+ 24.0	+ 9.0	0.7	8.0	0.4	0	4	0	2	2	0		+	
10	+ 25.0	+ 7.0	1.0	12.2	2.1	0	4	6	5	2	10	0.4	+	
11	+ 18.0	+ 9.8	3.2	7.3	1.6	4	4	6	9	6	1		+	
12	+ 17.0	+ 9.0	2.7	5.9	1.8	6	8	4	8	8	1	0.4	+	Regen
13	+ 12.5	+ 6.0	1.9	1.0	0.4	2	4	0	8	10	1	1.5		Regen
14	+ 16.0	+ 5.0	1.8	7.4	0.8	6	6	2	0	0	10	8.1		
15	+ 14.0	+ 8.0	0.6	2.2	1.8	6	2	8	10	10	8	0.8		Regen
16	+ 15.0	+ 8.5	1.3	2.1	0.3	4	4	0	10	10	10	4.8		Regen
17	+ 13.5	+ 5.0	2.3	4.9	0.7	6	4	0	2	8	2			
18	+ 16.0	— 1.5	1.3	7.8	0.3	2	4	0	0	1	1			
19	+ 18.0	+ 1.5	0.6	7.7	0.4	0	2	0	5	1	0			
20	+ 16.0	— 1.5	0.2	6.2	0.0	0	6	0	2	2	2			
21	+ 16.0	+ 2.0	0.1	5.6	0.3	2	2	0	1	9	5			
22	+ 18.0	+ 4.0	0.7	6.8	1.6	0	8	8	10	3	10			
23	+ 16.0	+ 11.0	3.6	6.2	3.0	6	8	8	2	1	5			
24	+ 15.0	+ 8.0	3.0	7.9	4.6	6	8	6	1	3	0			
25	+ 13.0	+ 1.0	3.8	6.7	0.9	6	6	0	1	2	0			
26	+ 13.0	— 4.0	2.4	5.6	1.7	4	6	0	0	5	0			
27	+ 13.5	— 1.0	0.2	6.2	0.4	0	4	0	5	3	2			
28	+ 16.0	+ 6.0	1.8	4.7	2.2	6	6	8	10	1	5			
29	+ 12.5	+ 3.5	3.3	7.2	3.4	4	6	4	0	1	0			
30	+ 11.0	± 0.0	2.1	5.1	0.5	4	4	0	0	0	0			
Med.	+ 16.2	+ 5.0	1.7	5.7	1.1	3.1	4.8	2.3	4.9	4.7	4.1	Sa. 21.6		

Die ersten fünf Tage waren eine ziemlich ausgeprägte Regenperiode, aber mit nur so geringem, täglichem Niederschlage, dass dieser nicht auf die Grösse des Abflusses einwirkte. Während der Trockenperiode vom 6.—12. 9. (der Niederschlag vom 10. und 12. 9., 0.4 mm, ist so unbedeutend, dass er von vorliegendem Gesichtspunkt aus keine Bedeutung hat) endete der Abfluss am 13. 9. Der Boden war dann an der *Oberfläche* so ausgetrocknet, dass der Niederschlag am 13. und 14. 9., zusammen 9.6 mm, gar keinen Abfluss mit sich brachte, ebenso nicht der Niederschlag am 16. 9. von 4.8 mm.

Versuchsfeld auf Lind Oktober 1921.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 11.0	± 0.0	1.1	3.0	3.5	6	6	6	0	10	9			
2	+ 14.0	+ 8.0	2.6	3.0	0.2	0	4	0	10	9	5			
3	+ 15.0	+ 8.0	0.4	3.2	0.4	4	2	6	8	10	10	4.0		Regen
4	+ 11.2	+ 0.5	2.2	5.3	1.2	6	6	0	0	1	0			
5	+ 12.0	— 4.0	0.4	4.9	0.1	0	6	0	0	0	5			
6	+ 16.0	+ 4.8	1.6	7.2	2.1	4	4	0	2	2	0			
7	+ 15.0	+ 2.0	1.1	5.7	2.8	2	6	6	0	0	10	2.3		
8	+ 16.0	+ 5.5	1.0	4.2	0.3	4	4	0	10	1	0			
9	+ 16.0	+ 2.0	0.0	5.9	0.0	0	0	0	10	2	1			
10	+ 12.0	± 0.0	0.0	1.3	0.6	0	0	0	10	10	10	0.5		
11	+ 12.0	+ 5.0	0.4	0.2	0.1	4	4	2	10	10	0	0.1		Regen
12	+ 11.0	— 1.0	0.2	0.5	0.6	0	4	0	5	10	10	0.1		
13	+ 13.0	+ 6.0	0.2	1.6	0.3	2	0	0	10	10	2			
14	+ 12.0	+ 5.0	1.2	3.1	2.4	6	8	6	10	2	0	1.1		Regen
15	+ 10.0	+ 3.0	1.8	3.1	1.1	6	6	4	5	10	10			
16	+ 14.0	+ 8.0	1.7	4.6	1.0	4	6	6	1	1	0			
17	+ 14.0	+ 3.0	1.5	4.9	0.6	4	4	0	5	5	0			
18	+ 14.0	+ 1.0	1.7	2.1	1.4	6	6	2	8	5	5			
19	+ 18.0	+ 8.0	1.5	5.1	2.3	4	6	6	2	9	5			
20	+ 14.0	+ 3.0	1.4	5.1	0.7	6	6	4	8	1	8			
21	+ 10.5	+ 2.0	1.1	0.8	2.6	6	8	6	3	10	1	0.7		Regen
22	+ 7.2	— 2.0	3.2	4.4	0.7	6	6	0	1	1	0			
23	+ 1.0	— 5.0	0.6	0.2	0.0	8	8	8	10	10	10	30.4		Schnee
24	+ 0.5	— 5.0	0.2	0.4	—0.0	6	8	2	10	6	1	1.5		Schneedecke 17 cm
25	+ 2.6	— 10.0	0.2	1.0	0.0	4	4	0	10	10	10			Schneedecke 15
26	+ 6.5	— 2.5	0.3	1.5	0.2	2	2	0	5	5	10	3.2		Schneedecke 12
27	+ 8.0	— 2.0	0.2	1.2	0.0	2	6	4	5	10	10	1.5	0.1	Schneed. 8 Regen
28	+ 8.5	— 1.0	0.7	2.3	0.1	4	4	0	0	0	0		+	
29	+ 3.0	— 3.0	0.0	0.6	0.3	0	4	6	10	10	10		0.1	
30	+ 1.8	— 2.0	0.5	2.1	0.4	4	2	0	10	1	5	0.3	+	
31	+ 11.0	— 2.0	0.3	2.7	1.0	6	8	8	10	9	5	2.0	+	Regen
Med.	+ 10.7	+ 1.1	0.9	2.9	0.9	3.7	4.8	2.6	6.4	5.8	4.9	Sa. 47.7		

Der Boden war am Anfang des Monats durch verhältnismässig hohes Feuchtigkeitsdefizit und starke Insolation ziemlich ausgetrocknet. Dass der unbedeutende Niederschlag, der in Form von Regen während der Zeit vom 3.—21. 10. ziemlich gleichmässig auf die ganze Periode verteilt fiel, (zusammen 8.8 mm) nicht Abfluss mit sich führte, ist deshalb — trotz niedrigem Feuchtigkeitsdefizit, geringer Insolation und schwachem Wind während der zweiten und dritten 5-Tageperiode — erklärlich.

Vom 22. 10. ab fiel die Minimaltemperatur jeden Tag unter den Gefrierpunkt. Der Niederschlag, der am 23. 10. fiel und 30.4 mm betrug, bestand aus Schnee, wodurch der Boden eine Schneedecke von 17 cm Tiefe erhielt. Dieselbe schmolz vom 24. 10. an und verschwand am 27. 10. durch Regen. Da die Temperatur in den Nächten unter 0° herunterging, geschah das Schmelzen verhältnismässig langsam. Der Regen in Verbindung mit dem schmelzenden Schnee führte Abfluss herbei der höchstens 0.1 lit/sek/ha gemessen wurde.

Versuchsfeld auf Lind November 1921.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 9.5	+ 4.0	2.0	3.8	2.2	10	8	10	8	8	0		+	
2	+ 4.0	± 0.0	3.0	3.9	2.1	10	10	8	5	5	0		+	
3	± 0.0	— 4.0	1.7	2.5	0.3	6	6	2	0	0	0		+	
4	+ 0.5	— 10.0	0.3	1.1	0.6	0	4	4	0	1	5	14.0		
5	+ 1.5	— 4.0	0.0	0.2	0.2	8	8	6	10	10	5	4.3		Schneedecke 10 cm
6	— 2.0	— 13.0	0.3	0.9	—0.0	0	0	0	8	2	0			Schneedecke 15
7	— 5.5	— 13.0	0.3	0.5	0.2	4	4	4	10	7	0			Schneedecke 15
8	— 5.0	— 14.0	0.3	0.4	0.2	0	2	0	8	3	0			Schneedecke 15
9	— 3.0	— 19.0	—0.0	0.6	—0.0	0	0	0	0	1	5	0.8		Schneed. 15 Schnee
10	+ 2.0	— 6.5	0.2	0.0	0.0	0	4	0	10	10	10			Schneedecke 15
11	+ 2.0	— 5.0	0.3	0.8	0.1	4	4	0	10	1	2			Schneedecke 8
12	— 4.0	— 5.0	0.4	0.8	—0.0	6	6	4	8	10	10	2.0		Schnee
13	+ 1.0	— 2.0	0.2	0.4	0.2	2	2	4	10	10	10	4.6		Schneed. 3 Schnee
14	+ 1.0	— 3.0	—0.0	0.4	—0.1	2	0	0	10	10	10	1.8		Schneed. 11 Schnee
15	+ 1.0	— 3.0	0.4	0.5	0.0	0	0	0	8	8	10	0.8		Schneed. 12 Schnee
16	— 0.5	— 4.0	0.2	—0.0	0.0	0	2	2	10	10	10	0.4		Schneed. 12 Schnee
17	+ 1.5	— 1.0	0.3	0.3	0.2	4	4	4	10	10	10	1.1		Schneed. 12 Regen
18	+ 1.5	+ 0.5	0.0	0.2	0.0	0	2	0	10	10	10	0.5		Schneed. 9 Regen
19	+ 0.8	± 0.0	0.0	0.2	0.3	2	4	6	10	10	10	1.4		Schneedecke 7
20	± 0.0	— 3.0	0.3	0.2	—0.0	6	6	6	10	10	10	6.3		Schneed. 8 Schnee
21	± 0.0	— 3.0	0.1	0.3	0.3	6	6	6	10	10	10	0.7		Schneed. 14 Regen
22	+ 1.4	— 0.1	0.0	0.0	0.0	0	0	0	10	10	10	0.1		Schneed. 10 Regen
23	+ 2.0	± 0.0	0.0	0.3	0.0	0	2	0	10	9	10			Schneedecke 8
24	+ 2.0	± 0.0	0.6	0.9	0.5	0	2	4	10	10	10			Schneedecke 6
25	+ 1.0	— 1.0	0.1	0.6	0.3	4	2	4	10	9	10			Schneedecke 6
26	+ 1.5	± 0.0	0.0	0.2	0.0	2	0	0	10	10	10			Schneedecke 6
27	+ 0.6	— 1.5	0.0	0.4	0.0	0	0	0	10	10	10			Schneedecke 5
28	— 1.0	— 7.0	0.1	0.2	0.1	0	0	0	10	10	10			Schneedecke 5
29	— 2.0	— 12.0	0.0	0.3	0.2	2	2	0	3	5	10	0.6		Schneedecke 5
30	— 2.0	— 7.0	0.2	0.4	0.2	0	2	4	1	0	10			Schneedecke 5
Med.	+ 0.4	— 4.6	0.4	0.7	0.3	2.6	3.1	2.6	8.0	7.3	7.2	Sa. 39.4		

In der Zeit vom 3.—12. 11. kam starker Frost vor, mit einer niedrigsten Maximaltemperatur von — 5.°5 und Minimaltemperatur von — 19.°0. Beim Beginn dieser Periode hörte der Abfluss für das Jahr auf. Der Niederschlag, der vom 4.—5. 11. in Form von Schnee fiel, zusammen 18.3 mm, bildete eine Schneedecke von 15 cm Tiefe.

Der Boden war den ganzen Monat mit Schnee bedeckt. Die Tiefe der Schneedecke wechselte und betrug am Ende des Monats 5 cm.

Der Niederschlag, der in Form von Regen fiel, rann auf dem gefrorenen Boden ab, und brachte keinen Abfluss mit sich. (Siehe Abb. 55, S. 195!)

Versuchsfeld auf Lind Dezember 1921.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	— 5.0	— 13.0	0.1	0.4	0.1	0	0	0	1	7	0			Schneedecke 5 cm
2	— 0.5	— 13.0	0.3	0.7	0.2	0	6	4	10	8	10			Schneedecke 5
3	— 0.5	— 10.0	0.2	0.7	—0.0	0	2	0	0	1	0			Schneedecke 5
4	— 0.4	— 11.5	0.0	0.2	0.4	0	6	4	10	10	10			Schneedecke 5
5	+ 0.6	— 1.0	—0.0	0.4	0.0	4	4	4	10	10	10	0.2		Schneedecke 5
6	± 0.0	— 1.0	0.1	0.2	0.7	2	0	0	10	10	10	2.6		Schnee
7	+ 1.5	± 0.0	0.0	0.1	0.0	0	0	0	10	10	10	1.3		Regen
8	± 0.0	— 1.5	0.2	0.2	—0.0	2	2	2	10	10	10	10.2		Schneed. 3 Schnee
9	+ 1.0	— 2.0	0.0	0.7	—0.0	2	4	0	10	10	10			Schneed. 11 Schnee
10	+ 0.5	— 1.0	0.1	0.4	0.3	2	2	2	10	10	10			Schneedecke 11
11	+ 1.0	— 1.0	0.6	0.6	—0.0	6	6	4	10	10	10			Schneedecke 11
12	+ 1.0	— 2.0	0.3	0.5	0.3	4	2	2	10	10	10			Schneedecke 11
13	+ 0.8	— 1.0	0.2	0.5	0.2	6	6	0	10	10	10			Schneedecke 11
14	+ 2.2	— 1.0	0.3	0.4	0.2	4	4	0	10	10	10	0.5	+	Schneedecke 11
15	+ 1.6	+ 1.0	0.2	0.3	0.3	4	4	4	10	10	10	4.4	+	Schneed. 10 Regen
16	+ 2.0	+ 0.5	0.0	0.0	0.0	4	4	2	10	10	10	3.5	+	Schneed. 3 Regen
17	+ 6.0	+ 1.0	0.6	1.9	0.8	6	10	10	10	8	10	6.1	+	Regen
18	+ 5.0	— 2.5	1.6	1.1	0.7	8	6	2	10	8	8		+	Schnee
19	+ 0.4	— 5.0	0.7	1.6	0.1	2	4	0	1	2	0		+	
20	+ 4.0	— 6.0	0.4	1.1	0.6	8	6	4	10	5	10	4.1	+	Schnee Regen
21	+ 5.0	— 1.0	0.6	2.1	0.4	10	8	0	10	0	5		0.1	
22	+ 1.0	— 5.0	0.2	0.1	0.0	0	0	0	1	10	10	10.2	0.1	
23	+ 3.2	± 0.0	0.0	2.6	0.0	4	4	4	10	10	10	3.0	0.5	Regen Schnee
24	+ 0.2	— 6.0	0.4	0.3	0.1	8	6	0	10	5	10		0.2	Schneed. 3 Schnee
25	— 3.0	— 6.0	0.2	0.3	0.1	0	0	0	10	10	5	2.2	0.1	Schneed. 3 Schnee
26	+ 1.5	— 4.5	0.2	0.3	0.0	4	2	4	10	10	10	5.3	+	Schnee Regen
27	+ 4.0	+ 1.0	0.2	0.3	0.6	8	6	6	10	10	5	0.4	+	Regen
28	+ 4.0	— 0.5	0.8	0.2	0.2	6	2	0	1	10	10		+	
29	+ 2.0	— 1.0	0.5	1.2	0.2	4	6	4	10	5	10		+	
30	+ 1.0	— 2.2	0.5	0.7	0.3	8	2	6	10	6	10	3.0	+	Schnee
31	+ 1.0	— 1.5	0.2	0.3	0.1	6	8	8	10	10	10	4.8	+	Schneed. 2 Schnee
Med.	+ 1.3	— 3.1	0.3	0.7	0.2	3.9	3.9	2.5	8.5	8.2	8.5	Sa. 61.8		

Weil die Temperatur tagsüber während der zweiten 5-Tageperiode etwas über dem Gefrierpunkte lag, begann der Schnee zu dieser Zeit zu schmelzen. Da das Feuchtigkeitsdefizit und die Insolation gering waren, und ebenso auch der Bodenfrost, entstand Abfluss, der am 14. 12. begann. Der grösste Abfluss, der festgestellt wurde, betrug 0.5 lit/sek/ha, nämlich am 23. 12.; dieser sank jedoch schnell, nachdem die Maximaltemperatur am 25. 12. bis auf — 3.°0 und die Minimaltemperatur auf — 6.°0 heruntergegangen war. Während der letzten 6 Tage des Jahres kam tagsüber Tau und des nachts Frost mit unbedeutendem Abfluss vor.

Versuchsfeld auf Lind Januar 1922.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 3.2	— 8.0	0.4	0.5	0.0	0	6	4	5	10	10	0.8	+	Schneed. 8 Regen
2	+ 3.2	— 1.0	0.5	0.5	0.2	6	6	8	5	1	0		+	Schneedecke 4 cm
3	+ 0.2	— 5.0	1.5	1.6	0.8	6	2	4	5	5	10		+	
4	— 4.0	— 12.0	0.3	0.9	0.3	6	6	4	10	2	0		+	
5	— 5.0	— 12.0	0.3	0.9	0.4	6	4	6	5	2	10	1.1	+	
6	— 4.9	— 7.0	0.2	0.8	0.2	6	4	0	10	10	10		+	Schneedecke 1
7	— 4.0	— 8.0	0.0	0.6	0.3	0	4	4	10	8	8			Schneedecke 1
8	— 2.0	— 7.0	0.6	1.1	0.3	6	6	0	10	10	2			Schneedecke 1
9	— 3.0	— 7.0	0.2	0.5	0.0	0	6	6	0	10	10	9.1		Schneed. 1 Schnee
10	+ 3.0	— 5.0	0.4	1.0	0.6	8	8	8	10	5	8			Schneedecke 10
11	+ 2.0	— 10.5	0.1	0.2	—0.0	4	2	0	10	1	10	1.3		Schneedecke 10
12	— 3.0	— 9.0	0.0	0.4	0.3	6	6	6	10	9	10	1.0		Schneed. 11 Schnee
13	— 0.6	— 8.0	—0.1	0.3	—0.0	8	8	6	10	10	10	1.8		Schneed. 12 Schnee
14	— 0.6	— 6.0	0.4	0.1	0.0	6	8	8	10	10	10	18.4		Schneed. 14 Schnee
15	— 1.0	— 6.0	0.2	0.3	0.3	6	4	6	10	10	10	1.7		Schneed. 38 Schnee
16	— 2.0	— 7.0	0.2	0.3	—0.1	6	6	6	10	10	10	2.0		Schneed. 40 Schnee
17	— 6.0	— 11.0	—0.0	0.6	—0.0	6	6	4	10	10	10	2.3		Schneed. 42 Schnee
18	— 6.0	— 11.0	0.1	0.3	0.2	4	2	4	10	10	10	0.5		Schneed. 45 Schnee
19	— 6.0	— 21.0	—0.0	0.0	—0.0	2	2	2	1	0	0			Schneedecke 45
20	— 5.0	— 23.0	0.0	0.3	0.2	2	6	2	10	10	10			Schneedecke 45
21	— 3.5	— 6.0	0.3	0.8	0.3	6	4	6	10	10	10			Schneedecke 45
22	— 2.0	— 9.2	0.4	0.6	—0.0	2	0	0	9	0	0			Schneedecke 45
23	— 9.0	— 19.0	—0.0	0.0	—0.0	0	0	0	9	1	10			Schneedecke 45
24	— 11.6	— 20.0	0.0	—0.0	—0.0	0	0	2	10	1	0			Schneedecke 45
25	— 5.0	— 21.0	0.0	—0.0	0.0	4	2	2	10	10	10			Schneedecke 45
26	— 5.6	— 9.0	0.1	0.1	—0.0	2	2	0	10	10	10			Schneedecke 45
27	— 6.0	— 8.5	—0.0	0.1	0.0	2	2	0	10	10	10	0.9		Schneedecke 45
28	— 7.4	— 12.0	—0.0	0.3	0.0	2	4	0	10	10	10			Schneedecke 45
29	— 6.0	— 9.0	0.2	0.4	0.2	4	2	0	10	10	10			Schneedecke 45
30	— 5.8	— 8.5	0.0	0.4	—0.0	0	4	0	10	10	10			Schneedecke 45
31	— 3.4	— 6.0	0.2	0.2	0.1	0	0	4	10	10	10	1.0		Schneed. 45 Schnee
Med.	— 3.4	— 10.1	0.2	0.5	0.1	3.7	3.9	3.3	8.4	7.3	8.0	Sa. 41.9		

Die Maximaltemperatur ging am 4. 1. unter 0° herunter. Im grossen und ganzen lag die Temperatur während des Monats unter dem Gefrierpunkt, weshalb der Niederschlag, mit Ausnahme vom 1. 1. in Form von Schnee fiel. Die Tiefe der Schneedecke betrug vom 18. 1. ab bis Ende des Monats 45 cm. Der Abfluss hörte am Anfang der Frostperiode auf.

Versuchsfeld auf Lind Februar 1922.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	— 4.0	— 10.0	0.1	0.2	0.1	4	6	0	10	10	1			Schneedecke 46 cm
2	— 8.8	— 17.0	0.2	0.3	0.1	2	6	0	0	5	10			Schneedecke 46
3	— 11.5	— 17.5	—0.0	0.3	0.1	0	6	6	0	2	10	0.2		Schneedecke 46
4	— 13.8	— 17.0	0.2	0.2	0.1	6	6	8	10	10	10	1.0		Schneed. 46 Schnee
5	— 11.8	— 20.0	0.2	0.1	0.2	8	8	6	5	10	5	2.5		Schneed. 47 Schnee
6	— 10.6	— 15.5	0.1	0.2	0.1	8	4	0	8	10	10			Schneedecke 49
7	— 9.0	— 14.0	0.0	0.4	—0.0	2	2	0	10	7	9			Schneedecke 49
8	— 5.0	— 14.0	—0.0	0.4	0.4	0	4	4	5	10	10	2.3		Schneedecke 49
9	— 1.0	— 6.0	0.2	0.5	0.2	2	2	0	10	10	10			Schneedecke 50
10	± 0.0	— 3.0	—0.0	0.0	—0.0	0	0	0	10	10	10			Schneedecke 50
11	± 0.0	— 2.5	0.5	0.7	0.5	6	8	6	10	10	8			Schneedecke 50
12	+ 0.2	— 8.5	0.3	1.0	0.0	4	4	0	10	1	0			Schneedecke 50
13	— 2.0	— 14.0	0.2	1.0	0.1	0	0	0	1	1	0			Schneedecke 50
14	± 0.0	— 14.0	0.2	0.2	0.4	0	2	4	10	10	10	2.2		Schneed. 50 Schnee
15	+ 0.2	— 6.0	0.5	1.1	0.4	8	6	4	10	9	10			Schneedecke 51
16	— 1.0	— 5.5	0.3	0.9	0.2	2	2	0	10	10	10			Schneedecke 51
17	— 2.0	— 5.0	0.2	0.2	—0.0	0	0	0	10	10	10	1.2		Schneed. 51 Schnee
18	— 1.0	— 6.0	0.2	0.3	0.0	8	4	0	10	10	10	5.1		Schneed. 52 Schnee
19	+ 0.2	— 5.0	0.2	0.8	0.3	0	2	0	10	10	10			Schneedecke 55
20	+ 1.0	— 3.5	0.3	0.6	0.2	2	4	0	10	10	10	7.2		Schneed. 55 Schnee
21	± 0.0	— 7.0	0.2	0.6	0.0	0	2	0	10	10	10			Schneedecke 60
22	+ 1.0	— 6.0	0.6	1.2	0.2	0	6	0	2	10	10	2.2		Schneed. 60 Schnee
23	+ 3.0	— 3.5	0.3	0.9	0.3	6	2	2	10	10	10			Schneedecke 62
24	+ 3.0	± 0.0	0.3	1.3	0.0	4	6	0	10	10	10			Schneedecke 50
25	+ 5.0	+ 1.4	0.6	0.8	0.6	6	6	6	10	10	10			Schneedecke 30
26	+ 5.0	+ 2.0	0.2	0.5	0.7	6	6	6	10	10	5	2.1		
27	+ 6.0	+ 1.0	0.0	2.3	0.4	6	8	8	10	2	10	0.7		Regen
28	+ 3.0	— 1.0	0.0	0.3	0.0	6	4	0	10	10	10	10.6		Regen Schnee
Med.	— 1.9	— 7.8	0.2	0.6	0.2	3.4	4.1	2.1	8.3	8.5	8.5	Sa. 37.3		

Während dieses Monats lag die Minimaltemperatur mit Ausnahmeder letzten Woche unter dem Gefrierpunkt. Die Maximaltemperatur stiegbis zum 21. 2. im grossen und ganzen nicht über den 0-Punkt. Vom 24. 2. an nahm die Schneedecke infolge hoher Lufttemperatur in Verbindung mit starkem Tauwetterwind schnell ab. Die Schneedecke, die vom 23. 2. ab eine Tiefe von 62 cm hatte, war am 26. 2. ohne Regen und Insolation durch starken Tauwetterwind verschwunden, eine aussergewöhnlich schnelle Schneeschmelze.

Weil das Tauwetter während des Monats nicht auf den Bodenfrost einzuwirken vermochte, rann alles Schmelzwasser auf dem gefrorenen Boden ab, weshalb kein Dränwasserabfluss entstand.

Versuchsfeld auf Lind März 1922.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 3.0	— 1.0	0.3	0.9	0.0	2	4	0	10	10	10	4.2		Regen Schnee
2	+ 3.0	— 0.5	0.1	0.6	0.0	0	4	0	10	10	10			
3	+ 3.0	— 1.5	0.6	1.4	0.3	4	2	0	10	5	0	2.8		
4	+ 2.0	— 1.5	0.0	0.8	0.0	0	4	4	10	10	10	2.9		Regen Schnee
5	+ 5.5	— 1.0	1.1	2.6	0.3	6	8	4	5	0	10	11.1		Regen
6	+ 7.2	+ 0.5	0.4	2.6	0.9	8	10	8	10	2	0			
7	+ 7.5	— 1.5	0.3	3.9	0.5	4	6	6	3	6	10	1.0		
8	+ 5.0	— 1.5	1.3	1.6	0.0	6	8	4	5	10	10	1.1	0.2	Regen Schnee
9	± 0.0	— 7.0	0.4	0.6	0.4	6	6	2	10	10	10	0.1	0.2	
10	— 1.0	— 8.0	0.3	1.6	0.3	0	2	2	10	1	10		0.1	
11	+ 2.6	— 5.5	1.0	0.8	0.9	4	6	8	1	10	10		+	
12	+ 4.0	+ 0.5	0.7	2.8	1.9	6	8	8	1	0	1		0.1	
13	+ 6.0	— 7.0	2.4	3.3	0.8	8	6	2	5	3	1		0.2	
14	+ 7.0	— 2.0	0.2	2.2	1.6	2	6	2	10	5	5		0.3	
15	+ 7.0	— 5.0	0.5	4.0	2.2	2	4	4	2	5	10		0.3	
16	+ 8.5	— 1.0	1.8	4.5	0.8	6	8	2	0	3	0		0.9	
17	+ 4.5	— 5.0	0.2	3.2	1.4	4	6	2	0	5	8		0.2	
18	+ 3.5	— 4.0	0.5	1.7	0.3	4	2	0	8	8	0		0.1	
19	+ 4.0	— 5.0	0.6	1.6	0.0	2	2	2	4	10	10	13.8	0.1	Schnee
20	+ 0.5	— 10.0	—0.0	0.6	0.2	8	8	6	10	10	2	1.5	0.1	Schneed. 20 Schnee
21	— 2.0	— 15.5	0.1	2.4	0.2	4	4	0	0	0	0		+	Schneedecke 21 cm
22	+ 7.0	— 15.5	0.3	3.3	0.0	0	2	0	10	4	0		+	Schneedecke 20
23	+ 7.5	— 13.0	0.0	3.4	0.2	2	2	0	0	0	0		+	Schneedecke
24	+ 3.5	— 13.0	0.4	2.7	0.2	2	4	4	1	8	10	1.2	+	
25	+ 0.2	— 4.0	0.6	1.0	0.2	2	4	4	10	10	10	1.1	+	Schneed. Schnee
26	+ 4.0	— 3.0	0.4	1.8	0.1	0	2	0	10	10	10	0.8	+	Schneedecke
27	+ 3.5	— 3.0	0.1	1.6	1.0	2	4	4	10	8	10		+	Schneedecke
28	+ 1.0	— 5.0	1.0	1.1	0.4	6	6	0	10	10	0		+	
29	+ 1.5	— 6.0	0.8	1.6	0.4	2	4	2	5	8	10	0.4	+	
30	± 0.0	— 6.0	0.6	1.0	0.2	2	0	2	10	10	10	3.5	+	Schneed. Schnee
31	+ 1.5	— 5.0	0.3	1.0	0.1	0	0	0	10	10	0	0.9	+	Schneed. Schnee
Med.	+ 3.6	— 5.0	0.6	2.0	0.5	3.4	4.6	2.6	6.5	6.5	6.0	Sa. 46.4		

Durch verhältnismässig hohe Maximaltemperatur am Anfang des Monats, — 6.—7. 3. etwas über + 7° betragend — und durch den Niederschlag in Form von Regen und schmelzendem Schnee, sowie durch unbedeutende Verdunstung begann der Bodenfrost so schnell zu verschwinden, dass das Dränsystem am 8. 3. in Funktion trat. In wie hohem Grade Temperatur und Insolation auf den Abfluss einwirken, geht nicht am wenigsten aus dem Abfluss vom 16. 3. hervor. Die Maximaltemperatur betrug am betreffenden Tag 8.°5, mit starker Insolation, die einen Abfluss mit sich brachte, der auf 0.9 lit/sek/ha gemessen wurde und der durch Schmelzen des Bodenfrostes entstanden war.

Durch die starke Kälteperiode, die am 20. 3. eintrat, ging der Abfluss schnell herunter. Das Schmelzwasser, das durch hohe Maximaltemperatur und starke Insolation am 23. 3. entstand, als die aufs neue gebildete Schneedecke wegschmolz, führte keine Vergrösserung des Abflusses herbei, sicherlich aus dem Grunde, weil die Schmelze durch starken Nachtfrost abgebrochen wurde.

Versuchsfeld auf Lind April 1922.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 2.0	— 12.0	0.2	1.3	0.3	0	2	2	10	10	10		+	Schneedecke
2	+ 1.3	— 8.0	0.4	1.8	0.3	4	6	6	5	5	0		+	Schneedecke
3	+ 7.0	— 13.0	1.0	2.5	0.3	2	2	0	5	10	8		+	
4	+ 2.5	— 4.0	0.5	1.5	0.1	0	4	4	10	10	9	1.3	+	Schnee
5	+ 4.0	— 3.0	0.8	2.9	0.5	6	6	2	10	5	1		+	Schneedecke
6	— 0.8	— 6.0	1.1	0.2	—0.0	6	8	6	9	10	10	4.7	+	Schnee
7	+ 1.1	— 5.0	1.1	1.2	0.3	6	6	0	8	10	5		+	Schneedecke
8	+ 6.0	— 8.5	1.5	3.6	0.1	2	2	0	5	1	0		+	
9	+ 6.5	— 14.0	1.5	3.9	0.4	0	4	0	2	5	1		0.1	
10	+ 4.0	— 10.5	0.9	2.2	0.4	2	4	0	1	10	0		0.1	
11	+ 6.0	— 9.5	1.2	3.5	0.2	4	6	0	1	3	4		0.1	
12	+ 8.0	— 5.0	2.2	5.1	1.1	0	4	0	10	7	10		0.1	
13	+ 4.0	± 0.0	1.2	0.6	0.2	4	6	4	10	10	10	3.6	0.5	Regen
14	+ 11.2	+ 1.0	1.3	4.6	0.4	4	6	2	10	1	8	0.6	1.4	
15	+ 11.5	± 0.0	0.4	2.6	0.3	4	4	0	10	10	1		1.2	
16	+ 21.0	+ 2.0	3.6	8.1	1.3	4	0	0	4	3	10		1.1	
17	+ 12.5	— 1.0	1.6	4.4	1.2	4	6	0	10	8	5		0.5	
18	+ 13.0	— 0.5	3.0	6.9	2.5	6	6	4	1	1	0		0.4	
19	+ 10.0	— 1.0	2.4	5.2	1.1	4	6	0	0	9	10		0.2	
20	+ 7.6	— 3.0	3.2	4.6	1.4	4	6	0	0	4	0		0.1	
21	+ 9.0	— 6.5	2.7	6.1	3.1	2	4	0	0	9	10		0.1	
22	+ 4.5	— 5.0	2.5	1.9	0.3	6	6	4	0	10	10		0.1	
23	+ 5.0	— 2.5	1.7	2.2	2.0	4	4	4	10	10	10	1.7	0.1	
24	+ 10.5	+ 1.0	0.3	4.6	0.5	6	6	0	10	5	10	0.7	+	Regen
25	+ 7.5	+ 1.0	0.8	1.9	0.2	2	6	4	10	7	10	2.3	+	Regen
26	+ 10.5	+ 1.0	0.7	2.3	1.2	6	4	2	10	10	10	0.4	+	Regen
27	+ 7.5	+ 1.0	0.2	0.1	0.3	4	4	0	10	10	1	4.4	0.1	Regen
28	+ 10.5	+ 0.5	0.5	3.8	0.3	4	4	2	10	10	10	3.5	0.1	Regen
29	+ 11.0	+ 1.0	1.2	3.5	0.4	2	6	0	10	8	9	0.6	0.1	Regen
30	+ 14.0	+ 1.0	1.7	7.4	2.0	2	0	0	5	5	10	9.6	0.3	
Med.	+ 7.6	— 3.6	1.4	3.4	0.8	3.5	4.6	1.5	6.5	7.2	6.4	Sa. 33.4		

Die erste Hälfte des Monats wird dadurch charakterisiert, dass die Maximaltemperatur im grossen und ganzen über, die Minimaltemperatur unter dem Gefrierpunkte lag. Durch hohe Maximaltemperatur am 8.—9. 4. (ungefähr + 6°) und durch starke Insolation am 8. 4. stieg der Abfluss am 9. 4. auf 0.1 lit/sek/ha. Durch aussergewöhnliche Erhöhung der Temperatur am 14.—15. 4. in Verbindung mit etwas Regen stieg er so, dass eine Wassermenge von 1.4 lit/sek/ha gemessen wurde, die nach 6 Tagen bis auf 0.1 lit/sek/ha abnahm.

Während der Zeit vom 14.—20. 4. taute ein grosser Teil des Bodenfrostes infolge der hohen Lufttemperatur und teilweisen starken Insolation auf, trotzdem der Boden während der Nächte *an der Oberfläche gefroren war.*

Ein Niederschlag am 30. 4. von 9.6 mm brachte erhöhten Abfluss, der auf 0.3 lit/sek/ha gemessen wurde.

Während der Zeit vom 16.—21. 4. war das Feuchtigkeitsdefizit gross, weshalb starke Verdunstung entstand, die eine Herabsetzung des Abflusses verursachte.

Versuchsfeld auf Lind Mai 1922.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 7.5	+ 1.0	0.2	0.5	0.1	6	8	2	10	10	10	7.2	0.9	Regen Schnee
2	+ 8.0	+ 4.0	1.6	2.2	0.5	6	8	0	10	8	6	1.9	0.5	Regen
3	+ 11.0	+ 1.0	1.5	3.2	0.8	4	6	0	10	5	3	0.7	0.3	Regen
4	+ 14.0	+ 3.0	3.9	4.3	0.0	6	6	2	2	10	10	1.4	0.1	Regen
5	+ 12.5	+ 2.0	0.4	2.4	0.7	4	4	6	10	10	10	1.0	0.1	Regen
6	+ 13.5	+ 3.0	1.0	5.6	1.4	6	6	6	9	9	5	2.2	0.1	
7	+ 14.5	+ 4.0	0.3	3.5	1.7	6	4	0	10	8	5		+	
8	+ 18.2	+ 6.0	2.9	8.2	2.1	8	8	8	4	5	1		+	
9	+ 12.5	+ 5.0	4.5	6.3	4.3	8	8	8	1	5	10		+	
10	+ 10.0	— 2.0	4.1	5.6	4.1	8	8	4	3	3	0		+	
11	+ 10.0	+ 1.0	3.7	1.8	2.1	6	4	0	2	10	7	1.4	+	Regen
12	+ 12.5	— 2.0	5.1	7.6	1.8	4	6	2	0	2	5		+	
13	+ 12.5	± 0.0	4.8	7.5	3.7	4	4	2	6	5	3		+	
14	+ 14.0	— 1.0	5.0	8.0	3.7	6	6	0	1	2	1	1.6	+	
15	+ 12.5	+ 5.0	0.4	6.5	2.4	6	8	6	10	4	5	0.1	+	Regen
16	+ 14.0	+ 3.0	4.7	6.1	0.5	6	6	0	4	10	10	5.7	+	
17	+ 12.0	+ 6.0	0.3	1.4	0.5	2	2	0	10	10	5	0.4	+	Regen
18	+ 21.5	+ 2.0	4.4	5.2	0.5	2	2	4	0	10	10	0.8	+	Regen
19	+ 14.0	+ 7.5	4.0	2.2	2.0	4	4	6	5	10	4	2.2		Regen
20	+ 17.0	+ 5.0	3.7	8.4	1.8	4	6	2	8	5	8	0.4		Regen
21	+ 21.0	+ 4.0	6.8	10.8	4.7	2	4	4	0	8	10	1.0		
22	+ 18.0	+ 8.0	1.4	5.4	0.7	0	0	0	10	10	10	0.5		Regen
23	+ 25.0	+ 10.5	1.4	11.9	2.6	4	6	0	0	3	5	1.9		
24	+ 26.0	+ 8.0	3.2	10.1	1.8	2	4	0	1	3	0			
25	+ 24.5	+ 10.0	7.5	15.3	6.0	6	6	6	2	5	1			
26	+ 26.0	+ 7.0	7.8	11.6	3.8	4	4	2	1	5	8			
27	+ 15.0	+ 7.0	6.2	7.9	2.6	8	10	8	4	5	8			
28	+ 18.5	+ 7.0	7.4	9.3	6.1	8	6	4	1	8	10			
29	+ 17.5	+ 6.0	7.7	10.8	3.5	2	6	0	1	3	9			
30	+ 20.0	+ 6.0	4.6	10.8	3.8	6	8	8	8	5	10			
31	+ 20.6	+ 8.0	5.5	12.4	4.9	10	10	6	1	1	7			
Med.	+ 15.9	+ 4.4	3.7	6.9	2.4	5.0	5.7	3.1	4.6	6.4	6.3	Sa. 30.4		

Der Niederschlag von 7.2 mm, der am 1. 5. in Form von Regen und Schnee fiel sowie der Niederschlag vom 30. 4., zusammen 16.8 mm, verursachten einen Abfluss, der auf 0.9 lit/sek/ha gemessen wurde. Der Abfluss ging schnell herunter und wurde am 4. 4. zu 0.1 lit/sek/ha gemessen. Nachdem die erste Niederschlagsperiode des Monats am 6. 5. aufgehört hatte, nahm der Abfluss unmittelbar ab — teilweise auch durch steigendes Feuchtigkeitsdefizit — bis unter 0.1 lik/sek/ha. Der Niederschlag, der Mitte des Monats fiel, war so unbedeutend, dass er keinen grösseren Abfluss verursachte. Der Niederschlag verdunstete unmittelbar oder wurde vom Boden festgehalten. Der Abfluss hörte am 19. 5. auf.

Das Feld wurde am 22. 5. mit Hafer besät.

Versuchsfeld auf Lind Juni 1922.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 15.5	+ 5.0	5.7	8.0	5.5	8	8	4	0	8	10			
2	+ 17.0	+ 4.0	6.1	8.4	1.8	4	4	0	1	5	5			
3	+ 21.0	± 0.0	9.8	13.3	4.5	4	8	0	0	1	0			
4	+ 21.5	+ 4.0	6.8	14.8	4.7	4	6	0	4	5	9			
5	+ 20.5	+ 8.0	4.3	12.1	3.9	6	6	4	5	5	1			
6	+ 18.5	+ 6.0	4.9	10.4	6.2	6	8	6	5	3	10			
7	+ 21.0	+ 5.0	6.8	11.6	4.3	6	6	0	0	5	1			
8	+ 22.0	+ 6.0	5.3	11.4	3.4	2	6	0	10	9	0			
9	+ 24.5	+ 5.5	7.9	14.7	8.7	4	4	4	4	2	0			
10	+ 26.5	+ 5.0	9.7	15.2	4.2	6	4	0	0	3	4			
11	+ 26.5	+ 9.0	11.2	17.8	6.7	8	4	0	7	2	0			
12	+ 29.0	+ 12.0	10.1	18.8	3.2	4	4	0	1	8	10	2.4		Regen
13	+ 19.0	+ 10.0	3.0	1.9	1.2	0	2	0	5	10	1	3.6		Regen
14	+ 25.0	+ 9.0	5.0	12.8	3.0	0	4	0	2	2	5			
15	+ 22.0	+ 11.0	2.9	11.2	5.5	4	4	0	10	3	1			
16	+ 24.0	+ 9.0	7.1	11.3	3.6	4	4	2	1	3	2			
17	+ 21.5	+ 8.0	4.6	8.6	4.7	4	4	0	6	7	5	7.3		
18	+ 18.0	+ 10.0	1.1	5.5	1.2	4	2	0	10	10	10	0.7		Regen
19	+ 15.5	+ 10.0	4.3	6.1	3.6	4	6	6	9	10	10	0.5		Regen
20	+ 22.0	+ 10.0	7.3	13.3	6.7	6	6	4	3	1	0			
21	+ 22.5	+ 9.0	4.9	12.9	6.5	6	6	6	5	2	9			
22	+ 20.5	+ 8.5	6.7	11.5	3.7	4	6	6	4	6	0			
23	+ 13.0	+ 9.0	1.7	0.9	0.4	6	4	2	10	10	10	6.9		Regen
24	+ 17.5	+ 11.0	0.4	3.4	0.9	6	4	0	10	10	0	1.1		Regen
25	+ 20.5	+ 9.0	5.3	8.3	3.3	4	6	6	4	5	10	12.8		Regen
26	+ 18.0	+ 10.0	2.9	6.9	2.0	6	8	10	5	5	10	2.6		Regen
27	+ 16.5	+ 9.0	5.2	5.1	1.2	6	6	0	7	10	10	3.9	+	Regen
28	+ 15.5	+ 6.5	2.5	3.5	0.2	4	4	4	8	10	10	1.6	+	Regen
29	+ 15.0	+ 10.7	4.5	1.1	2.1	2	4	4	10	10	1	5.0	+	Regen
30	+ 17.5	+ 8.0	4.5	8.1	2.5	8	6	4	7	5	4		+	
Med.	+ 20.2	+ 7.9	5.4	9.6	3.6	4.7	5.1	2.4	5.1	5.8	4.9	Sa. 48.4		

Durch hohes Feuchtigkeitsdefizit und verhältnismässig starke Insolation sowie durch die Wasseraufnahme der Saat (Hafer) trocknete der Boden während der ersten und zweiten 5-Tageperiode stark aus.

Trotz niedrigen Feuchtigkeitsdefizits und verhältnismässig schwacher Insolation in der Zeit vom 23. 6. bis Ende des Monats verursachte der Niederschlag, der während dieser Zeit fiel, zusammen 33.9 mm, so geringen Abfluss, dass er nicht bis auf 0.1 lit/sek/ha gemessen wurde. Dies kann dadurch erklärt werden, dass der Boden stark ausgetrocknet war und die Saat durch starkes vegetatives Wachstum grosse Mengen Wasser verbrauchte.

Versuchsfeld auf Lind Juli 1922.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 18.0	+ 7.5	2.5	1.4	1.5	6	2	4	10	3	10	7.4	+	Regen
2	+ 22.5	+ 9.5	4.2	10.2	4.6	6	6	4	1	4	5		+	
3	+ 18.0	+ 12.0	5.4	4.8	0.6	6	6	0	10	5	3	7.7	+	Regen
4	+ 22.0	+ 7.0	0.9	6.5	1.4	4	6	2	10	5	10	0.6	+	Regen
5	+ 19.0	+ 10.0	4.0	1.3	1.0	4	4	4	7	10	5	3.2	+	Regen
6	+ 22.5	+ 11.0	1.0	4.0	3.3	2	4	4	10	8	10	2.1	+	Regen
7	+ 21.5	+ 13.0	4.7	6.4	3.4	8	6	4	10	10	5		+	
8	+ 19.0	+ 8.5	5.1	8.9	1.7	6	8	0	5	3	1			
9	+ 20.0	+ 6.0	7.9	5.7	1.7	4	6	6	8	10	10	8.1		Regen
10	+ 17.0	+ 10.0	1.6	4.3	1.1	8	8	6	10	9	10	0.8		Regen
11	+ 21.0	+ 11.0	2.4	8.7	2.4	6	6	4	10	8	0			
12	+ 24.5	+ 9.0	2.1	10.4	2.1	0	4	0	10	2	0			
13	+ 18.5	+ 8.0	3.9	2.5	4.8	4	0	0	8	10	5	0.4		Regen
14	+ 19.5	+ 5.5	6.4	8.5	4.1	4	6	2	1	10	10			
15	+ 18.0	+ 8.0	2.5	5.8	1.7	4	6	6	10	10	10			
16	+ 15.5	+ 9.0	2.1	1.3	0.7	6	6	6	10	10	10	0.3		Regen
17	+ 16.0	+ 13.0	2.5	1.0	0.0	8	8	8	10	10	10	19.8	+	Regen
18	+ 15.0	+ 10.5	1.7	0.2	0.7	2	4	4	10	10	10	11.9	0.1	Regen
19	+ 18.5	+ 11.0	1.2	2.5	0.5	4	6	0	10	10	1	0.4	+	Regen
20	+ 22.5	+ 10.0	8.3	8.3	1.3	4	6	0	5	2	1		+	
21	+ 24.5	+ 12.0	1.7	9.6	2.2	4	4	0	10	1	1			
22	+ 22.0	+ 13.3	4.8	8.8	1.4	4	6	2	5	6	8			
23	+ 25.0	+ 11.0	6.9	9.5	2.0	6	6	0	1	5	1			
24	+ 26.0	+ 9.0	6.4	14.2	1.9	4	4	4	2	6	10			
25	+ 17.5	+ 13.0	2.2	2.9	0.5	4	2	0	10	10	10	7.0		Regen
26	+ 24.5	+ 13.0	1.7	8.7	0.6	0	4	0	10	7	9	1.8	+	Regen
27	+ 25.8	+ 12.0	0.8	11.0	1.1	4	4	0	10	5	10	0.3		Regen
28	+ 25.5	+ 14.0	5.1	14.7	1.4	2	4	0	9	3	5			
29	+ 24.0	+ 11.0	6.0	9.7	3.4	4	6	4	5	2	5			
30	+ 17.5	+ 11.0	3.6	1.8	0.2	4	4	0	10	10	10			
31	+ 21.0	+ 11.0	6.2	9.5	2.2	6	8	0	0	3	0			
Med.	+ 20.7	+ 10.3	3.7	6.6	1.8	4.5	5.2	2.4	7.6	6.7	6.3	Sa. 71.8		

Der Niederschlag während der drei ersten Tage des Monats, 15.1 mm betragend, verursachte keine Steigerung des Abflusses, selbstverständlich infolge der starken Verdunstung und der reichlichen Wasseraufnahme der Saat. Der Abfluss hörte vom 8. 7. ab auf. Ein Niederschlag während der Zeit vom 17. —18. 7. von 31.7 mm brachte Abfluss mit sich, der bis zu höchstens 0.1 lit/sek/ha gemessen wurde und schnell aufhörte.

Der unbedeutende Abfluss, der am 26. 7. nach einem Niederschlag von zusammen 8.8 mm entstand, hörte unmittelbar auf. Hierzu trug ausser der Wasseraufnahme der Pflanzen auch das verhältnismässig grosse Feuchtigkeitsdefizit bei. (Siehe Abb. 53, S. 193!)

Versuchsfeld auf Lind August 1922.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 19.5	+ 6.0	4.6	8.3	2.9	6	6	3	6	5	0	0.6		Regen
2	+ 19.0	+ 8.0	4.2	4.2	0.8	5	2	0	5	7	8	1.3		Regen
3	+ 19.5	+ 6.0	4.2	6.4	1.1	2	6	3	8	7	5	1.7		Regen
4	+ 18.5	+ 7.0	3.8	5.2	0.4	5	5	0	3	3	2	3.6		Regen
5	+ 19.0	+ 6.0	2.3	6.8	0.7	3	3	0	7	3	4	0.1		Regen
6	+ 12.0	+ 4.5	1.2	0.6	0.6	5	8	6	10	10	10	15.1		Regen
7	+ 19.0	+ 8.5	0.2	2.8	0.0	3	1	0	5	6	10	6.7		
8	+ 22.5	+ 5.0	3.6	10.2	0.6	0	5	0	1	3	5			
9	+ 21.5	+ 6.0	4.0	9.3	1.7	2	5	0	3	8	10	4.3		Regen
10	+ 16.5	+ 11.0	0.9	3.0	0.4	4	5	0	10	10	10	8.9	+	Regen
11	+ 21.0	+ 9.0	1.7	5.1	0.2	0	6	0	9	5	1	3.8	+	Regen
12	+ 21.0	+ 6.0	2.8	8.6	0.4	4	2	0	3	2	3			
13	+ 20.0	+ 6.5	1.8	9.5	1.6	2	5	2	10	5	10	8.5	+	Regen
14	+ 19.0	+ 10.5	2.3	6.0	1.3	3	6	0	2	5	10		+	
15	+ 18.5	+ 7.5	2.6	7.0	0.6	1	2	0	10	8	9		+	
16	+ 20.5	+ 6.0	2.3	5.9	0.6	5	5	7	9	5	10	2.3		Regen
17	+ 18.0	+ 10.5	0.9	3.8	0.4	3	7	3	10	10	10	8.3		Regen
18	+ 18.5	+ 10.0	0.7	5.9	0.7	3	6	3	10	5	2	0.7		
19	+ 19.0	+ 7.0	1.7	8.7	0.7	2	6	0	5	5	5			
20	+ 20.0	+ 7.0	5.6	8.8	0.8	3	6	0	0	5	5			
21	+ 19.5	+ 9.5	1.8	5.5	0.4	3	5	0	10	9	0			
22	+ 21.5	+ 11.0	2.2	6.6	1.0	4	5	0	9	8	10	19.1		
23	+ 19.5	+ 13.0	0.2	4.0	0.8	7	5	2	10	10	10	2.1	0.1	Regen
24	+ 18.0	+ 10.0	1.2	4.6	0.3	3	4	0	10	5	5	2.9	+	Regen
25	+ 16.0	+ 7.5	1.3	5.5	0.6	8	8	5	10	6	10	2.7	+	Regen
26	+ 17.5	+ 8.5	1.9	7.0	0.7	3	5	0	10	2	1		+	
27	+ 18.5	+ 7.0	0.4	5.1	0.7	1	5	0	10	5	0		+	
28	+ 20.0	+ 6.0	3.2	8.1	0.6	4	5	0	5	5	5		+	
29	+ 17.0	+ 9.0	1.1	2.6	0.8	0	3	0	10	10	10	0.5		Regen
30	+ 25.5	+ 10.0	1.4	8.5	2.3	0	6	2	7	4	1			
31	+ 26.5	+ 11.0	3.7	14.0	3.4	2	6	3	8	1	1			
Med.	+ 19.4	+ 8.1	2.3	6.4	0.9	3.1	5.0	1.3	7.3	5.9	5.9	Sa. 93.2		

Während der Regenperiode vom 1.—13. 8. fiel mit ziemlich regelmässiger, täglicher Verteilung ein Niederschlag von 54.6 mm, der jedoch zum grössten Teil verdunstete oder physikalisch vom Boden festgehalten wurde, sodass der Abfluss unbedeutend war. Nach einem Niederschlage von 19.1 mm am 22. 8. wurde kein höherer Abfluss als 0.1 lit/sek/ha gemessen.

Der Observator, Herr O. Melin, hat angezeichnet:

„Anfang August ist trotz heftigen und reichlichen Platzregens kein Wasser aus dem Sammler geflossen."

5—311544. *S. G. U., Ser. C, N:o 371. Herman Flodkvist.*

Versuchsfeld auf Lind September 1922.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 22.5	+ 11.0	1.8	7.2	2.4	4	6	7	10	3	4			
2	+ 19.0	+ 13.0	1.2	4.3	2.0	7	7	1	10	9	8			
3	+ 20.5	+ 11.0	2.3	8.3	1.0	6	7	0	10	5	0			
4	+ 20.6	+ 6.5	1.2	7.7	0.9	3	5	0	10	7	1			
5	+ 20.0	+ 3.5	2.5	9.4	0.7	3	5	0	3	2	1			
6	+ 19.0	+ 4.0	3.0	8.8	0.6	3	5	0	3	2	0			
7	+ 19.0	+ 2.0	0.9	8.2	0.3	0	4	0	9	4	8			
8	+ 18.0	+ 5.0	0.8	4.9	0.6	0	4	0	10	9	10	3.8		Regen
9	+ 11.0	+ 7.0	0.6	0.7	0.3	8	8	8	10	10	10	7.1	+	Regen
10	+ 12.0	+ 8.0	2.3	2.1	0.7	7	4	0	8	10	2		+	
11	+ 17.5	+ 6.0	2.5	6.4	0.7	6	7	0	9	8	0			
12	+ 19.5	+ 4.0	2.2	8.8	0.8	5	3	6	0	5	2	1.4		
13	+ 16.5	+ 10.0	0.7	2.9	0.4	6	6	4	10	10	10	2.5	0.5	Regen
14	+ 16.0	+ 10.0	0.7	3.0	0.4	7	3	2	10	10	10	11.8	0.3	Regen
15	+ 13.5	+ 9.0	0.2	0.4	0.0	8	2	0	10	10	10	11.3	0.2	Regen
16	+ 16.0	+ 8.0	0.2	2.7	1.4	5	5	6	10	10	10	0.6	0.2	
17	+ 13.5	+ 8.0	0.8	0.5	0.6	8	8	8	10	10	3	6.6	0.4	Regen
18	+ 15.5	+ 8.2	0.4	4.7	0.2	4	2	0	10	5	10	12.7	0.3	Regen
19	+ 12.0	+ 2.5	2.3	5.5	0.3	6	6	0	1	1	1	17.8	0.1	
20	+ 12.0	+ 2.0	0.7	0.4	1.3	7	2	8	10	10	10	4.6	—	Regen
21	+ 13.5	+ 4.5	3.9	6.2	2.8	8	7	0	0	3	0		0.8	
22	+ 12.5	+ 0.5	2.3	5.3	1.4	3	4	0	0	9	10		0.4	
23	+ 12.5	+ 3.5	2.8	5.9	2.2	7	8	6	1	1	0		0.2	
24	+ 12.5	+ 1.5	2.4	6.1	0.7	6	7	0	0	1	0		0.1	
25	+ 14.5	— 3.0	1.9	6.4	0.2	0	2	0	0	1	0		0.1	
26	+ 12.5	— 2.5	1.0	6.6	0.3	1	6	0	1	0	0		+	
27	+ 14.0	— 3.5	1.8	6.4	0.3	0	4	0	0	1	9		+	
28	+ 15.5	— 3.0	1.3	6.6	0.5	0	1	0	1	1	1		+	
29	+ 10.0	— 0.5	0.0	3.5	0.7	0	3	0	10	10	1		+	
30	+ 9.0	± 0.0	1.1	2.2	1.2	0	2	0	10	10	10		+	
Med.	+ 15.3	+ 4.5	1.5	5.1	0.9	4.3	4.8	1.9	6.2	5.9	4.6	Sa. 80.2		

Bei sämtlichen Versuchen der vorhergehenden 18 Monate besteht — wie aus meiner Diskussion über das Resultat eines jeden Monats hervorgeht — ein natürlicher Zusammenhang zwischen den meteorologischen Faktoren einerseits und dem Abflusse andererseits. Für den vorliegenden Monat September tritt dieser Zusammenhang nicht immer einwandfrei zutage. Der Niederschlag vom 8.—9. 9, in einer Stärke von 10.9 mm, verursacht zwar einen Abfluss, der bei der Messung nicht bis 0.1 lit/sek/ha stieg, da der Boden sehr ausgetrocknet war. Dagegen scheint es, als ob während der Zeit vom 12.—20. 9. der natürliche Zusammenhang zwischen Niederschlag und Abfluss fehlte. So entstand z. B. am 13. 9. nach einem Niederschlag am 12.—13. 9. von 3.9 mm ein Abfluss von 0.5 lit/sek/ha; am 14.—15. 9. aber nach einem bedeutend grösseren Niederschlag ein Abfluss von nur 0.3—0.2 lit/sek/ha.

Für denjenigen, welcher während mehrerer Jahre Gelegenheit gehabt hat, den Unterschied des Abflusses auf verschiedenen Feldern näher zu verfolgen,

bietet diese scheinbar mangelnde Übereinstimmung keine Überraschung. Sie kann dadurch entstanden sein, dass während der Tage, da ein grösserer Niederschlag keinen gesteigerten Abfluss mit sich brachte, der Niederschlag in Form von *Platzregen mit grosser Regenintensität* und *kurzer Dauer* gefallen ist, wobei der Hauptteil des Niederschlags auf der Bodenoberfläche abgelaufen ist, während an den Tagen, da geringer Niederschlag grösseren Abfluss verursachte, der Niederschlag mit *geringer Regenintensität* gefallen ist, *wobei alles Niederschlagswasser herabgesunken ist.*

Die mangelnde Übereinstimmung kann auch dadurch entstanden sein, dass die Abflusskurve zwischen zwei Messungen mit 24 Stunden Intervall (aus dem Grunde, weil der Niederschlag ungleich verteilt gewesen ist) grossen Wechsel gezeigt hat, wobei z. B. am 13. 9. eine „Spitze" der Kurve abgelesen worden ist, und am 14.—15. 9. eine „Senkung" derselben. (Hierauf gehe ich in der Zusammenfassung der Resultate der Abflussmessungen mit einem Zeitintervall von nur 1 Stunde näher ein. S. 184—189.)

Welche von diesen Möglichkeiten in diesem Falle eintrat, kann ich nicht angeben, möglicherweise haben beide Faktoren zu der scheinbar mangelhaften Übereinstimmung beigetragen.

Der Abfluss während der Zeit 21.—30. 9. steht in natürlichem Zusammenhang mit dem Wetter. Sobald der Niederschlag aufhörte, nahm der Abfluss regelmässig und schnell ab, nämlich von 0.8 bis 0.1 lit/sek/ha in einer Zeit von 3 Tagen.

Versuchsfeld auf Lind Oktober 1922.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 11.5	± 0.0	0.5	2.8	0.2	0	3	0	10	10	9		+	
2	+ 10.0	+ 3.5	0.4	2.7	0.5	4	3	0	10	9	10	2.5	+	Regen
3	+ 14.0	+ 5.0	0.7	5.4	0.3	2	6	2	8	5	5	0.2	+	
4	+ 11.5	+ 4.0	0.4	2.9	0.4	0	4	2	8	10	6		+	Regen
5	+ 12.5	+ 1.5	0.7	4.4	0.9	3	3	3	2	6	10	0.4	+	
6	+ 13.0	— 0.5	1.6	5.8	0.0	3	6	0	0	3	1		+	Regen
7	+ 14.0	— 1.5	0.6	5.3	0.2	1	3	0	5	3	7			
8	+ 14.0	+ 2.0	0.1	3.0	1.6	0	1	0	8	4	9			
9	+ 12.0	+ 3.0	0.2	2.4	0.0	0	5	0	9	10	0			
10	+ 11.0	+ 1.0	0.0	2.5	0.0	1	6	0	10	9	10			
11	+ 9.0	— 2.0	0.0	2.5	0.7	1	7	0	6	9	10	1.9		Regen
12	+ 8.5	+ 4.0	0.0	0.6	0.2	0	2	2	10	10	10	0.5		Regen
13	+ 10.0	+ 5.0	0.4	1.8	0.2	3	4	0	5	10	10			
14	+ 11.2	+ 6.0	1.1	3.4	1.0	6	8	8	10	10	10			
15	+ 13.0	+ 6.0	1.4	2.2	2.2	8	5	4	10	9	6			
16	+ 10.0	+ 0.5	1.3	4.4	1.2	3	5	4	1	2	0			
17	+ 9.0	+ 2.0	1.4	2.0	1.8	8	8	6	10	6	8	0.3		Regen
18	+ 5.5	— 1.0	0.2	2.2	0.2	3	2	0	10	10	1			
19	+ 9.0	— 3.5	0.0	3.3	0.0	0	6	0	0	0	0			
20	+ 8.1	— 1.0	0.0	1.5	2.1	6	6	4	9	9	6			
21	+ 5.0	— 2.0	1.3	3.9	0.7	3	6	0	0	1	10			
22	+ 5.5	— 2.0	2.2	3.5	2.2	7	9	6	0	0	0			
23	+ 2.5	— 7.0	1.0	2.3	0.5	3	6	2	0	1	0			
24	+ 5.0	— 6.0	0.8	2.9	1.4	5	5	2	8	8	10			
25	+ 5.2	— 6.0	0.5	2.3	0.9	1	5	0	5	1	10			
26	+ 5.0	— 6.5	0.5	2.9	0.6	2	7	0	0	5	10	5.0		
27	± 0.0	— 7.0	0.1	0.2	0.4	4	5	2	10	0	0			Schneedecke 7 cm
28	± 0.0	— 13.5	0.2	1.4	0.2	1	2	0	0	0	1			Schneedecke 6
29	+ 5.0	— 6.0	0.4	3.0	—0.0	2	6	0	1	3	1			Schneedecke 6
30	+ 1.0	— 7.0	0.0	0.2	—0.0	0	3	4	10	10	10			
31	+ 1.5	— 7.0	0.0	1.3	—0.0	0	2	0	1	0	2			
Med.	+ 8.1	— 1.2	0.6	2.7	0.7	2.6	4.8	1.6	5.7	5.6	5.9	Sa. 10.8		

Der geringe Niederschlag in Form von Regen während der ersten Hälfte des Monats vergrösserte nicht den Abfluss. Dieser hörte am 7. 9. auf. Die letztere Hälfte des Monats wird durch Nachtfrost charakterisiert und tagsüber durch eine Temperatur, die im allgemeinen den 0-Punkt überstieg. Der Schnee am 27. 10. brachte eine Schneedecke von 7 cm Tiefe.

In den Tagen 28.—29. 10. verschwand die Schneedecke, hauptsächlich durch die Einwirkung der Sonne, indem der Schnee zum grössten Teile von fester Form direkt in Gasform überging, also ohne Wasserbildung. Dieser Umstand, zusammen mit den Nachtfrösten, verursachte, dass der Boden Ende des Monats, trotz niedrigen Feuchtigkeitsdefizits sich nicht bei voller Wasserkapazität befand.

Versuchsfeld auf Lind November 1922.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 3.0	— 9.0	—0.0	0.9	0.0	1	2	8	10	9	10	7.0		
2	+ 3.0	± 0.0	0.0	0.6	0.3	7	6	8	10	6	9	0.9		Regen Schnee
3	+ 5.0	± 0.0	1.4	1.9	1.1	9	10	8	10	10	9	2.4		Regen
4	+ 4.5	— 0.6	0.5	1.2	—0.0	2	3	0	8	3	10			
5	+ 0.6	— 3.0	0.4	0.8	0.4	2	4	0	10	10	0			
6	+ 3.5	— 6.0	0.3	1.3	0.7	1	2	3	3	2	5			
7	+ 2.5	— 2.0	0.6	0.3	0.3	6	4	6	10	10	10	8.7		Regen
8	+ 3.6	+ 1.0	0.0	0.2	0.2	6	6	2	10	10	10	8.4	0.3	Regen
9	+ 2.0	± 0.0	0.3	0.2	0.0	1	1	0	10	10	10		0.1	
10	+ 2.5	— 0.5	0.0	0.2	0.0	0	0	0	10	10	10		0.1	
11	+ 3.5	+ 0.5	0.3	0.9	0.4	4	3	0	10	10	10		0.1	
12	+ 4.0	+ 2.0	0.6	0.9	0.7	4	6	8	10	10	10		0.2	
13	+ 5.6	+ 2.5	0.8	0.5	0.1	7	7	6	10	10	10		0.2	
14	+ 8.5	+ 5.0	0.3	0.3	0.8	1	5	8	10	10	10	0.2	0.1	Regen
15	+ 8.5	— 2.0	0.3	2.0	0.2	1	4	1	2	1	0		0.1	
16	+ 6.0	— 2.0	—0.0	1.3	0.6	1	4	6	3	4	10		0.1	
17	+ 6.0	+ 1.0	0.6	2.9	0.2	6	7	5	5	10	8		0.1	
18	+ 3.0	— 2.0	0.7	2.2	0.9	6	6	6	1	9	0		+	
19	+ 1.5	— 3.0	0.5	1.5	0.5	0	3	2	4	9	10			
20	+ 1.0	— 6.0	0.6	1.0	0.1	4	2	0	8	6	0			
21	+ 2.0	— 8.0	—0.1	0.6	0.2	2	0	0	10	8	10			
22	+ 5.0	— 0.5	0.2	0.3	0.6	4	1	4	10	8	10			
23	+ 7.0	+ 1.0	0.4	1.3	1.0	8	8	8	10	10	10	0.1		
24	+ 7.0	— 2.5	1.2	1.7	0.7	8	8	8	10	5	1			
25	+ 2.0	— 3.0	1.5	1.0	0.6	8	8	0	0	8	10			
26	— 3.0	— 7.0	0.3	1.1	0.5	4	5	3	3	1	9			
27	— 4.6	— 13.0	0.1	0.3	0.2	2	5	0	1	0	5	1.0		
28	+ 0.5	— 9.0	0.2	0.5	0.2	6	3	3	10	10	10	1.8		Schneed. Schnee
29	— 0.4	— 9.5	0.1	0.4	0.1	6	6	0	10	10	9			Schneedecke 2 cm
30	— 1.0	— 13.0	0.0	0.2	0.3	1	0	2	1	2	9			Schneedecke 2
Med.	+ 3.1	— 3.0	0.4	1.0	0.4	3.9	4.3	3.5	7.3	7.4	7.8	Sa. 30.5		

Da der Boden Anfang des Monats verhältnismässig trocken war — siehe Monat Oktober! — entstand aus dem Niederschlag, der in Form von Regen und Schnee während der ersten drei Tage des Monats fiel (zusammen 10.3 mm), kein Abfluss. Der Boden näherte sich aber der vollen Wasserkapazität.

Der Niederschlag am 7.—8. 11., zusammen 17.1 mm, verursachte einen Abfluss von höchstens 0.3 lit/sek/ha. Nach einer Trockenperiode während der Vegetationszeit hätte ein so geringer Niederschlag gar keinen Abfluss mit sich gebracht. Durch geringen Abfluss infolge niedrigen Feuchtigkeitsdefizits, keiner Insolation und keiner Wasseraufnahme der Vegetation konnte, nachdem der Wasserspeicher gefüllt worden war, dieser unerwartet grosse Abfluss entstehen.

Infolge von Frost am 9.—10. 11., wobei der Boden an der Oberfläche etwas gefroren war, sank der Abfluss unmittelbar bis zu 0.1 lit/sek/ha. Durch Tauwetter in den Tagen vom 11.—13. 11. nahm der Abfluss etwas zu.

Nachdem die Nachtfröste am 18. 11. eingetreten waren, hörte aller Abfluss auf.

Versuchsfeld auf Lind Dezember 1922.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 2.5	— 2.0	0.0	0.3	0.0	2	2	0	10	10	10	1.1		Schneed. 2 cm Regen
2	+ 3.2	± 0.0	0.0	0.4	0.0	3	0	6	10	10	10			
3	+ 0.3	— 0.5	0.4	0.7	0.9	3	6	0	1	5	9	3.7		
4	+ 2.0	— 4.0	0.2	0.0	0.0	1	0	0	10	10	10			
5	+ 3.0	— 1.0	0.2	0.0	0.0	1	2	0	7	10	10			
6	+ 3.0	— 2.0	0.0	0.0	0.4	2	4	3	10	10	0			
7	— 1.5	— 6.0	0.2	1.3	0.3	3	2	4	0	5	1			
8	— 4.0	— 9.0	0.7	0.6	0.1	5	6	0	1	8	0			
9	— 2.4	— 14.5	0.1	0.2	0.3	0	0	0	10	10	10			
10	+ 0.3	— 5.0	0.4	0.6	—0.0	6	6	0	8	8	10			
11	+ 1.0	— 4.0	0.2	1.0	0.2	1	1	1	1	5	1			
12	+ 0.5	— 3.2	—0.0	0.0	0.5	3	7	0	10	10	10	0.2		
13	+ 8.0	+ 0.5	0.3	0.1	1.5	5	6	8	10	10	5	1.5	+	Regen
14	+ 7.2	+ 4.0	1.0	0.8	0.0	7	7	2	10	8	10	2.0	+	Regen
15	+ 7.0	+ 0.5	0.5	0.7	0.3	6	4	4	0	1	10		+	
16	+ 1.0	— 6.0	0.5	0.4	0.2	2	1	3	10	2	10			
17	— 2.7	— 8.0	0.2	0.3	—0.0	2	2	0	10	2	0			
18	— 3.0	— 11.0	—0.0	0.3	0.3	0	1	3	9	9	0			
19	— 2.3	— 8.0	0.3	0.1	0.3	6	6	6	10	10	10	1.8		Schnee
20	— 2.3	— 7.0	0.1	0.7	0.3	8	6	6	10	5	0			Schneedecke
21	± 0.0	— 7.0	0.3	0.4	0.2	6	8	10	10	10	10	4.0		Schneedecke
22	+ 1.5	— 1.5	0.4	0.4	0.0	4	6	4	10	10	10	7.0		Schneed. 2 Regen
23	+ 3.0	+ 0.5	0.0	0.0	0.1	6	4	3	10	10	10			
24	+ 3.0	+ 2.0	0.2	0.3	0.6	4	6	6	9	9	10			
25	+ 3.5	+ 2.0	0.7	1.2	0.5	7	6	3	10	5	10	1.4		
26	+ 3.0	— 1.5	0.4	0.3	0.4	7	6	7	10	10	7	2.6		Regen
27	+ 4.5	+ 2.0	1.0	1.4	0.6	9	8	6	10	4	10			
28	+ 3.0	+ 1.0	0.4	1.0	0.8	6	6	8	8	10	10	5.3		
29	+ 2.0	— 1.0	0.3	0.6	0.7	6	4	6	10	10	5	3.5		Regen Schnee
30	+ 1.0	— 2.0	0.3	0.0	0.0	7	7	3	10	10	10	6.2		Regen Schnee
31	+ 2.2	+ 1.0	0.4	0.8	0.6	7	7	2	4	10	10			
Med.	+ 1.5	— 3.1	0.3	0.5	0.3	4.4	4.4	3.4	8.0	7.9	7.4	Sa. 40.3		

Die hohe Lufttemperatur in den Tagen vom 13.—15. 12. in Verbindung mit Niederschlag in Form von Regen verursachte einigen, obgleich geringen, Abfluss, der infolge niedriger Lufttemperatur am 16. 12. aufhörte.

Nachdem sich durch die starke Kälteperiode vom 16.—22. 12. etwas Bodenfrost gebildet hatte, verursachte die verhältnismässig milde Witterung in den Tagen vom 23.—31 12., tagsüber mit Tau — mitunter aber nachts mit Frost — und mit etwas Niederschlag in Form von Regen und Schnee, keinen Abfluss.

Versuchsfeld auf Lind Januar 1924.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	— 8.0	—11.0	0.2	0.1	0.1	4	4	4	10	5	10			Schneedecke 5 cm
2	— 6.8	— 11.0	—0.0	0.3	—0.1	5	5	6	10	10	10	0.7		Schneed. 5 Schnee
3	— 6.8	— 12.0	—0.0	0.2	0.1	6	2	6	5	2	10	0.9		Schneed. 6 Schnee
4	— 7.8	— 13.0	0.0	0.2	—0.0	2	1	0	5	10	10			Schneedecke 7
5	— 7.0	— 17.0	—0.0	—0.0	—0.0	1	3	0	5	10	10			Schneedecke 7
6	— 5.7	— 11.0	—0.0	0.8	0.0	2	1	0	10	10	0			Schneedecke 7
7	— 3.7	— 20.0	—0.0	—0.0	0.2	2	4	8	5	10	10			Schneedecke 7
8	— 3.7	— 8.0	0.3	0.2	—0.0	7	7	8	10	10	10	4.2		Schneed. 7 Schnee
9	— 3.8	— 8.0	—0.0	0.2	—0.1	8	8	8	10	10	10	1.8		Schneed. 9 Schnee
10	+ 0.5	— 4.0	0.3	0.0	0.2	7	6	6	10	10	10	1.8		Schneed. 10 Schnee
11	+ 0.6	— 1.5	0.3	0.3	0.3	4	6	3	10	10	10			Schneedecke 12
12	+ 2.0	— 1.0	0.3	0.6	0.0	4	6	8	10	10	10	1.5		Schneed. 11 Regen
13	+ 4.0	+ 1.5	0.2	1.0	0.0	7	8	8	10	10	10			Schneedecke 5
14	+ 2.0	± 0.0	1.0	0.9	0.3	6	6	4	10	10	10			
15	+ 1.0	— 4.0	0.0	0.8	0.2	1	2	0	10	8	0			
16	— 3.6	— 13.0	0.0	—0.0	0.0	0	0	0	10	10	10			
17	— 2.8	— 10.5	0.0	—0.0	0.1	3	1	6	10	10	10	2.1		
18	— 0.4	— 3.0	—0.0	0.2	0.2	0	0	0	10	10	10	3.6		Schneed. 2 Schnee
19	+ 1.2	— 1.0	0.2	0.2	0.0	2	2	0	10	10	10	7.8		Schneed. 5 Schnee
20	+ 0.5	— 3.0	0.0	0.2	0.3	0	3	7	10	10	10			Schneedecke 3
21	— 2.4	— 10.0	0.2	0.3	0.2	7	5	4	10	10	9			
22	— 9.5	— 19.6	—0.0	0.5	0.0	1	2	0	8	2	0			
23	— 16.0	— 27.0	—0.0	—0.0	—0.0	0	0	0	0	1	0			
24	— 4.5	— 16.2	0.3	0.4	0.2	0	0	0	10	8	5			
25	— 2.8	— 11.0	0.2	0.5	—0.0	6	6	0	9	10	10			
26	+ 1.0	— 3.5	0.3	0.4	0.0	6	5	2	10	10	10			
27	+ 2.0	+ 0.5	0.8	0.2	0.2	8	8	9	10	10	10	3.7		Regen Schnee
28	+ 1.0	— 3.0	0.4	0.7	0.3	7	7	4	0	0	0			
29	— 2.4	— 9.0	0.3	0.5	—0.0	0	2	0	4	8	3			
30	+ 2.2	— 8.0	0.3	0.2	0.0	1	5	2	10	10	10			
31	+ 1.8	+ 0.5	0.2	0.6	0.0	1	0	0	10	10	10	0.1		
Med.	— 2.5	— 8.3	0.2	0.3	0.1	3.5	3.7	3.3	8.4	8.5	8.0	Sa. 28.2		

Der ganze Niederschlag des Monats fiel in Form von Schnee mit Ausnahme vom 12. 1. und 27. 1., wo der Niederschlag aus schneegemischtem Regen bestand.

Infolge niedriger Lufttemperatur fand kein Abfluss statt.

Versuchsfeld auf Lind Februar 1924.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	15h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 3.0	+ 0.5	0.8	2.3	0.5	8	8	8	2	0	1			
2	+ 2.3	— 3.0	1.1	2.5	0.4	9	8	6	9	1	0			
3	— 1.0	— 4.0	1.4	1.6	0.3	9	9	6	1	2	2			
4	+ 1.2	— 5.0	0.1	1.1	0.2	2	7	2	10	10	0			
5	— 0.5	— 8.0	0.1	0.2	—0.0	7	6	9	10	10	10	11.1		Schnee
6	± 0.0	— 18.0	0.0	0.5	—0.0	6	5	0	8	10	0			Schneedecke 8 cm
7	— 4.0	— 18.5	0.1	0.4	0.4	1	3	5	1	1	1			Schneedecke 8
8	— 4.6	— 14.0	—0.1	0.5	—0.0	0	0	0	2	2	10			Schneedecke 8
9	— 11.2	— 21.5	0.0	0.6	—0.0	1	0	3	10	1	10			Schneedecke 8
10	— 7.0	— 14.0	0.2	0.6	0.1	0	2	0	8	10	10			Schneedecke 8
11	— 5.5	— 10.5	0.1	0.5	0.2	1	4	6	10	10	10	1.8		Schneed. 8 Schnee
12	— 6.8	— 11.0	0.2	0.2	—0.0	5	6	6	10	10	10	1.4		Schneed. 9 Schnee
13	— 7.6	— 13.0	0.2	0.2	0.0	6	6	6	10	10	7	1.3		Schneed. 10 Schnee
14	— 9.8	— 16.5	0.2	0.1	0.0	5	5	2	9	5	1			Schneedecke 11
15	— 7.8	— 22.0	0.1	0.2	0.0	1	1	0	9	8	8	0.5		Schneed. 11 Schnee
16	— 5.5	— 9.0	0.1	0.3	—0.1	5	2	5	5	2	10			Schneedecke 11
17	+ 2.0	— 7.0	0.2	1.0	0.8	7	8	9	10	10	10	0.7		Schneedecke 11
18	+ 2.0	— 2.0	0.5	0.2	—0.1	8	5	2	10	10	10	9.9		Schneed. 9 Schnee
19	— 1.8	— 17.5	0.2	0.6	—0.0	0	2	0	10	2	1			Schneedecke 14
20	+ 1.6	— 20.0	0.1	1.2	0.2	2	7	4	10	10	9			Schneedecke 14
21	+ 2.2	— 2.0	0.0	0.4	0.0	0	3	9	10	10	10	9.2		Schneed. 12 Regen
22	— 1.5	— 7.4	—0.0	0.4	0.1	6	7	7	10	7	1			Schneedecke 16
23	— 4.5	— 12.0	0.3	0.9	0.2	6	7	0	1	1	8			Schneedecke 16
24	— 3.4	— 13.0	0.2	1.2	—0.0	2	0	0	9	8	0	0.2		Schneed. 16 Schnee
25	— 8.0	— 18.5	0.3	0.4	—0.0	2	2	5	10	10	5			Schneedecke 16
26	— 8.8	— 24.0	—0.0	0.7	0.0	0	5	0	5	5	0			Schneedecke 16
27	— 6.0	— 24.5	0.1	0.4	0.1	2	5	6	1	10	10	4.3		Schneed. 16 Schnee
28	— 1.0	— 7.0	0.2	0.5	—0.0	6	2	0	10	10	10	1.3		Schneed. 19 Schnee
29	— 6.8	— 23.5	—0.0	0.4	—0.0	2	1	2	1	0	0			Schneedecke 20
Med.	— 3.4	— 12.6	0.2	0.7	0.1	3.8	4.3	3.7	7.3	6.4	5.7	Sa. 41.7		

Der ganze Niederschlag fiel in Form von Schnee, mit Ausnahme vom 21. 2., wo der Niederschlag aus schneegemischtem Regen bestand. Die Schneedecke hatte Ende des Monats eine Tiefe von 20 cm.

Infolge niedriger Lufttemperatur fand kein Abfluss statt.

Versuchsfeld auf Lind März 1924.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	— 4.6	— 24.0	—0.0	0.6	—0.0	6	6	2	10	10	10			Schneedecke 20 cm
2	— 5.7	— 11.0	0.3	0.3	0.0	2	1	0	10	10	10	2.7		Schneed. 20 Schnee
3	— 2.0	— 8.0	0.1	0.3	—0.0	1	1	0	10	10	10	3.6		Schneed. 25 Schnee
4	+ 2.0	— 3.5	—0.1	1.9	0.1	7	9	0	10	7	0	3.0		Schneed. 29 Schnee
5	± 0.0	— 11.5	0.0	0.3	0.0	0	0	0	10	10	10	5.3		Schneed. 31 Schnee
6	± 0.0	— 9.0	0.2	1.1	0.1	2	2	1	1	5	10			Schneedecke 37
7	— 1.5	— 18.5	—0.0	0.9	0.0	0	0	2	3	0	3			Schneedecke 37
8	+ 0.5	— 12.5	—0.0	0.8	0.3	5	6	8	10	10	10			Schneedecke 37
9	+ 2.0	— 1.0	0.3	1.0	0.0	4	5	2	10	10	10	1.4		Schneedecke 37
10	+ 1.4	— 3.0	0.4	0.4	—0.0	6	2	8	10	10	10	5.1		Schneed. 36 Regen
11	— 2.0	— 12.0	0.5	1.0	—0.0	6	5	0	0	0	0			Schneedecke 41
12	± 0.0	— 20.0	0.2	1.3	—0.0	0	1	0	2	0	3			Schneedecke 41
13	+ 2.0	— 15.0	0.4	1.7	0.0	6	2	0	6	3	1			Schneedecke 41
14	+ 3.0	— 4.0	0.4	0.8	1.2	2	5	5	10	1	2			Schneedecke 41
15	+ 3.0	— 5.0	0.3	1.0	0.6	6	8	6	10	10	0			Schneedecke 41
16	+ 3.2	— 6.0	0.5	2.8	1.0	7	6	6	1	10	2			Schneedecke 41
17	— 2.2	— 12.0	0.8	1.5	0.2	7	7	5	2	2	1			Schneedecke 41
18	— 5.4	— 14.0	0.5	1.4	0.3	7	5	4	1	4	6			Schneedecke 41
19	— 3.5	— 21.0	0.3	1.4	0.0	3	3	0	9	4	7			Schneedecke 41
20	— 2.0	— 21.0	0.2	1.9	0.4	0	5	0	9	2	5			Schneedecke 41
21	— 2.0	— 15.0	0.2	1.5	0.3	2	7	8	8	9	9			Schneedecke 41
22	+ 1.0	— 11.0	0.3	1.5	0.2	2	3	0	8	2	5			Schneedecke 41
23	— 1.0	— 9.0	0.6	0.2	0.0	2	6	6	10	10	10	13.2		Schneed. 41 Schnee
24	— 2.2	— 6.0	—0.0	0.4	—0.0	7	7	7	10	10	10	9.8		Schneed. 52 Schnee
25	— 2.0	— 6.5	0.5	0.5	0.0	6	8	5	10	10	10			Schneedecke 62
26	— 2.8	— 5.4	0.2	0.4	0.2	4	4	4	10	10	10	17.0		Schneed. 62 Schnee
27	+ 1.0	— 5.0	0.5	1.0	—0.1	2	3	0	10	10	10			Schneedecke 78
28	+ 4.0	— 9.0	0.5	1.3	0.1	6	2	0	5	10	0			Schneedecke 78
29	+ 2.5	— 15.0	0.1	1.2	0.2	2	2	0	4	9	0			Schneedecke 78
30	+ 5.5	— 14.5	0.1	3.2	0.3	1	7	7	0	0	10			Schneedecke 78
31	+ 7.5	— 6.0	0.5	3.6	0.5	0	0	0	10	10	10			Schneedecke 78
Med.	± 0.0	— 10.8	0.3	1.2	0.2	3.6	4.1	2.8	7.1	6.7	6.3	Sa. 61.1		

Der ganze Niederschlag fiel, mit Ausnahme vom 10. 3. in Form von Schnee. Die Tiefe der Schneedecke stieg während des Monats bis auf 78 cm.

Infolge niedriger Lufttemperatur kam auch während dieses Monats kein Abfluss vor.

Versuchsfeld auf Lind April 1924.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 7.5	— 3.0	0.9	3.2	0.3	2	2	0	0	1	0			Schneedecke 70 cm
2	+ 8.5	— 13.0	0.8	5.3	0.3	2	2	0	0	1	0			Schneedecke 65
3	+ 8.0	— 15.0	0.2	5.2	0.1	2	2	0	0	0	0			Schneedecke 62
4	+ 12.0	— 3.0	1.8	5.3	0.3	2	2	0	4	8	0			Schneedecke 60
5	+ 11.0	— 2.5	0.8	4.9	0.3	1	5	8	0	0	10			Schneedecke 57
6	+ 7.2	± 0.0	1.1	3.4	0.6	8	7	0	2	8	1			Schneedecke 52
7	+ 6.5	— 3.5	1.7	2.7	1.1	7	8	6	9	5	2			Schneedecke 47
8	+ 5.5	+ 1.0	1.7	3.2	1.1	8	8	6	10	5	0			Schneedecke 46
9	+ 5.0	— 1.0	0.6	2.0	0.7	3	5	0	10	10	10			Schneedecke 43
10	+ 5.0	— 4.0	0.8	1.5	0.2	4	4	0	9	10	0			Schneedecke 43
11	+ 5.2	— 7.0	0.9	2.3	0.7	5	6	0	1	5	10			Schneedecke 42
12	+ 6.0	— 3.0	1.4	3.9	0.5	6	7	0	6	2	1			Schneedecke 42
13	+ 9.0	— 6.0	1.6	6.1	0.6	1	5	0	1	1	0			Schneedecke 41
14	+ 13.0	— 7.0	1.0	6.8	1.0	3	2	0	1	0	0			Schneedecke 40
15	+ 5.0	— 3.5	2.3	3.5	1.0	7	7	8	10	10	10	8.3		Schneed. 35 Schnee
16	+ 3.2	± 0.0	0.0	0.2	0.0	4	1	0	10	10	10			Schneedecke 20
17	+ 2.0	± 0.0	0.5	0.0	0.0	2	5	3	10	10	10	9.7		Schneed. 17 Regen
18	+ 4.0	+ 1.0	0.2	0.7	0.1	7	7	4	10	10	10	0.9		Schneed. 8 Regen
19	+ 5.0	+ 0.5	0.3	2.5	0.3	3	6	2	10	10	10			
20	+ 10.0	+ 1.0	1.2	1.1	0.2	4	4	0	3	9	10	2.2		Regen
21	+ 8.0	+ 1.0	0.1	4.1	2.3	7	8	8	10	2	10	3.9		Regen Schnee
22	+ 3.3	— 0.5	0.7	0.4	0.2	7	7	7	10	10	10	4.2		Regen Schnee
23	+ 0.6	— 6.0	0.2	1.3	0.1	4	6	0	10	10	0			
24	+ 8.0	— 12.0	1.9	3.0	0.7	1	3	0	1	7	0			
25	+ 9.5	— 7.0	3.9	5.6	1.0	3	4	4	0	1	10			
26	+ 9.5	— 3.0	2.6	4.6	0.7	5	5	0	1	3	0		0.8	
27	+ 5.0	— 4.0	1.9	2.8	0.9	7	8	6	8	10	10		0.8	
28	+ 10.0	± 0.0	2.0	3.9	1.1	6	8	5	5	8	3		0.9	
29	+ 9.0	— 1.5	0.7	3.4	1.2	7	7	0	10	10	1		0.7	
30	+ 9.0	— 4.0	4.1	3.9	1.9	6	3	0	2	9	10		0.6	
Med.	+ 7.0	— 3.5	1.3	3.2	0.7	4.5	5.1	2.2	5.4	6.2	4.9	Sa. 29.2		

In der Zeit vom 1.—14. 4. nahm die Tiefe der Schneedecke von 70 bis auf 40 cm ab, teils durch Abschmelzung infolge hoher Lufttemperatur tagsüber, teils durch Insolation an gewissen Tagen, wobei der Schnee direkt in Gasform überging.

Vom 26.—30. 4. fand infolge der Bodenfrostschmelze, obwohl kein Niederschlag fiel, starker Abfluss statt.

Betreffs des Abflusses während der Bodenfrostschmelze wird auch auf Diagramm Abb. 56, S. 196 hingewiesen.

Versuchsfeld auf Lind Mai 1924.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 15.0	— 1.0	2.3	6.1	1.3	5	3	0	10	4	10		1.1	
2	+ 12.0	+ 1.0	1.8	5.1	1.2	4	5	0	10	9	6	1.3	0.8	
3	+ 13.5	+ 2.0	0.7	6.1	2.0	0	7	0	10	5	10	5.1	0.5	Regen
4	+ 10.0	+ 3.0	0.3	1.5	0.1	6	2	0	10	10	10	5.2	0.4	Regen
5	+ 8.0	+ 3.5	0.1	0.4	0.5	2	2	6	10	10	10	1.3	0.3	Regen
6	+ 8.5	— 1.0	0.2	3.1	0.2	3	6	0	10	6	10	1.6	0.3	Regen Schnee
7	+ 12.5	— 1.0	0.0	5.3	1.4	0	6	0	10	1	2	1.3	0.2	
8	+ 7.0	+ 4.0	0.4	0.1	0.4	6	6	6	10	10	10	13.0	(2.2)	Regen
9	+ 15.5	+ 2.0	1.4	5.5	0.0	4	4	0	7	8	10	3.4	0.3	Regen
10	+ 14.0	+ 1.0	1.8	3.6	1.1	5	2	0	5	9	1		0.1	
11	+ 15.0	— 1.0	4.9	6.4	0.3	6	8	0	1	9	10	6.2	0.1	Regen
12	+ 16.5	+ 5.0	1.0	4.9	1.0	6	6	0	10	3	5		0.1	
13	+ 17.0	+ 3.5	4.0	6.5	1.5	2	2	0	3	10	10	0.3	0.1	Regen
14	+ 17.0	+ 5.5	0.7	4.1	1.6	5	5	0	10	10	10	8.8	0.1	Regen
15	+ 21.5	+ 6.0	0.4	6.8	1.1	3	7	0	8	10	8	0.5	0.2	Regen
16	+ 14.0	+ 9.0	0.9	2.8	0.2	0	0	6	10	10	10	10.6	0.2	Regen
17	+ 10.0	+ 5.5	0.4	1.3	0.9	7	7	4	10	10	9	0.9	0.3	Regen
18	+ 17.0	+ 4.0	1.0	5.5	1.2	6	7	0	10	3	2		0.1	
19	+ 14.0	+ 3.0	2.6	4.6	1.6	3	5	6	5	9	10		+	
20	+ 16.0	+ 5.5	1.4	6.5	1.5	5	5	2	10	4	2		+	
21	+ 19.0	+ 0.5	4.7	9.8	2.2	2	5	0	0	2	2		+	
22	+ 18.0	+ 4.0	2.7	10.2	3.6	5	5	7	1	5	10	3.5	+	
23	+ 15.0	+ 7.5	0.3	1.3	0.8	5	3	6	10	10	10	2.3	+	Regen
24	+ 17.0	+ 9.0	1.8	3.3	0.4	5	7	4	10	10	10	12.8	+	Regen
25	+ 14.0	+ 8.0	1.6	1.6	3.8	7	7	8	10	10	1	2.3	+	Regen
26	+ 17.0	+ 6.5	1.3	4.0	0.9	7	4	6	9	8	5	2.2	+	Regen
27	+ 18.0	+ 7.5	4.0	7.3	1.4	7	7	4	2	6	10		+	
28	+ 17.0	+ 8.0	2.2	4.1	2.7	2	4	4	10	9	5		+	
29	+ 25.0	+ 7.0	5.2	11.7	2.7	4	2	7	1	4	5			
30	+ 17.0	+ 7.0	5.9	3.2	1.0	6	6	0	7	10	10	3.9		Regen
31	+ 22.5	+ 10.0	1.4	9.7	2.4	5	3	3	9	5	10			
Med.	+ 15.3	+ 4.3	1.9	4.9	1.3	4.3	4.8	2.5	7.7	7.4	7.5	Sa. 86.2		

Die Bodenfrostschmelze dauerte bei hoher Lufttemperatur und etwas Regen fort. Der Bodenfrost war ungefähr am 10. 5. verschwunden.

Als die erste Niederschlagsperiode aufhörte, d. h. vom 18. 5. ab, nahm der Abfluss schnell ab. (Abb. 56, S. 196).

Nachdem der Boden durch hohe Lufttemperatur und ein für die Jahrezeit verhältnismässig hohes Feuchtigkeitsdefizit während der Zeit vom 18.—22. 5. an der Oberfläche abgetrocknet war, verursachte der Niederschlag während der Zeit vom 22.—26. 5. keine Steigerung des Abflusses.

Die Saat bestand aus Weizen, der während der letzten Hälfte des Monats kräftigen Zuwachs zeigte.

Versuchsfeld auf Lind Juni 1924.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 15.0	+ 10.0	1.3	2.7	0.2	4	2	2	10	10	10	11.7		Regen
2	+ 17.0	+ 7.0	2.9	4.2	0.8	7	8	8	5	7	10	1.8		Regen
3	+ 9.0	+ 5.0	0.9	0.5	0.6	6	6	4	10	10	8	1.8	+	Regen
4	+ 15.0	+ 5.0	3.5	6.7	2.9	7	7	0	7	3	2		+	
5	+ 14.0	+ 4.0	2.9	2.5	2.7	5	6	4	5	10	10	5.6	+	Regen
6	+ 14.0	+ 4.0	1.0	3.7	3.3	4	6	2	10	10	3	0.5	+	Regen
7	+ 12.5	+ 2.0	4.2	3.9	1.9	5	6	4	3	10	10		+	
8	+ 20.5	+ 7.5	3.4	10.1	4.9	6	5	6	10	5	10		+	
9	+ 23.0	+ 10.0	6.6	10.1	6.2	5	3	4	6	7	8	1.5	+	Regen
10	+ 20.0	+ 11.0	1.2	3.3	1.1	2	1	6	10	8	9	0.6	+	Regen
11	+ 17.5	+ 10.0	0.8	4.5	0.6	3	6	2	10	9	10	2.4	—	Regen
12	+ 18.0	+ 8.5	0.6	1.5	0.7	0	2	2	10	10	10	0.8		Regen
13	+ 14.0	+ 10.0	1.2	1.8	0.4	6	8	5	10	10	10			
14	+ 21.0	+ 5.5	5.4	9.7	5.1	7	7	5	0	7	5			
15	+ 18.5	+ 8.5	3.8	9.0	1.2	6	7	4	10	9	9	4.6		Regen
16	+ 21.5	+ 7.5	3.8	9.3	5.0	4	7	4	7	1	1			
17	+ 23.0	+ 8.0	4.9	9.3	3.8	6	6	1	1	3	2			
18	+ 31.0	+ 7.5	6.2	19.0	6.3	0	4	6	1	3	5			
19	+ 27.5	+ 11.5	5.4	11.8	4.6	2	6	7	6	7	10	0.4		Regen
20	+ 26.0	+ 14.0	1.7	9.4	4.4	0	1	0	10	8	1			
21	+ 29.0	+ 16.0	3.4	12.6	2.7	6	4	6	8	3	9			
22	+ 22.0	+ 13.0	3.8	4.3	2.9	5	5	4	10	10	10	2.1		Regen
23	+ 20.5	+ 14.0	1.1	4.1	2.6	6	7	7	10	7	1			
24	+ 21.0	+ 11.0	4.3	10.2	3.6	8	8	7	5	5	1			
25	+ 25.0	+ 11.0	5.3	11.7	5.7	5	5	1	7	5	6			
26	+ 22.0	+ 11.0	4.1	5.7	2.4	4	7	0	8	10	10	1.2		Regen
27	+ 15.5	+ 11.5	2.2	0.5	1.4	0	3	7	10	10	10	5.9		Regen
28	+ 15.0	+ 10.0	4.1	4.7	3.4	8	8	5	5	10	7			
29	+ 17.0	+ 8.0	3.6	4.1	0.4	8	8	2	4	10	10	2.7		Regen
30	+ 19.0	+ 10.5	2.2	2.9	1.9	7	6	6	7	2	2	2.8		Regen
Med.	+ 19.5	+ 9.1	3.2	5.9	2.8	4.7	5.5	4.0	7.2	7.3	7.0	Sa. 46.4		

Der Niederschlag während der ersten Tage des Monats brachte einen Abfluss mit sich, der jedoch nicht bis auf 0.1 lit/sek/ha gemessen wurde.
Vom 12. 6. ab kam kein Abfluss vor.

Versuchsfeld auf Lind Januar 1927.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	— 4.0	— 18.5	0.8	0.2	—0.0	5	0	0	10	2	0			Schneedecke 29 cm
2	— 5.8	— 18.5	0.0	0.0	0.0	2	3	6	10	10	10	3.1		Schneed. 29 Schnee
3	+ 4.6	— 6.0	0.4	0.6	0.1	6	6	6	10	10	10	0.8		Schneed. 27 Regen
4	+ 3.8	± 0.0	0.8	0.9	1.5	6	6	6	5	10	1	0.7	0.3	Schneed. 26 Regen
5	+ 0.4	— 6.5	0.3	0.9	—0.2	7	7	7	10	1	0			Schneedecke 26
6	— 6.0	— 10.0	0.1	0.3	0.1	0	2	0	2	5	9			Schneedecke 26
7	— 1.0	— 10.0	0.4	0.3	0.4	7	5	0	10	10	10			Schneedecke 26
8	— 0.4	— 2.0	0.3	0.9	0.2	2	2	4	10	10	10	0.3		Schneed. 26 Regen
9	+ 1.0	— 1.0	0.5	0.1	0.1	6	6	0	10	10	10	2.2		Schneed. 25 Regen
10	+ 1.0	— 2.0	0.5	0.4	0.4	3	2	2	10	0	1			Schneedecke 23
11	— 1.5	— 9.0	0.1	0.2	—0.0	0	0	0	2	0	10	2.3		Schneed. 23 Schnee
12	+ 0.5	— 7.0	0.1	0.4	0.2	2	5	5	10	10	10	6.3		Schneed. 24 Regen
13	+ 0.6	± 0.0	0.2	0.2	0.1	2	2	3	10	10	10	3.3		Schneed. 16 Regen
14	± 0.0	— 1.0	— 0.0	0.2	0.1	6	7	5	10	10	10	13.2		Schneed. 8 Regen
15	+ 1.0	— 1.0	0.3	0.3	0.3	6	5	4	10	10	10	4.4		Schneed. 25 Regen
16	+ 2.0	+ 0.5	0.2	0.6	0.3	4	3	1	10	10	10	0.2		Schneed. 18 Regen
17	+ 1.5	± 0.0	0.2	0.1	0.2	4	5	6	10	10	10	2.5		Schneed. 15 Regen
18	+ 1.5	± 0.0	0.2	0.2	0.0	5	5	6	10	10	10	7.6		Schneed. 10 Regen
19	+ 0.5	— 2.5	0.0	0.2	0.1	5	6	4	10	10	10	0.8		Schneed. 10 Regen
20	— 0.4	— 2.5	0.2	0.2	—0.0	2	2	0	10	10	10	4.6		Schneed. 11 Schnee
21	— 0.5	— 3.0	0.2	0.1	—0.0	2	3	2	10	10	10	1.6		Schneed. 15 Schnee
22	— 1.5	— 4.0	0.2	0.4	0.2	3	4	4	10	10	10			Schneedecke 16
23	— 3.7	— 5.2	0.0	0.2	0.2	5	3	2	10	10	10	1.1		Schneed. 16 Schnee
24	— 2.7	— 6.0	0.1	0.3	0.3	2	2	0	10	10	10	0.9		Schneed. 18 Schnee
25	+ 1.2	— 3.0	0.3	0.4	0.2	4	6	4	10	10	10			Schneedecke 19
26	+ 3.0	+ 1.0	0.3	0.8	0.3	6	6	2	10	10	10	1.2		Schneed. 18 Regen
27	+ 3.5	+ 1.0	0.3	1.2	0.3	5	5	5	10	10	10	2.2		Schneed. 10 Regen
28	+ 4.0	+ 1.0	0.9	0.2	0.4	7	5	6	5	10	10	1.7	—	Schneed. 3 Regen
29	+ 5.0	+ 2.6	0.5	0.9	0.6	6	6	8	10	10	10	2.4	—	Regen
30	+ 4.0	+ 1.5	1.3	1.3	0.6	6	6	4	8	10	10	1.3	0.2	Regen Schnee
31	+ 2.0	+ 0.5	0.2	0.2	0.1	5	2	0	10	10	10	5.0		Regen Schnee
Med.	+ 0.4	— 3.6	0.3	0.4	0.2	4.2	4.1	3.3	9.1	8.6	8.7	Sa. 69.7		

In der Zeit vom 1.—25. 1. ging die Minimaltemperatur beinahe jeden Tag unter den Gefrierpunkt. Die Maximaltemperatur lag gewisse Tage unter dem 0-Punkte und andere Tage über demselben. Infolge der niedrigen Temperatur kam kein Abfluss zustande. Nur die verhältnismässig hohe Temperatur zur Mittagszeit am 3. u. 4. 1. verursachte an diesem Tage einen Abfluss. Ebenso entstand, als die Temperatur vom 25. 1. ab etwas, wenn auch unbedeutend, über den 0-Punkt gestiegen war, am 30. 1. ein Abfluss, der aber unmittelbar darauf wieder aufhörte. Das durch Schneeschmelze während des Monats entstandene Wasser rann hauptsächlich auf dem gefrorenen Boden ab.

Versuchsfeld auf Lind Februar 1927.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 2.5	+ 0.5	0.3	0.6	0.2	4	4	2	10	10	10	4.7		Regen Schnee
2	+ 1.5	± 0.0	0.0	0.2	0.0	0	2	2	10	10	10		0.1	
3	+ 1.6	— 0.2	−0.0	0.7	0.5	2	4	6	10	10	3	0.2	+	Regen
4	+ 5.0	+ 1.0	0.4	0.4	1.0	6	6	7	10	10	10	1.3	0.3	Regen
5	+ 3.5	— 0.5	0.2	2.2	0.2	5	5	3	9	0	0			
6	+ 1.0	— 5.0	0.2	1.6	0.2	1	4	0	0	0	0		+	
7	— 3.0	— 8.0	0.0	0.0	0.0	0	2	0	10	10	8		+	
8	+ 0.2	— 5.0	0.3	0.5	0.5	3	5	6	10	10	10		+	
9	+ 2.0	— 2.6	0.8	1.6	0.1	6	4	0	9	0	1			
10	— 0.7	— 6.0	0.2	0.5	−0.0	1	0	0	4	0	9			
11	— 2.0	— 5.0	0.2	0.1	0.1	3	6	3	10	10	10			
12	— 2.0	— 4.3	0.2	0.6	0.3	5	4	0	10	10	10			
13	— 2.5	— 5.0	0.0	0.2	0.2	2	4	4	10	10	10			
14	— 1.8	— 4.0	0.2	0.4	0.2	5	2	2	10	10	10			
15	+ 0.6	— 6.0	0.1	0.5	0.8	5	5	6	10	10	10			
16	+ 3.5	± 0.0	0.9	0.9	0.5	6	6	7	10	1	1			
17	+ 3.5	— 5.0	0.4	0.6	0.5	6	7	7	0	5	5	0.6		Schnee
18	— 4.8	— 7.0	0.2	0.6	0.2	4	4	2	10	5	10			
19	— 6.0	— 9.0	0.1	0.9	0.2	4	4	0	10	5	1			
20	— 4.8	— 14.0	0.4	0.7	0.4	3	5	6	7	10	5			
21	— 2.0	— 6.0	0.7	0.7	0.0	6	7	7	10	10	10	12.8		Schnee
22	— 0.5	— 4.5	0.2	0.2	0.1	6	3	2	10	10	10	3.3		Schneed. 15 Schnee
23	+ 1.2	— 1.0	0.2	0.9	0.4	5	3	5	10	10	10			Schneedecke 17 cm
24	+ 2.0	— 1.5	0.4	1.0	0.4	4	4	4	10	10	10			Schneedecke 17
25	+ 0.5	— 1.5	0.1	0.5	0.0	3	5	5	10	10	10	3.2		Schneed. 17 Schnee
26	+ 0.5	— 1.4	0.0	0.2	0.2	4	2	0	10	10	10	5.7		Schneed. 19 Schnee
27	+ 1.1	± 0.0	0.0	0.1	0.1	0	0	0	10	10	10	0.3		Schneed. 12 Regen
28	+ 1.2	± 0.0	0.1	0.4	0.0	3	3	2	10	10	10	1.5		Regen Schnee
Med.	± 0.0	— 3.6	0.2	0.6	0.3	3.6	3.9	3.1	8.9	7.7	7.6	Sa. 33.6		

Durch Niederschlag, teilweise in Form von Regen, am ersten Tage des Monats enstand ein unbedeutender Abfluss.

Nachdem der Boden bei der niedrigen Temperatur Mitte des Monats weiter zugefroren war, führte das Tauwetter während der letzten Tage des Monats keinen Abfluss herbei. Das durch Schneeschmelze entstandene Wasser rann auf dem gefrorenen Boden ab.

Versuchsfeld auf Lind März 1927.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 4.0	+ 0.4	0.2	0.2	0.0	3	3	3	10	10	10	4.0		Regen
2	+ 3.6	+ 1.0	0.0	0.4	0.1	4	5	0	10	10	10	7.7		Regen
3	+ 4.5	+ 2.0	0.2	0.5	0.4	3	2	0	10	10	10	1.2	0.3	Regen
4	+ 3.5	+ 1.5	0.0	0.0	0.0	0	0	0	10	10	10	0.5	0.2	Regen
5	+ 5.0	+ 1.5	0.0	0.8	0.1	0	3	2	10	10	10	1.0	0.3	Regen
6	+ 4.0	+ 2.0	0.3	1.9	0.4	6	7	2	10	10	10	0.6	0.2	Regen
7	+ 5.0	+ 3.0	0.5	1.9	0.2	5	6	6	8	8	10		0.5	
8	+ 5.0	— 0.5	0.0	1.2	0.4	1	1	7	10	9	10	5.1	0.9	Regen Schnee
9	+ 1.5	+ 0.5	0.1	0.0	0.1	3	1	0	10	10	10	1.6	0.2	Regen Schnee
10	+ 1.1	+ 0.5	0.1	0.1	0.0	2	2	2	10	10	10	7.9	0.1	Regen Schnee
11	+ 2.2	+ 0.5	0.4	0.6	0.2	0	1	0	10	10	10	0.8	0.3	Regen Schnee
12	+ 2.0	— 1.0	0.2	0.8	0.3	1	1	0	10	10	9		0.1	
13	+ 3.2	— 3.0	0.2	2.1	0.4	1	4	0	5	5	5			
14	+ 8.0	— 3.0	0.2	3.2	0.5	1	1	0	1	1	0		0.1	
15	+ 8.1	— 4.0	0.2	3.4	0.4	1	2	0	0	0	0		0.1	
16	+ 7.5	— 2.5	0.4	3.5	0.3	4	7	4	5	1	9		0.3	
17	+ 9.0	+ 2.0	0.4	2.3	0.7	6	6	0	8	3	0		0.4	
18	+ 10.5	— 2.0	−0.0	4.3	1.2	0	6	6	10	6	6		0.3	
19	+ 8.2	+ 1.0	0.3	2.0	0.3	6	4	6	10	10	10		0.3	
20	+ 10.0	+ 4.5	0.9	0.9	0.7	5	8	3	9	10	8	5.4	0.4	Regen
21	+ 10.0	+ 5.4	0.3	1.8	0.7	5	5	5	10	8	10		0.4	
22	+ 9.5	+ 4.0	0.4	2.4	0.6	0	0	0	10	10	10	1.7	0.3	Schnee
23	+ 4.2	— 2.0	−0.0	0.2	0.6	4	5	3	10	10	10	5.5	0.2	Schnee
24	± 0.0	— 4.5	0.5	0.4	0.2	4	6	5	10	10	10	3.3	—	Schnee
25	+ 0.2	— 2.2	0.8	1.0	0.8	5	6	7	10	10	10	0.8	—	Schneed. 7 cm Schnee
26	+ 1.0	— 0.5	0.4	0.7	0.2	7	7	6	10	10	10	4.1	0.1	Schneed. 10 Schnee
27	+ 1.0	— 0.5	0.2	0.6	0.2	4	4	3	10	10	10	1.2	0.1	Schnee
28	+ 4.0	± 0.0	0.7	0.7	0.0	2	2	2	10	10	10		0.1	
29	+ 1.6	— 0.2	0.2	0.2	0.2	0	0	6	10	10	10	9.2	0.2	Regen Schnee
30	+ 1.5	— 1.5	0.8	1.0	0.2	4	4	2	10	10	5			
31	+ 6.0	— 1.2	0.7	0.4	−0.0	0	0	0	5	5	0		0.3	
Med.	+ 4.7	± 0.0	0.3	1.3	0.3	2.8	3.5	3.6	8.7	8.3	8.1	Sa. 61.6		

Die Maximaltemperatur lag im allgemeinen über dem Gefrierpunkt, während die Minimaltemperatur mitunter über, mitunter unter demselben lag.

Das Auftauen des Bodens begann ungefähr am 3. 3. Am 16.—17. 3. enstand grösserer Abfluss, hauptsächlich durch hohe Temperatur und starke Insolation mitten am Tage.

Versuchsfeld auf Lind April 1927.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	± 0.0	— 4.5	0.0	— 0.0	0.2	2	2	2	10	10	10	1.8	0.1	Schnee
2	+ 1.0	— 2.5	0.4	0.7	— 0.0	2	0	0	10	10	10		0.1	
3	+ 4.0	— 1.0	1.0	1.8	0.8	0	0	0	0	10	10		0.1	
4	+ 5.0	± 0.0	0.5	2.7	0.9	0	0	0	0	10	10		0.2	
5	+ 4.5	— 3.0	0.6	1.6	0.2	0	0	0	0	10	10	2.3	0.2	Schnee Regen
6	+ 6.5	± 0.0	0.3	0.5	0.4	2	0	0	10	10	10		0.5	
7	+ 4.5	+ 1.0	0.4	1.8	1.3	2	0	0	10	10	10		1.0	
8	+ 2.2	+ 0.6	0.2	0.5	0.4	4	6	6	10	10	10	6.2	0.5	Schnee Regen
9	+ 4.0	± 0.0	0.5	1.2	0.6	0	0	0	10	10	0		1.1	
10	+ 9.5	± 0.0	1.2	3.6	0.2	2	2	0	0	0	0		0.6	
11	+ 9.5	— 3.0	0.3	4.1	1.3	0	4	4	0	0	0	3.1	0.5	Regen
12	+ 8.5	+ 0.4	0.4	2.5	0.4	2	4	0	5	0	0		0.2	
13	+ 9.0	— 0.5	2.2	4.7	2.1	2	4	6	0	0	5	3.4	0.2	Regen
14	+ 9.5	+ 2.5	0.5	1.4	0.6	6	2	0	10	10	5	4.3	1.0	Regen
15	+ 7.5	+ 0.5	2.6	4.6	2.7	6	6	6	0	0	0		0.1	
16	+ 8.5	+ 1.0	2.7	4.7	1.7	5	6	6	5	10	10		0.1	
17	+ 6.5	— 1.0	2.7	3.3	1.0	3	6	6	5	10	10	0.2	+	
18	+ 11.6	+ 1.5	2.4	4.7	2.4	8	9	6	0	0	0			
19	+ 12.0	+ 3.0	2.7	6.4	1.3	6	6	4	5	0	0			
20	+ 13.0	+ 5.0	1.4	3.5	1.3	9	9	9	10	5	0			
21	+ 9.2	+ 0.5	3.2	3.2	2.0	3	6	6	0	10	5	0.5		Schnee Regen
22	+ 4.0	— 1.0	1.9	0.5	0.2	0	2	0	10	10	10	1.9		Schnee Regen
23	+ 9.0	+ 3.0	1.0	1.8	0.4	4	6	0	10	5	10	2.7		Schnee Regen
24	+ 8.0	+ 2.0	1.6	2.4	0.5	0	3	1	10	10	8	2.0		Schnee
25	+ 3.0	+ 0.3	1.0	2.2	0.8	0	2	0	10	10	0	4.0		Schnee
26	+ 5.0	± 0.0	0.9	2.2	1.1	2	5	0	10	10	0	1.4		Schnee
27	+ 8.5	— 2.0	1.7	1.4	1.2	3	6	4	5	10	0	2.0		Schnee Regen
28	+ 4.0	+ 0.5	1.9	1.6	1.6	6	6	8	5	10	0	1.0		Schnee Regen
29	+ 4.5	+ 1.0	2.1	1.7	1.1	6	4	6	5	10	5	6.1	0.3	Schnee Regen
30	+ 7.5	— 1.0	1.3	3.5	1.4	9	4	0	0	0	0			
Med.	+ 6.7	+ 0.2	1.3	2.5	1.0	3.1	3.7	2.7	5.5	7.0	4.9	Sa. 42.9		

Während der ersten Hälfte des Monats dauerte das Schmelzen des Bodenfrosts fort, jedoch langsam, weil nachts mitunter Frost vorkam. Erhöhter Abfluss enstand am 4. 4. durch gesteigerte Temperatur. Der grosse Abfluss am 7. 4. dürfte dadurch entstanden sein, dass der Boden während der Nächte zum 5.—6. 4. an der Oberfläche gefroren war. Durch hohe Maximaltemperatur den 6.—7. 4. taute der Frost auf der Bodenoberfläche weg und verursachte verhältnismässig starken Abfluss. Der Niederschlag, am 8. 4. verursachte einen Abfluss, der am 9. 4. auf höchstens 1.1 lit/sek/ha gemessen wurde. Der Niederschlag am 13.—14. 4., zusammen 7.7 mm, verursachte in dem wassergesättigten Boden einen Abfluss von 1.0 lit/sek/ha, welcher jedoch infolge hoher Lufttemperatur, starken Windes und teilweise starker Insolation schnell aufhörte.

Nachdem der Boden durch die Einwirkung der angeführten Faktoren ziemlich stark ausgetrocknet war, verursachte der für jeden einzelnen Tag unbedeutende Niederschlag in den zwei letzten 5-Tageperioden des Monats erst am 29. 4. einen Abfluss. Infolge starker Insolation am 30. 4. hörte der Abfluss unmittelbar wieder auf.

Trotzdem die Minimaltemperatur den 24.—25. 4. etwas über dem 0-Punkte lag, fiel während dieser Tage der Niederschlag in Form von Schnee, der jedoch unmittelbar schmolz.

Versuchsfeld auf Lind Mai 1927.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 10.2	± 0.0	2.1	5.8	1.1	1	4	0	0	0	0			
2	+ 13.0	— 2.5	4.8	7.8	3.5	0	0	4	0	0	0			
3	+ 14.0	+ 2.0	5.0	6.2	2.5	5	6	4	0	5	0			
4	+ 19.5	+ 2.5	3.2	9.6	2.8	2	2	2	0	0	0			
5	+ 12.5	+ 3.5	0.6	2.5	1.1	0	0	0	10	10	10	0.8		Regen
6	+ 10.0	+ 0.4	0.7	2.2	0.4	4	4	0	10	8	0			
7	+ 12.5	— 3.0	2.5	5.9	1.0	2	2	0	0	0	0			
8	+ 16.5	+ 3.0	2.8	5.5	4.0	6	6	4	10	0	10			
9	+ 12.0	+ 3.0	4.5	6.1	1.7	2	6	6	0	0	10	2.3		Schnee
10	+ 5.5	± 0.0	1.7	2.5	1.4	4	6	4	10	10	5	0.1		Schnee Regen
11	+ 7.0	— 1.5	2.9	4.6	1.4	6	6	2	0	10	5			
12	+ 6.0	± 0.0	2.8	3.2	0.2	2	0	0	0	5	0	0.9		Schnee
13	+ 7.0	— 2.5	1.9	3.9	0.8	2	4	0	0	10	0	0.5		Schnee Regen
14	+ 7.5	— 2.0	2.8	4.2	1.6	2	6	0	0	8	5			
15	+ 6.5	± 0.0	1.5	3.3	0.7	0	0	0	10	10	6			
16	+ 13.0	— 3.0	3.9	5.5	2.8	0	0	4	0	0	0			
17	+ 8.0	+ 3.0	3.3	2.3	0.3	6	6	4	10	10	10	14.0		Regen Schnee
18	+ 7.0	+ 3.0	0.2	0.7	0.0	4	4	3	8	5	4	7.0		Regen
19	+ 13.0	+ 1.0	1.1	5.2	1.1	2	2	2	0	2	3	4.5	0.1	Regen
20	+ 9.0	+ 5.0	1.4	2.1	1.1	2	3	0	3	3	10		0.1	
21	+ 9.0	+ 6.0	1.0	2.4	0.0	2	4	0	8	8	10	6.0	0.1	Regen Schnee
22	+ 9.0	+ 6.0	0.6	0.3	0.7	2	3	4	5	4	4	11.5	0.4	Regen
23	+ 8.0	+ 5.0	0.4	1.1	0.3	2	3	2	3	4	5		0.4	
24	+ 10.0	+ 5.0	0.3	3.0	3.1	3	4	3	4	2	3		0.1	
25	+ 9.7	+ 5.0	0.2	1.2	0.3	4	5	2	5	8	2	1.7	0.1	Regen
26	+ 10.0	+ 5.0	2.0	3.1	1.2	4	3	2	4	4	3	4.6	+	Regen
27	+ 10.5	+ 4.5	2.4	3.7	1.8	3	4	5	2	2	5	7.0	0.3	Regen
28	+ 8.5	+ 3.0	0.1	1.0	0.7	4	4	2	4	4	6	7.5	0.2	Regen
29	+ 13.0	+ 3.0	0.0	2.6	1.2	3	3	0	5	2	2	0.5	0.2	Regen
30	+ 11.0	+ 5.0	0.0	3.2	1.1	2	2	1	6	8	8		0.2	
31	+ 11.1	+ 8.0	2.8	2.6	3.7	6	4	4	5	4	4		0.1	
Med.	+ 10.3	+ 2.2	1.9	3.7	1.5	2.8	3.4	2.1	3.9	4.7	4.2	Sa. 68.9		

Nachdem der rel. trockene Boden durch Regen am 17.—18. 5., zusammen 21 mm, fast ganz mit Wasser gesättigt worden war, entstand den 19. 5. nach einem Niederschlag von 4.5 mm ein Abfluss von 0.1 lit/sek/ha; nachdem dann den 21.—22. 5. noch weitere Niederschläge von insgesamt 17.5 mm gefallen waren, stieg der abfluss auf 0.4 lit/sek/ha, wonach er schnell abnahm.

Durch den Niederschlag, welcher vom 16.—29. 5. fiel, stieg also der Abfluss auf höchstens 0.4 lit/sek/ha, um, nachdem der Niederschlag aufgehört hatte, schnell abzunehmen.

Die Saat bestand aus Klee und Timothy.

6—311544. *S. G. U., Ser. C, N:o 371. Herman Flodkvist.*

Versuchsfeld auf Lind Juni 1927.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 11.0	+ 8.0	0.0	2.0	1.0	4	5	3	8	5	4	1.0	0.1	Regen
2	+ 11.5	+ 5.0	0.2	0.0	0.4	5	3	2	6	5	10		0.1	
3	+ 16.0	+ 8.0	1.2	2.8	2.3	4	4	0	5	3	0	1.5	0.1	Regen
4	+ 20.0	+ 5.5	1.0	9.9	1.4	2	3	0	4	0	5	1.5	0.1	Regen
5	+ 16.0	+ 6.0	0.0	6.6	3.4	2	6	4	10	2	0	6.5	+	Regen
6	+ 15.0	+ 6.0	2.8	7.2	1.8	3	3	0	1	5	4		+	
7	+ 16.0	+ 6.5	2.8	6.0	2.1	0	2	2	10	3	8	2.6	+	Regen
8	+ 14.0	+ 5.0	3.2	5.1	2.8	2	2	0	4	8	0	0.6	+	Regen
9	+ 14.0	+ 4.0	3.8	5.0	3.1	5	4	0	0	2	3	1.2	+	Regen
10	+ 13.0	+ 3.0	2.4	4.6	1.4	6	6	5	3	8	0		+	
11	+ 13.0	+ 3.0	3.3	6.2	3.2	6	8	5	0	6	0	0.2	+	Regen
12	+ 17.0	+ 3.0	3.2	7.4	2.4	3	4	0	0	0	0			
13	+ 20.0	+ 4.0	4.5	11.2	6.4	2	2	2	5	2	9		+	
14	+ 22.0	+ 10.0	11.6	14.9	6.1	4	4	6	0	2	10			
15	+ 16.0	+ 11.0	2.4	6.4	4.1	6	6	3	10	2	10			
16	+ 18.0	+ 7.0	5.1	9.9	5.2	5	7	0	0	0	0			
17	+ 24.0	+ 8.0	5.5	14.2	7.9	0	7	0	2	0	0			
18	+ 24.0	+ 12.0	9.3	6.4	1.5	3	4	1	2	5	3	2.5		Regen
19	+ 21.0	+ 11.0	2.8	9.2	1.5	2	2	0	2	3	10	0.9		Regen
20	+ 16.0	+ 12.0	1.4	2.6	1.1	5	2	2	10	10	10			
21	+ 20.0	+ 11.0	1.4	10.4	1.4	3	7	2	10	3	10	3.1		Regen
22	+ 14.0	+ 9.0	1.1	1.2	0.7	5	5	2	10	10	8	2.6		Regen
23	+ 16.0	+ 8.0	1.3	5.7	2.4	6	5	2	10	10	10	2.6		Regen
24	+ 12.0	+ 10.0	0.6	2.2	1.3	2	6	0	10	10	8	1.4		Regen
25	+ 12.0	+ 7.0	1.5	0.8	0.7	2	6	2	10	10	10	6.5		Regen
26	+ 15.0	+ 9.0	1.4	2.7	5.0	2	4	7	10	9	10	2.7	+	Regen
27	+ 14.0	+ 10.0	0.9	1.6	0.4	3	3	0	10	10	10	3.4	+	Regen
28	+ 23.0	+ 10.0	2.7	8.8	4.3	4	8	6	4	5	5	31.2		Regen
29	+ 11.0	+ 9.9	0.0	0.9	0.6	2	6	7	10	10	10	35.6	1.7	Regen
30	+ 12.0	+ 9.5	0.0	0.0	0.6	6	4	2	10	10	10	4.2	1.7	Regen
Med.	+ 16.2	+ 7.7	2.6	5.7	2.6	3.5	4.6	2.3	5.9	5.3	5.9	Sa. 111.8		

Infolge starker Verdunstung hörte der Abfluss unmittelbar am Ende der ersten Niederschlagsperiode auf.

Ein Niederschlag vom 18.—24. 6. von 13.1 mm bei niedrigem Feuchtigkeitsdefizit (nicht ganz ohne Ausnahme) verursachte keinen Abfluss, bewirkte aber, dass der Boden mit Wasser gesättigt wurde, weshalb ein Niederschlag am 25. 6. von 6.5 mm einen, jedoch nur geringen, Abfluss brachte.

Der bedeutende Niederschlag von zusammen 66.8 mm, welcher am 28.—29. 6. fiel, verursachte einen Abfluss, der zu 1.7 lit/sek/ha während der zwei letzten Tage des Monats gemessen wurde.

Versuchsfeld auf Lind Juli 1927.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8^h	14^h	21^h	8^h	14^h	21^h	8^h	14^h	21^h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 19.0	+ 11.0	1.3	5.2	1.4	6	1	0	7	8	10	9.6	0.3	Regen
2	+ 20.0	+ 13.0	0.5	1.2	0.2	3	2	4	10	10	10	3.0	0.3	Regen
3	+ 21.0	+ 12.0	3.0	4.0	2.2	2	0	0	1	8	0	0.2	0.3	Regen
4	+ 20.0	+ 10.0	1.5	2.9	1.7	2	3	1	10	10	10	0.5	0.1	Regen
5	+ 27.0	+ 11.0	4.9	11.6	3.8	0	2	0	2	0	0		0.1	
6	+ 26.0	+ 13.0	8.0	7.2	8.3	1	1	0	0	7	5		+	
7	+ 28.0	+ 13.0	10.9	14.1	3.7	2	2	0	0	4	0	0.2	+	Regen
8	+ 30.5	+ 12.0	14.8	22.3	4.8	1	2	0	0	1	3	2.0	+	Regen
9	+ 28.0	+ 10.5	7.1	1.6	5.5	2	10	2	6	10	0	22.6	0.1	Regen
10	+ 28.0	+ 15.0	5.7	13.5	2.6	4	1	0	10	3	0		0.2	
11	+ 28.0	+ 13.0	7.3	13.1	5.7	0	1	3	4	5	0		0.1	
12	+ 31.0	+ 14.0	10.1	19.7	5.0	0	2	0	3	3	2	2.8	+	Regen
13	+ 28.0	+ 17.5	3.6	16.6	2.0	2	0	0	9	4	9	10.1	+	Regen
14	+ 29.0	+ 17.0	11.0	9.0	3.8	0	0	0	1	4	1		+	
15	+ 31.5	+ 16.0	11.0	16.4	5.6	1	2	0	0	4	0		+	
16	+ 29.0	+ 17.0	9.9	4.7	3.8	0	2	2	0	7	8	0.8		Regen
17	+ 24.0	+ 16.0	6.3	7.2	1.3	3	4	0	10	10	9	1.3		Regen
18	+ 23.0	+ 15.0	3.8	8.5	3.6	3	2	0	2	4	5	0.5		Regen
19	+ 20.0	+ 14.0	2.2	7.3	2.4	1	3	2	10	10	10	0.9		Regen
20	+ 21.5	+ 13.0	6.2	11.0	3.9	4	2	0	0	0	0			
21	+ 20.0	+ 10.0	8.1	6.1	0.7	4	4	1	2	10	10	1.4		Regen
22	+ 19.5	+ 13.0	1.6	3.9	3.4	2	4	2	9	10	10	0.5		Regen
23	+ 24.0	+ 14.0	2.6	8.1	1.5	3	2	0	9	8	5			
24	+ 18.0	+ 13.0	1.0	0.0	0.5	2	2	2	10	10	10	35.3		Regen
25	+ 17.0	+ 14.0	0.5	3.8	1.9	4	6	5	10	10	10	4.2	1.1	Regen
26	+ 22.0	+ 14.0	3.5	8.3	4.7	4	4	2	5	1	4		0.3	
27	+ 24.5	+ 12.5	6.4	13.2	2.9	1	2	3	1	1	1		0.2	
28	+ 18.4	+ 13.5	3.7	2.1	1.2	5	0	5	9	10	10	18.1	0.1	Regen
29	+ 22.1	+ 16.0	2.0	6.8	1.4	2	2	0	2	4	2		0.1	
30	+ 23.5	+ 12.0	4.6	4.5	1.2	2	0	0	2	7	10	5.5	1.0	Regen
31	+ 26.0	+ 13.0	5.0	14.0	3.3	1	2	0	0	1	0		0.1	
Med.	+ 24.1	+ 13.5	5.4	8.6	3.0	2.2	2.3	1.1	4.6	5.9	5.0	Sa. 119.5		

Von besonderem Interesse ist, dass am 9. 7. infolge Verdunstung und Wasseraufnahme der Pflantzen ein Niederschlag von 22.6 mm nur eine unbedeutende Einwirkung auf den Abfluss ausübte, und dass am 13. 7. ein Niederschlag von 10.1 mm keine Steigerung des Abflusses mit sich brachte.

Ausserdem ist zu bemerken, dass nach einem Niederschlag von 18.1 mm am 28. 7. nur ein Abfluss von 0.1 lit/sek/ha gemessen wurde, während nach einem Niederschlag von 5.5 mm am 30. 7. der Abfluss 1.0 lit/sek/ha betrug. Es sind hier ähnliche Verhältnisse, wie auf dem Lindfelde September 1922 eingetreten. Es sei deshalb auf die dortige Besprechung (Seite 66—67) und auf die Resultate der Abflussmessungen (Seite 184—189) hingewiesen.

Versuchsfeld auf Lind August 1927.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 26.0	+ 13.5	4.0	13.2	2.8	2	4	0	4	4	0		0.1	
2	+ 24.0	+ 13.0	2.3	9.4	1.2	1	5	4	9	10	10	6.1	+	Regen
3	+ 21.5	+ 13.0	2.2	7.8	1.4	4	5	0	10	2	0		+	
4	+ 24.0	+ 13.0	3.2	10.9	3.9	3	4	0	9	4	7		+	
5	+ 22.5	+ 14.0	5.8	8.7	2.7	4	3	2	0	5	0		+	
6	+ 26.0	+ 13.5	0.9	10.9	0.9	2	3	3	10	3	2	0.7	+	Regen
7	+ 26.0	+ 12.5	4.9	12.1	4.9	2	5	5	0	1	5			
8	+ 26.0	+ 15.0	6.2	14.6	7.3	4	6	4	1	4	4			
9	+ 26.5	+ 15.5	6.8	15.5	5.8	4	6	4	5	1	0			
10	+ 26.5	+ 15.8	5.9	12.3	1.1	3	5	0	3	10	10	12.6	+	Regen
11	+ 22.0	+ 15.0	1.4	5.5	0.8	3	4	0	9	5	10	0.3	+	Regen
12	+ 20.5	+ 13.5	1.9	4.7	1.3	4	3	0	3	9	7	2.8		Regen
13	+ 21.0	+ 13.0	1.9	7.0	2.9	3	4	2	9	3	4		+	
14	+ 21.5	+ 11.5	2.8	6.7	2.5	3	4	0	5	3	0			
15	+ 23.2	+ 13.0	4.2	10.7	1.8	1	3	0	3	1	5	0.1		Regen
16	+ 20.0	+ 9.5	3.0	5.0	1.5	4	5	0	10	10	5			
17	+ 22.0	+ 11.0	2.3	7.8	1.8	2	0	0	6	6	2	1.2		Regen
18	+ 21.0	+ 12.5	1.0	5.9	1.6	2	3	0	10	9	5	0.1		Regen
19	+ 18.0	+ 11.0	1.8	1.9	0.7	2	4	0	9	10	10	11.9	+	Regen
20	+ 19.0	+ 13.0	1.2	5.9	2.0	1	4	0	9	7	0	0.2	+	Regen
21	+ 16.0	+ 11.0	1.2	0.7	0.5	3	5	3	10	10	10	13.7		Regen
22	+ 18.5	+ 12.0	2.4	4.5	1.2	3	4	3	4	3	8	0.9	0.1	Regen
23	+ 17.0	+ 13.0	1.5	1.9	1.5	4	5	5	10	8	4	3.4	+	Regen
24	+ 20.2	+ 13.0	2.1	8.5	2.0	5	4	0	9	2	0		+	
25	+ 18.5	+ 9.0	2.2	6.3	1.1	3	4	4	3	2	0		+	
26	+ 14.0	+ 9.5	1.8	2.7	0.4	5	5	6	10	10	10	11.2	+	Regen
27	+ 17.0	+ 10.6	0.7	2.8	0.9	2	4	0	10	5	1		0.2	
28	+ 19.0	+ 12.0	2.2	4.1	1.1	5	5	3	8	8	10	0.1	+	Regen
29	+ 19.0	+ 14.0	2.9	5.5	1.8	5	3	2	10	5	10		+	
30	+ 20.5	+ 10.8	3.6	9.4	1.0	4	3	0	2	0	0		+	
31	+ 22.0	+ 6.0	1.5	12.0	1.2	2	3	0	1	2	1		+	
Med.	+ 21.5	+ 12.3	2.8	7.6	2.0	2.1	4.0	1.6	6.5	5.2	4.7	Sa. 65.3		

Infolge verhältnismässig starker Verdunstung war der Abfluss während des Monats unbedeutend. Ein Niederschlag am 10. 8. von 12.6 mm verursachte keine Steigerung im Abfluss. Ein Niederschlag am 21. 8. von 13.7 mm führte einen Abfluss von höchstens 0.1 lit/sek/ha und der am 26. 8. von 11.2 mm einen solchen von höchstens 0.2 lit/sek/ha herbei.

Bezüglich der Frage, wie also am letztgenannten Tage ein etwas geringerer Niederschlag grösseren Abfluss mit sich bringen konnte als der grössere Niederschlag am 21. 8., wird ebenfalls auf die Besprechung Seite 66—67 hingewiesen.

Versuchsfeld auf Lind September 1927.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 21.0	+ 7.0	0.4	7.8	1.7	0	3	0	2	2	0			
2	+ 19.5	+ 10.0	1.3	6.8	0.7	5	5	0	10	0	0			
3	+ 21.3	+ 9.0	1.3	9.1	0.7	0	3	0	0	1	0			
4	+ 22.0	+ 7.5	1.1	8.7	0.9	0	2	0	0	1	0			
5	+ 22.0	+ 6.5	0.6	7.8	0.5	0	0	0	1	1	0			
6	+ 23.0	+ 8.0	0.5	10.1	0.4	1	4	0	0	3	0			
7	+ 22.0	+ 7.5	0.2	6.9	0.2	1	3	0	1	1	0			
8	+ 17.0	+ 9.0	2.2	0.5	0.2	3	3	0	10	9	10	7.3		Regen
9	+ 14.5	+ 10.4	0.4	0.6	0.5	2	5	5	10	10	10	9.0		Regen
10	+ 16.0	+ 12.0	1.5	2.5	1.3	7	6	3	2	8	9	9.9	0.1	Regen
11	+ 12.0	+ 7.5	0.2	0.4	0.0	5	3	3	10	10	10	7.4	0.4	Regen
12	+ 13.5	+ 5.8	0.9	4.7	0.6	5	3	0	2	4	0		0.3	
13	+ 13.5	+ 2.0	1.1	5.5	0.6	0	5	0	6	5	6		0.1	
14	+ 12.5	+ 2.0	0.3	4.3	0.5	0	3	0	4	3	0	0.6	+	Regen
15	+ 13.5	— 1.0	0.6	5.5	0.1	0	5	0	0	5	3	0.3	+	Regen
16	+ 13.0	+ 3.0	1.4	2.9	0.4	4	4	5	1	10	10	4.5	+	Regen
17	+ 15.5	+ 10.2	0.5	1.3	0.2	5	5	0	10	10	10	4.4	+	Regen
18	+ 14.0	+ 7.5	0.6	0.4	1.1	4	5	3	5	4	0	0.5	0.1	Regen
19	+ 12.0	+ 5.5	1.0	1.8	0.3	3	3	0	10	10	0	3.1	+	Regen
20	+ 14.0	+ 3.0	0.0	4.0	0.2	0	3	2	10	2	10	0.6	+	Regen
21	+ 12.6	+ 5.0	0.6	4.8	0.4	4	5	0	0	1	3		+	
22	+ 14.0	+ 4.0	0.2	3.6	0.4	0	2	0	10	2	0	2.7	+	Regen
23	+ 14.0	+ 4.0	0.2	0.4	0.0	2	6	2	10	10	10	5.8	0.2	Regen
24	+ 15.0	+ 7.5	0.9	3.5	0.2	5	6	6	4	10	10	5.3	0.1	Regen
25	+ 13.0	+ 8.0	0.9	2.6	2.2	5	7	6	9	9	1		0.3	
26	+ 13.0	+ 9.0	1.3	2.7	1.1	5	5	5	4	9	1	1.1	0.1	Regen
27	+ 13.0	+ 9.9	2.0	3.5	1.5	6	4	6	10	5	10	0.1	+	Regen
28	+ 10.5	+ 4.5	0.4	1.8	0.4	1	2	0	10	10	0		+	
29	+ 13.0	+ 3.0	1.6	4.1	1.3	5	6	2	0	0	0		+	
30	+ 13.0	+ 5.5	0.7	2.4	0.4	4	3	5	2	10	10	13.1	1.0	Regen
Med.	+ 15.4	+ 6.4	0.8	4.0	0.6	2.8	3.1	1.8	5.1	5.5	4.1	Sa. 75.7		

Ein Niederschlag in den Tagen vom 8.—11. 9. von zusammen 33.6 mm brachte einen Abfluss, der auf höchstens 0.4 lit/sek/ha gemessen wurde.

Nachdem der Boden durch beinahe tägliche wenn auch weniger reichliche Niederschläge fast ganz mit Wasser gesättigt worden war, stieg der Abfluss am 25. 9. nach einem Niederschlage am vorhergehenden Tag von nur 5.3 mm auf 0.3 lit/sek/ha. Nach einem Niederschlage am letzten Tage des Monats von 13.1 mm wurde ein Abfluss von höchstens 1.0 lit/sek/ha gemessen.

Versuchsfeld auf Lind Oktober 1927.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 11.0	+ 8.0	0.5	2.2	0.4	3	7	6	1	10	10	3.9	0.3	Regen
2	+ 12.5	+ 9.3	1.3	3.0	0.0	4	4	7	4	10	10	11.7	0.7	Regen
3	+ 13.0	+ 6.0	0.2	3.3	3.1	7	7	7	10	4	4	1.5	0.8	Regen
4	+ 12.0	+ 7.0	3.1	4.8	3.6	6	7	7	0	3	4		0.1	
5	+ 10.5	+ 5.5	2.5	4.9	3.7	6	7	7	1	10	10		0.1	
6	+ 8.0	+ 1.0	1.1	2.4	0.5	3	5	0	2	10	2	0.4	+	Regen
7	+ 11.0	+ 1.5	0.1	3.9	0.5	1	4	0	3	2	0		+	
8	+ 11.5	+ 1.5	0.0	2.3	0.0	0	4	0	4	3	10	0.1	+	Regen
9	+ 11.0	+ 5.0	0.2	1.5	0.5	5	5	2	10	10	8		+	
10	+ 10.0	+ 7.5	0.3	1.1	0.5	3	5	0	9	10	10		+	
11	+ 11.5	+ 2.0	0.3	2.4	0.5	1	3	0	10	9	10		+	
12	+ 4.6	— 2.5	0.6	3.3	0.2	2	3	0	1	0	1		+	
13	+ 7.0	— 2.5	1.4	1.6	0.4	2	5	0	10	10	10	0.9	+	Regen
14	+ 6.2	— 0.5	0.8	2.1	0.5	5	7	2	10	9	0			
15	+ 6.0	— 5.0	0.5	3.2	0.7	1	4	3	0	5	10	0.9		Regen
16	+ 8.5	+ 2.0	0.3	1.0	0.2	5	5	3	10	10	10	3.1		Regen
17	+ 7.0	+ 2.0	0.1	0.8	0.4	2	2	0	8	9	10	0.1		Regen
18	+ 6.2	+ 1.8	0.8	2.9	0.3	4	5	0	10	1	0			
19	+ 7.0	— 6.0	0.2	1.9	0.5	2	8	6	0	10	0	5.6	0.1	Regen
20	+ 5.5	— 0.5	0.8	2.6	1.1	6	6	6	1	1	0		0.1	
21	+ 6.3	— 2.0	0.2	3.1	0.2	1	4	0	0	0	0		0.2	
22	+ 5.6	— 2.5	0.5	3.1	0.2	0	4	0	3	0	0		+	
23	+ 1.5	— 6.0	0.1	1.2	0.1	1	2	0	2	5	9		+	
24	+ 2.5	— 1.5	0.3	1.5	0.4	5	5	5	10	8	0			
25	+ 2.5	— 5.0	0.1	0.5	0.3	0	5	2	8	10	10	17.4		Regen Schnee
26	+ 10.0	+ 2.5	0.5	0.2	0.3	5	0	0	10	10	10	7.0	1.6	Regen
27	+ 11.0	+ 3.0	0.1	0.0	1.5	3	2	7	10	10	10	3.4	0.1	Regen
28	+ 11.1	+ 7.5	2.0	3.6	0.9	8	8	3	1	0	10	1.9	0.2	Regen
29	+ 10.0	+ 7.0	0.2	0.3	0.7	5	6	7	10	10	10	4.6	0.7	Regen
30	+ 9.2	+ 2.0	1.1	1.9	0.2	1	5	0	1	7	10	9.5	0.5	Regen
31	+ 12.0	+ 7.7	0.3	0.8	0.4	4	6	6	10	10	10	6.6	0.6	Regen
Med.	+ 8.4	+ 1.8	0.7	2.2	0.7	3.1	4.8	2.8	5.5	6.6	6.4	Sa. 78.6		

Während der drei ersten Tage des Monats fiel ein Niederschlag von zusammen 17.1 mm, der einen Abfluss herbeiführte, welcher auf höchstens 0.8 lit/sek/ha gemessen wurde, und der trotz verhältnismässig niedrigen Feuchtigkeitsdefizits am vorhergehenden Tage schnell abnahm. Nach einem Niederschlage am 25.—26. 10. von zusammen 24.4 mm wurde ein Abfluss von höchstens 1.6 lit/sek/ha gemessen. Infolge geringen Feuchtigkeitsdefizits während der Zeit vom 26.—31. 10. war der Abfluss im Verhältnis zum Niederschlag hoch.

Versuchsfeld auf Lind November 1927.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 11.2	— 0.5	0.2	1.4	0.6	6	6	3	10	1	0	0.6	1.0	Regen
2	+ 1.0	— 3.0	1.0	1.1	0.2	1	4	4	0	6	10	4.8	0.1	Schnee
3	+ 9.5	— 2.0	0.1	0.3	0.0	4	5	0	10	10	10	12.7	0.1	Regen
4	+ 10.5	+ 8.0	0.8	1.7	1.6	6	7	4	10	10	3	0.4	0.2	Regen
5	+ 8.2	+ 2.0	1.2	2.5	0.7	4	6	4	2	0	10	10.4	0.2	Regen
6	+ 6.0	+ 2.5	0.7	1.1	0.5	3	4	4	10	3	5	1.1	2.2	Regen
7	+ 3.0	+ 0.5	0.0	0.8	0.3	2	2	3	10	8	10	0.6	0.1	Schnee
8	+ 0.5	— 1.2	0.3	0.6	0.2	2	2	2	10	10	9		0.1	
9	+ 1.2	— 3.5	0.5	1.1	0.2	1	4	2	0	1	10	0.6	0.1	Schnee
10	— 0.8	— 3.0	0.1	0.5	0.4	4	4	5	10	10	9	0.7	+	Schnee
11	— 2.0	— 5.0	0.5	0.5	0.4	5	3	5	10	5	0		+	
12	— 4.8	— 8.0	0.2	0.4	0.1	2	1	1	5	8	8		+	
13	— 4.6	— 10.0	0.2	0.4	0.2	3	3	0	3	2	3		+	
14	— 5.0	— 11.5	0.1	0.5	0.1	4	3	0	5	1	0			
15	— 3.9	— 13.5	—0.0	0.1	0.0	1	2	0	1	0	10			
16	— 0.4	— 5.5	—0.0	0.2	0.4	0	0	2	10	10	10			
17	— 0.8	— 2.0	0.3	0.6	0.3	2	2	2	10	10	10			
18	— 1.6	— 3.0	0.2	0.4	0.3	3	2	3	10	8	10			
19	— 2.0	— 6.0	0.2	0.5	0.1	4	4	4	10	8	10			
20	— 2.0	— 5.0	0.4	0.6	0.2	2	2	3	10	10	10			
21	— 1.6	— 3.0	0.2	0.2	0.5	3	5	2	10	10	10			
22	— 1.6	— 3.5	0.5	0.3	0.3	2	5	4	10	10	10			
23	— 1.7	— 3.0	0.4	0.5	—0.1	5	5	5	9	3	10	0.2		Schnee
24	— 0.6	— 3.0	0.2	—0.1	0.2	3	2	1	10	10	10	4.4		Schnee
25	+ 3.0	— 0.6	0.3	0.6	0.6	1	5	2	10	10	10	0.2	+	Schneed. 4 cm Regen
26	+ 5.0	± 0.0	0.3	0.1	0.0	3	4	3	1	10	10			
27	+ 5.0	+ 4.6	0.5	0.7	0.0	5	5	3	10	10	10			
28	+ 5.0	+ 1.0	0.0	0.0	0.2	0	0	2	10	10	10		+	
29	+ 2.0	— 1.5	0.0	0.1	0.1	4	4	3	10	10	0			
30	+ 2.0	— 5.5	0.2	0.5	—0.2	1	1	0	0	0	0			
Med.	+ 1.3	— 2.8	0.3	0.6	0.3	2.9	3.4	2.5	7.5	6.8	7.6	Sa. 36.7		

Nach einem Niederschlage am 31. 10. von 6.6 mm wurde wegen geringer Verdunstung am 1. 11. ein Abfluss von nicht weniger als 1.0 lit/sek/ha gemessen.

Bezüglich der Erklärung, dass der Niederschlag am 3. 11. von 12.7 mm nicht grösseren Abfluss als 0.2 lit/sek/ha verursachte, siehe Besprechung betreffs des Abflusses auf dem Lindfelde Sept. 1922, S. 66, 67.

Der Niederschlag am 5. 11. von 10.4 mm führte eine Erhöhung des Abflusses herbei, die zu höchstens 2.2 lit/sek/ha gemessen wurde.

Nachdem vom 10. 11. ab die Maximaltemperatur bis zum Gefrierpunkt herabgegangen war, hörte der Abfluss schnell auf. Durch Regen und schmelzenden Schnee entstand ein unbedeutender Abfluss am 25. 11. Am 28. 11. wurde ebenfalls ein unbedeutender Abfluss gemessen, welcher infolge hoher Lufttemperatur durch Bodenfrostschmelze entstanden war.

Versuchsfeld auf Lind Dezember 1927.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	— 3.5	— 8.5	0.0	0.2	0.2	1	0	0	1	1	0			
2	— 1.0	— 6.0	0.0	0.4	0.0	1	1	0	5	10	10			
3	— 1.0	— 3.2	—0.0	0.6	0.0	1	3	0	10	10	10			
4	— 3.2	— 6.0	0.1	0.2	—0.0	4	1	0	10	10	10			
5	— 0.3	— 5.0	0.6	0.8	0.3	4	5	4	10	10	10	0.3		Schnee
6	± 0.0	— 2.0	0.1	0.0	0.0	1	0	0	10	10	10			
7	+ 0.2	— 1.0	0.0	—0.0	0.3	3	3	2	10	10	10			
8	— 0.5	— 2.0	0.2	0.2	—0.0	1	2	0	10	10	10			
9	— 0.5	— 2.2	0.4	0.5	0.3	2	3	3	10	10	9			
10	— 1.0	— 4.0	0.3	0.3	0.2	3	3	1	10	10	10			
11	— 1.5	— 6.5	0.1	0.0	0.0	2	3	1	10	10	10			
12	— 1.5	— 6.5	0.1	—0.1	—0.0	3	3	0	10	1	5	3.6		Schnee
13	— 1.5	— 7.0	0.1	—0.0	0.2	1	3	0	10	10	0	0.5		Schnee
14	— 6.0	— 13.0	0.4	0.4	0.2	3	4	4	5	5	10			Schneedecke 5 cm
15	— 7.0	— 12.6	0.3	0.2	—0.0	4	4	1	5	9	10			Schneedecke 5
16	— 7.0	— 14.0	0.0	0.3	0.4	3	2	2	5	5	10			Schneedecke 5
17	— 8.0	— 11.0	0.1	0.3	0.1	3	4	4	10	10	10	0.7		Schneed. 5 Schnee
18	— 6.8	— 8.2	0.2	0.2	0.1	2	3	3	10	10	10			Schneedecke 6
19	— 7.0	— 16.5	0.2	0.1	—0.0	2	2	2	10	10	0			Schneedecke 6
20	— 7.0	— 17.0	0.2	—0.0	0.1	1	4	0	6	10	10			Schneedecke 6
21	— 6.7	— 10.0	0.0	0.2	—0.0	2	3	0	10	10	0			Schneedecke 6
22	— 4.0	— 8.5	0.2	0.3	0.2	2	2	1	10	10	10	8.4		Schneed. 15 Schnee
23	— 1.5	— 4.5	0.1	0.0	0.0	2	4	5	10	10	10	1.8		Schneed. 15 Schnee
24	— 1.5	— 6.2	0.2	0.1	0.2	5	5	4	10	10	10			Schneedecke 16
25	— 6.2	— 19.3	0.0	0.1	—0.1	0	0	0	5	1	0			Schneedecke 16
26	— 12.6	— 20.5	0.0	0.2	—0.0	1	1	0	10	7	0			Schneedecke 16
27	— 12.6	— 22.5	0.0	0.1	0.0	1	0	0	10	0	0			Schneedecke 16
28	— 7.8	— 18.5	0.1	0.1	0.1	1	0	0	0	2	0			Schneedecke 16
29	— 7.0	— 9.6	0.0	—0.0	—0.0	1	0	0	5	1	0			Schneedecke 16
30	— 7.0	— 14.0	0.0	—0.0	—0.0	0	0	0	0	2	0			Schneedecke 16
31	— 4.8	— 14.0	0.0	—0.0	—0.0	0	0	0	10	10	10			Schneedecke 16
Med.	— 4.4	— 9.7	0.1	0.2	0.1	1.9	2.3	1.2	8.0	7.5	6.6	Sa. 15.3		

Die Minimaltemperatur lag den ganzen Monat unter dem o-Punkte, und dieses gilt mit Ausnahme von zwei Tagen auch von der Maximaltemperatur. Der Niederschlag bestand aus Schnee und führte zu einer Schneedecke, die am Ende des Jahres eine Tiefe von 16 cm hatte.

Während des Monats fand kein Abfluss statt.

Versuchsfeld auf Lind Januar 1928.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	— 5.0	— 11.0	— 0.0	0.1	0.1	0	3	2	10	10	10			Schneedecke 16 cm
2	— 4.8	— 5.6	— 0.0	0.2	0.0	2	4	3	10	10	10			Schneedecke 16
3	— 5.0	— 14.0	0.1	0.1	0.2	4	1	0	10	10	10			Schneedecke 16
4	± 0.0	— 7.0	0.0	0.3	0.3	2	4	4	10	10	10	2.8		Schneed. 16 Schnee
5	+ 0.5	— 2.0	0.0	0.4	0.2	3	4	4	10	10	5			Schneedecke 17
6	— 1.8	— 11.0	0.2	0.5	0.0	0	2	0	0	1	3			Schneedecke 16
7	— 5.8	— 13.5	0.5	0.3	0.0	3	2	1	0	2	0			Schneedecke 16
8	+ 1.0	— 14.0	0.1	0.2	0.5	5	5	6	10	10	10	7.0		Schneed. 16 Schnee
9	+ 2.0	± 0.0	0.8	1.0	0.1	6	6	3	1	0	0			Schneedecke 20
10	+ 2.0	— 0.5	0.2	1.8	0.5	6	5	5	10	2	10	3.2		Schneed. 10 Regen
11	+ 3.0	+ 1.0	1.1	1.4	1.1	7	7	7	10	8	0			Schneedecke 5
12	+ 2.5	+ 1.0	1.0	1.1	1.0	7	7	6	2	1	10	6.7		Schneed. 5 Regen
13	+ 3.2	+ 0.5	0.0	0.0	0.0	3	3	6	10	10	10	2.9		Schneed. 6 Regen
14	+ 3.2	— 3.5	0.0	0.3	0.5	5	5	3	10	10	10			Schneedecke 6
15	— 3.0	— 3.5	0.4	0.4	0.0	2	4	0	10	10	10	5.9		Schneedecke 6
16	— 3.0	— 6.0	0.4	0.2	0.0	5	5	3	10	10	10	0.8		Schneed. 12 Schnee
17	— 4.5	— 10.5	0.2	0.2	0.0	4	5	4	10	5	10			Schneedecke 13
18	— 8.5	— 14.5	0.0	0.1	— 0.0	4	2	2	10	1	0			Schneedecke 13
19	— 10.0	— 17.5	— 0.0	0.0	— 0.0	3	5	4	6	10	10	4.5		Schneed. 13 Schnee
20	— 6.8	— 10.0	0.1	— 0.0	— 0.0	2	2	0	10	10	10			Schneedecke 18
21	— 2.5	— 7.0	0.0	0.2	0.1	0	2	3	10	10	10			Schneedecke 18
22	— 1.8	— 8.5	0.1	0.4	0.2	4	5	1	10	10	10			Schneedecke 18
23	— 2.7	— 3.5	0.3	0.3	0.0	2	1	2	10	10	10			Schneedecke 18
24	— 1.5	— 5.0	0.1	0.2	0.0	5	5	7	10	10	10	9.1		Schneed. 18 Schnee
25	+ 3.0	— 1.6	1.2	1.4	0.8	7	7	7	5	5	1	0.5		Schneed. 25 Regen
26	+ 3.0	+ 1.0	0.5	1.0	0.9	6	7	7	10	8	9	0.7		Schneed. 20 Schnee
27	+ 2.5	— 0.5	0.4	0.5	— 0.0	3	3	0	10	8	10	0.6		Schneedecke 15
28	+ 0.5	— 3.0	0.2	0.4	0.1	2	1	0	10	10	10	2.4		Schneed. 15 Schnee
29	+ 0.2	— 2.0	— 0.0	0.2	0.2	4	4	1	10	10	10	5.2		Schneed. 17 Schnee
30	+ 1.0	± 0.0	0.1	0.4	0.3	2	0	3	10	10	10			Schneedecke 20
31	+ 0.7	— 1.5	0.2	0.6	0.2	4	6	7	10	10	10			Schneedecke 10
Med.	— 1.2	— 5.6	0.3	0.5	0.2	3.6	3.9	3.3	8.5	7.8	8.0	Sa. 52.3		

Die Minimaltemperatur lag den ganzen Monat, mit Ausnahme von einigen Tagen, unter oder beim 0-Punkte. Die Maximaltemperatur lag teilweise unter, teilweise über dem Gefrierpunkte. Durch den Tauwetterwind am 10.—11. 1. nahm die Schneedecke von 20 bis auf 5 cm ab. Nachdem dann die Tiefe der Schneedecke wieder auf 25 cm gestiegen war, nahm die Schneedecke durch die Tauperiode vom 25.—31. 1. bis auf 10 cm ab.

Der grösste Teil des Niederschlages fiel in Form von Schnee; während der beiden Tauperioden aber in Form von Regen oder schneegemischtem Regen.

Das Schmelz- und Regenwasser rann auf der Bodenoberfläche ab, die infolge der niedrigen Temperatur während des Dezember stark gefroren war. Es fand kein Abfluss statt.

Versuchsfeld auf Lind Februar 1928.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 1.0	— 1.0	0.5	0.6	0.2	6	7	7	10	10	10	1.7		Schneed. 17 cm Schnee
2	+ 2.6	+ 0.2	0.4	1.2	0.5	7	4	4	10	10	1	0.3		Schneed. 16 Regen
3	+ 2.0	± 0.0	0.6	1.3	0.3	6	6	6	10	10	10			Schneedecke 1
4	+ 1.0	— 1.0	0.2	0.5	0.5	4	4	4	10	10	10			Schneedecke 1
5	+ 2.0	± 0.0	0.1	0.5	0.5	4	5	8	10	10	10	3.8		Schneed. 5 Regen
6	+ 2.7	± 0.0	0.8	1.3	0.8	7	7	5	1	5	1			
7	+ 3.0	+ 0.7	0.1	0.2	1.4	6	7	8	10	10	1	3.9		Regen Schnee
8	+ 5.2	+ 2.0	0.8	0.8	0.5	6	7	6	10	10	10	2.5		Regen
9	+ 5.2	+ 4.0	1.6	2.9	1.2	10	11	10	10	10	10			
10	+ 4.2	— 0.5	1.4	1.9	1.0	9	7	0	10	8	0			
11	+ 0.5	— 2.0	0.3	0.2	0.2	4	4	4	10	10	10	5.7		Schnee
12	— 1.3	— 9.0	0.6	1.6	0.2	4	5	1	0	0	0			Schneedecke 6
13	— 5.0	— 18.0	0.1	0.8	0.0	1	0	0	0	0	0			Schneedecke 6
14	— 6.0	— 21.0	0.1	0.4	0.0	0	0	0	1	1	1			Schneedecke 6
15	— 2.0	— 16.0	—0.0	0.4	—0.0	0	3	5	1	10	10	7.7		Schneed. 6 Regen
16	+ 5.0	— 2.0	3.6	1.5	0.7	6	7	7	10	4	5			Schneedecke 8
17	+ 2.7	— 7.0	0.4	0.8	0.4	1	4	3	10	10	8			Schneedecke 8
18	— 7.0	— 14.0	0.0	0.8	0.2	1	1	2	0	10	10			Schneedecke 8
19	— 6.0	— 10.0	0.1	0.2	0.2	3	5	2	10	6	10	0.9		Schneed. 8 Schnee
20	— 2.3	— 12.0	0.2	1.2	—0.0	1	4	1	1	1	1			Schneedecke 8
21	— 2.0	— 14.0	0.1	0.6	0.1	0	3	3	10	10	10			Schneedecke 8
22	— 1.0	— 5.0	0.5	0.6	0.0	2	2	0	10	10	10	0.3		Schneed. 8 Schnee
23	+ 3.0	— 2.0	0.2	1.5	0.2	1	2	0	10	2	0			Schneedecke 8
24	— 1.0	— 11.5	0.0	—0.0	—0.0	0	0	2	5	8	10			Schneedecke 8
25	± 0.0	— 3.3	0.3	1.0	0.3	3	4	0	10	3	0			Schneedecke 6
26	+ 4.5	— 4.0	0.2	1.8	0.3	0	1	0	5	0	0			Schneedecke 4
27	+ 4.0	— 9.5	— 0.0	1.7	0.3	0	0	0	0	0	0			
28	+ 4.0	— 7.0	0.2	2.2	— 0.0	0	2	0	1	1	10			
29	— 1.0	— 4.0	0.0	0.4	0.0	2	2	0	10	10	10			
Med.	+ 0.6	— 5.8	0.5	1.0	0.3	3.2	3.9	3.0	6.7	6.5	5.8	Sa. 26.8		

Während der ersten 5-Tageperiode schmolz die Schneedecke durch Tau weg, ohne das Abfluss entstand. Die später entstandene Schneedecke in einer Tiefe von höchstens 8 cm schmolz durch Tau und starke Insolation am 26. 2. ebenfalls ohne Abfluss. Das Schmelzwasser rann auf dem gefrorenen Boden ab.

Versuchsfeld auf Lind März 1928.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	— 1.0	— 9.0	—0.0	0.2	0.0	1	1	0	10	0	0			
2	+ 1.0	— 12.5	0.1	1.5	—0.0	0	3	0	5	1	0			
3	+ 3.5	— 12.5	0.1	2.3	0.6	2	2	1	3	10	10			
4	+ 3.5	— 8.0	0.1	1.5	0.2	0	2	0	1	1	5			
5	+ 5.5	— 8.0	0.2	2.3	0.6	0	5	2	8	6	8	2.2		Schnee Regen
6	+ 2.5	— 5.5	0.5	1.3	0.2	4	3	0	10	3	0			
7	+ 2.0	— 11.5	0.1	2.6	0.7	0	4	0	1	1	0			
8	± 0.0	— 7.5	0.1	1.6	0.3	1	3	2	10	4	10			
9	— 2.0	— 9.0	0.1	1.1	0.0	3	4	4	5	3	10			
10	— 2.8	— 11.5	0.1	1.8	0.1	3	3	1	1	0	0			
11	— 1.5	— 16.5	0.1	2.4	0.2	2	4	0	0	0	1			
12	+ 2.6	— 10.5	0.2	2.2	0.4	1	3	0	8	1	0			
13	+ 3.5	— 9.0	0.3	2.0	0.6	1	3	0	10	6	0			
14	+ 2.5	— 11.0	0.4	2.2	0.2	1	0	0	9	5	0			
15	+ 2.5	— 11.0	0.3	2.0	0.8	4	5	0	1	1	0			
16	+ 3.6	— 8.0	0.3	3.2	0.5	0	4	0	1	1	0			
17	+ 3.0	— 8.0	0.5	2.4	0.2	3	6	6	10	3	10			
18	+ 5.0	— 4.0	0.3	2.8	0.7	4	7	5	4	2	0			
19	+ 5.5	— 5.0	0.4	3.2	1.5	3	3	4	2	2	0			
20	+ 7.0	— 4.0	0.8	3.4	0.4	3	4	0	0	0	0			
21	+ 5.1	— 8.0	0.8	3.9	1.1	3	7	7	0	1	2			
22	+ 4.5	— 2.0	0.6	1.4	0.6	6	7	0	10	9	3	1.1		Schnee
23	+ 10.5	± 0.0	1.0	3.6	1.0	2	2	2	5	5	3	1.0		Regen
24	+ 6.0	+ 1.0	0.1	1.4	0.3	2	3	0	10	10	10	1.2		Regen
25	+ 2.0	— 0.3	1.3	1.2	0.6	4	6	6	10	10	10			
26	+ 1.0	— 1.0	0.8	1.2	0.3	5	5	0	10	10	10			
27	+ 1.5	— 1.0	0.6	0.4	0.3	1	0	0	10	10	10	8.3		Schnee
28	+ 2.0	— 0.5	0.7	1.1	0.2	2	2	3	10	10	10			Schneedecke 7 cm
29	+ 0.5	— 1.0	0.2	0.3	0.2	2	3	2	10	10	10	9.0		Schneed. 6 Schnee
30	+ 3.5	+ 0.4	0.2	0.9	0.0	2	2	2	10	10	10			Schneedecke 11
31	+ 2.0	± 0.0	0.2	0.3	0.0	4	5	4	10	10	10	8.9		Schneed. 10 Regen
Med.	+ 2.9	— 6.7	0.4	1.9	0.4	2.2	3.6	1.6	6.3	4.7	4.6	Sa. 31.7		

Das Wetter wird im grossen und ganzen durch Nachtfröste und tagsüber durch Tau charakterisiert. Die Maximaltemperatur lag im allgemeinen dem 0-Punkte nahe (mit Ausnahme einzelner Tage, z. B. am 23. 3.) und die Minimaltemperatur war niedrig und ging bis zu — 16.5 herab. Deshalb fand ein Auftauen nur an der Oberfläche statt. Obgleich die Maximaltemperatur während der ganzen Zeit vom 12.—31. 3. über dem 0-Punkte lag, zeigte sich kein Dränwasserabfluss.

Das Schmelzwasser, das während der Periode vom 12.—31. 3. täglich zur Mittagszeit entstand, rann auf dem gefrorenen Boden ab.

Versuchsfeld auf Lind April 1928.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 4.0	+ 1.0	0.1	0.1	0.0	0	0	0	10	10	10	0.2		Regen
2	+ 4.0	+ 2.0	0.0	0.2	0.0	0	0	0	10	10	10			
3	+ 2.5	± 0.0	0.4	0.5	0.2	3	2	0	5	10	10	0.1		Regen
4	+ 3.0	± 0.0	0.8	0.1	0.0	3	3	0	10	10	10	5.8		Regen
5	+ 2.5	± 0.0	0.2	1.2	0.4	0	2	0	10	10	10			
6	+ 9.5	± 0.0	0.7	4.0	0.4	2	4	0	8	0	0			
7	+ 10.0	— 1.0	2.3	5.4	0.1	4	5	0	0	0	0			
8	+ 12.0	— 1.5	0.8	6.0	1.8	0	3	0	5	4	2			
9	+ 13.0	— 1.5	1.6	5.5	0.3	3	4	0	1	1	10		0.9	
10	+ 7.0	— 1.0	1.1	1.5	1.1	4	5	3	5	10	10		0.5	
11	+ 4.5	— 2.0	1.9	3.4	3.5	5	6	6	10	9	10		0.2	
12	+ 4.2	— 3.5	0.9	2.5	1.3	3	5	5	3	2	0		+	
13	+ 3.0	— 5.0	0.7	1.8	1.1	4	5	3	9	4	0		+	
14	+ 4.5	— 7.0	1.0	1.9	1.1	4	5	0	0	5	5		+	
15	+ 6.0	— 6.0	2.2	3.6	2.6	3	5	2	1	3	3			
16	+ 2.0	— 1.0	0.8	0.8	0.4	3	3	2	9	10	10	1.3	+	Regen Schnee
17	+ 3.8	— 1.0	0.9	2.8	1.1	3	3	1	10	10	10		+	
18	+ 3.0	— 0.5	1.4	2.3	2.9	3	3	4	10	10	10	5.1	+	Schnee
19	+ 3.0	± 0.0	0.5	0.5	0.1	2	2	0	10	10	10	3.5	0.4	Schneed. 3 cm Schnee
20	+ 5.5	+ 0.5	0.9	1.2	0.6	3	3	0	10	8	0	0.2	0.7	Schneed. 5 Schnee
21	+ 3.5	— 2.0	0.5	1.2	0.2	3	2	0	10	10	5		0.3	Schneedecke 5
22	+ 10.0	— 1.5	0.7	4.7	1.3	2	5	0	5	3	2		0.1	Schneedecke 3
23	+ 11.0	+ 1.5	2.3	5.1	2.2	3	5	3	5	3	3	0.1	0.1	Regen
24	+ 6.0	+ 2.0	0.7	1.8	0.4	5	5	0	10	10	10		0.1	
25	+ 17.0	+ 3.0	2.3	8.7	1.3	4	5	0	6	1	0		0.2	
26	+ 17.5	+ 0.5	0.3	9.0	3.0	3	4	0	9	0	0		0.3	
27	+ 19.0	+ 0.6	4.1	9.0	3.1	2	6	0	0	5	5		0.1	
28	+ 11.0	+ 5.0	2.0	1.9	0.2	2	1	0	10	10	10	10.7	0.2	Regen
29	+ 10.0	+ 7.0	1.0	0.3	0.3	2	3	5	10	10	10		0.6	
30	+ 18.0	+ 3.0	2.7	7.8	1.5	4	5	0	0	0	0		0.2	
Med.	+ 7.7	— 0.3	1.2	3.2	1.1	2.7	3.6	1.1	6.7	6.3	5.8	Sa. 27.0		

Infolge hoher Maximaltemperatur während der Tage vom 6.—9. 4. sowie infolge starker Insolation vom 6.—7. 4. entstand am 9. 4. starke Bodenfrostschmelze, ohne irgend welchen Niederschlag. Durch Fallen sowohl der Maximal- als auch der Minimaltemperatur am darauffolgenden Tage nahm das Schmelzen ab, und der Abfluss sank unter 0.1 lit/sek/ha.

Nachdem die Minimaltemperatur den 19.—20. 4. bis auf 0° oder etwas darüber gestiegen war, entstand wieder verhältnismässig starke Schneeschmelze.

Durch hohe Lufttemperatur und starke Insolation vom 25.—26. 4. stieg der Abfluss auf höchstens 0.3 lit/sek/ha. Nach einem Niederschlag am 28. 4. von 10.7 mm wurde ein Abfluss von höchstens 0.6 lit/sek/ha gemessen, der schnell abnahm.

Versuchsfeld auf Lind Mai 1928.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 9.5	+ 3.0	3.8	11.5	3.6	3	5	0	0	0	0		0.1	
2	+ 14.5	+ 2.0	4.3	9.9	3.5	6	6	3	0	1	0		—	
3	+ 14.0	— 1.0	2.9	8.2	3.6	2	4	0	1	0	5		0.1	
4	+ 16.0	+ 3.5	4.0	10.3	3.2	5	5	0	0	1	0		+	
5	+ 18.0	— 0.5	3.6	11.0	2.5	2	4	2	0	1	0		+	
6	+ 18.5	+ 6.0	7.9	9.7	2.2	6	6	1	0	1	0		+	
7	+ 9.0	+ 3.0	1.8	1.8	0.7	5	5	3	10	10	10	3.0	+	Schnee Regen
8	+ 6.0	+ 0.5	0.8	2.4	0.3	4	2	1	9	10	9	1.3	+	Schnee Regen
9	+ 10.0	— 1.5	2.1	4.6	3.5	4	6	4	0	5	1		+	
10	+ 9.0	— 0.5	4.1	6.1	2.0	6	6	3	4	9	8			
11	+ 9.0	+ 3.0	4.8	5.5	2.2	3	6	0	2	9	10	0.3		Regen
12	+ 10.0	— 0.5	2.4	5.0	0.7	3	5	2	3	8	1			
13	+ 12.4	— 1.5	4.2	6.1	2.7	3	3	1	6	3	0			
14	+ 11.0	+ 1.0	3.3	4.5	2.4	2	2	1	9	10	10	0.2		Regen
15	+ 12.0	+ 4.5	2.8	4.7	1.7	4	4	0	3	7	10			
16	+ 14.5	+ 4.0	4.5	9.6	3.1	3	3	3	2	6	10			
17	+ 9.0	+ 3.0	2.8	1.1	0.4	4	5	5	5	10	10	3.6		Regen
18	+ 15.0	+ 6.0	1.8	5.7	1.1	4	6	2	5	9	10	1.0		Regen
19	+ 14.0	+ 5.0	3.7	0.9	0.6	3	2	2	8	10	10	3.5		Regen
20	+ 12.5	+ 4.0	1.0	3.4	2.2	4	6	0	10	5	0	3.9		Regen
21	+ 19.0	+ 1.0	3.3	9.1	2.5	1	2	3	0	4	5			
22	+ 18.0	+ 3.5	3.7	5.6	1.7	4	4	3	1	1	2			
23	+ 16.0	+ 4.0	5.4	6.9	3.5	3	2	0	6	10	10			
24	+ 20.0	+ 7.5	5.1	10.7	3.2	4	4	0	8	5	5			
25	+ 21.0	+ 3.5	5.2	11.2	3.0	3	4	0	1	0	0			
26	+ 22.0	+ 4.0	5.7	11.5	3.0	3	4	3	5	4	5			
27	+ 12.4	+ 5.0	3.7	4.3	1.0	6	7	4	0	5	10	6.2		Regen
28	+ 14.0	+ 6.0	1.9	0.2	1.2	5	5	0	10	10	10			
29	+ 22.0	+ 9.5	8.5	11.8	5.0	2	0	0	1	7	10	2.2		Regen
30	+ 16.0	+ 8.8	0.5	1.1	1.0	2	3	3	10	10	6	1.6		Regen
31	+ 14.0	+ 4.0	4.5	7.6	4.0	6	6	4	0	1	9			
Med.	+ 17.6	+ 3.3	3.7	6.5	2.3	3.7	4.3	1.7	3.8	5.5	5.7	Sa. 26.8		

Hohe Maximaltemperatur und starke Insolation während der drei ersten Tage des Monats bewirkten, dass der letzte Rest des Bodenfrosts verschwand. Nachdem das Eis geschmolzen war, brachten genannte Faktoren — zusammen mit verhältnismässig hohem Feuchtigkeitsdefizit — gesteigerte Verdunstung und damit geringeren Abfluss.

Hohe Lufttemperatur und starke Insolation können also in gewissen Fällen gesteigerten, in anderen verminderten Dränwasserabfluss herbeiführen.

Der verhältnismässig unbedeutende Niederschlag in der letzten Hälfte des Monats verdunstete oder wurde im Boden festgehalten.

Die Saat bestand aus Hafer, der am 10. 5. gesät wurde.

Versuchsfeld auf Lind Juni 1928.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 11.0	+ 1.0	3.6	4.1	1.6	6	6	2	5	10	0			
2	+ 14.0	— 1.0	3.3	4.1	0.6	2	3	3	4	10	10	2.2		Regen
3	+ 17.0	+ 7.0	4.4	8.3	1.8	3	5	2	3	3	10	4.8		Regen
4	+ 11.0	+ 4.0	0.6	0.4	1.3	5	5	2	10	10	10	1.3		Regen
5	+ 15.0	+ 3.0	3.1	8.5	3.6	6	7	5	5	3	3	2.8		Regen
6	+ 10.0	+ 5.0	0.4	1.8	1.2	6	6	1	10	10	0	2.0		Regen
7	+ 16.0	+ 4.0	3.4	6.5	2.9	5	5	3	1	9	10			
8	+ 14.0	+ 6.0	3.6	0.9	0.4	6	6	6	10	10	10	4.7		Regen
9	+ 15.0	+ 10.0	1.1	3.8	1.0	4	4	4	9	9	10	3.9		Regen
10	+ 19.0	+ 10.5	2.6	5.6	1.5	5	5	3	7	10	6	0.8		Regen
11	+ 18.0	+ 9.0	2.3	5.4	2.8	5	7	5	7	9	2			
12	+ 15.5	+ 5.0	4.5	8.8	3.1	7	9	6	3	2	1			
13	+ 16.0	+ 7.0	5.0	8.6	3.0	7	7	6	0	5	3			
14	+ 18.0	+ 5.0	5.0	8.8	2.5	4	4	0	0	5	2			
15	+ 16.5	+ 7.0	4.8	6.8	4.5	4	1	4	8	10	7	0.3		Regen
16	+ 13.0	+ 9.5	1.3	3.0	1.8	2	4	0	10	9	9			
17	+ 18.0	+ 5.5	5.3	9.6	1.0	4	4	3	5	6	10	6.5		Regen
18	+ 14.6	+ 8.0	0.7	5.7	2.0	2	2	3	10	8	7	0.9		Regen
19	+ 16.0	+ 6.0	2.2	7.5	2.7	3	4	2	5	5	2	0.1		Regen
20	+ 14.0	+ 8.0	4.4	0.6	1.1	6	5	4	10	10	10	6.5		Regen
21	+ 11.0	+ 7.5	1.2	1.6	1.5	4	3	0	10	10	8			
22	+ 21.0	+ 5.0	5.1	8.1	3.1	3	5	0	1	7	10	0.2		Regen
23	+ 18.6	+ 10.5	1.1	7.4	1.4	1	5	5	10	5	4	0.4		Regen
24	+ 17.0	+ 10.5	2.7	5.0	1.9	4	4	0	10	5	10	0.5		Regen
25	+ 19.0	+ 10.8	2.7	8.5	2.1	3	6	6	9	2	0			
26	+ 18.0	+ 8.5	4.2	7.8	3.0	3	3	3	1	8	10	7.6		Regen
27	+ 17.0	+ 11.0	1.3	1.6	0.9	4	3	2	10	8	10	9.7		Regen
28	+ 19.0	+ 10.3	1.2	6.1	2.9	4	4	4	10	2	3			
29	+ 14.0	+ 9.0	3.8	2.0	0.6	4	4	3	4	10	10	0.1		Regen
30	+ 18.0	+ 11.0	2.2	5.7	1.2	6	6	3	5	9	9	0.3		Regen
Med.	+ 15.8	+ 7.1	2.9	5.4	2.0	4.3	4.7	3.0	6.7	7.3	6.5	Sa. 55.6		

Infolge Verdunstung und Wasseraufnahme der Saat führte der ziemlich gleichmässig verteilte Niederschlag keinen Abfluss herbei.

Die Saat bestand, wie erwähnt, aus Hafer.

Versuchsfeld auf Lind Juli 1928.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 16.5	+ 9.0	2.6	5.5	3.9	5	6	6	6	2	2	1.6		Regen
2	+ 19.0	+ 9.0	2.5	1.1	0.6	4	3	3	10	10	10	3.8		Regen
3	+ 18.5	+ 10.0	1.5	6.1	3.0	6	7	4	8	10	10			
4	+ 19.0	+ 9.5	2.6	6.3	1.7	3	4	2	5	7	8	1.2		Regen
5	+ 20.0	+ 9.5	5.2	10.1	2.8	2	4	2	1	2	10	1.2		Regen
6	+ 16.0	+ 11.0	0.4	1.3	1.1	4	3	4	10	10	5	1.8		Regen
7	+ 16.0	+ 10.5	0.4	1.1	1.8	5	6	4	10	10	9	3.3		Regen
8	+ 19.5	+ 8.0	4.3	8.8	3.5	4	3	4	0	0	3	1.3		Regen
9	+ 17.0	+ 9.0	1.7	2.4	1.6	5	3	4	10	10	0			
10	+ 18.0	+ 10.0	3.5	5.7	2.6	6	4	4	5	10	3			
11	+ 14.5	+ 11.0	3.3	1.7	1.0	3	3	4	10	10	10	0.1		Regen
12	+ 24.0	+ 13.5	4.2	10.3	4.2	6	7	3	3	1	1			
13	+ 25.0	+ 13.0	7.4	8.6	4.4	6	6	2	4	5	1			
14	+ 23.0	+ 12.5	5.6	8.4	5.2	6	6	4	2	6	1			
15	+ 27.0	+ 14.5	6.7	13.2	3.5	7	7	3	1	0	6			
16	+ 24.1	+ 13.0	4.3	15.2	4.2	2	4	0	7	0	5	0.4		Regen
17	+ 22.5	+ 11.0	5.2	12.2	3.9	3	5	5	1	5	2			
18	+ 16.0	+ 11.0	2.3	0.5	2.0	7	4	4	10	10	10	3.5		Regen
19	+ 16.5	+ 11.0	1.3	4.4	3.0	2	6	4	10	10	8	3.6		Regen
20	+ 17.2	+ 7.0	1.8	8.6	0.6	3	4	1	5	1	10	11.2		Regen
21	+ 17.0	+ 7.0	3.2	6.4	3.0	4	6	4	0	1	10			
22	+ 17.5	+ 7.0	4.9	9.7	2.1	3	5	5	0	0	5			
23	+ 19.5	+ 7.0	6.7	9.3	3.6	3	6	2	0	4	8	0.9		Regen
24	+ 14.0	+ 9.2	1.0	0.7	0.7	3	3	2	10	10	3	8.1		Regen
25	+ 19.0	+ 6.5	4.6	8.8	3.1	2	4	0	0	1	8	0.3		Regen
26	+ 18.0	+ 9.5	1.7	0.9	2.4	5	3	4	10	10	10	2.9		Regen
27	+ 20.0	+ 12.0	4.2	6.6	1.4	5	3	0	5	5	10	3.7		Regen
28	+ 18.5	+ 12.5	0.7	2.8	1.2	4	3	1	10	10	10	3.9		Regen
29	+ 19.0	+ 12.4	2.1	7.6	1.5	4	4	2	10	7	1			
30	+ 17.0	+ 10.0	2.8	3.2	2.4	5	5	5	5	1	10	4.0		Regen
31	+ 15.0	+ 9.5	3.6	2.6	0.5	6	6	7	5	10	10	28.7	0.7	Regen
Med.	+ 18.8	+ 10.2	3.3	6.1	2.5	4.3	4.6	3.2	5.6	6.1	6.4	Sa. 85.5		

In der Zeit vom 1.—30. 7. verursachte der ziemlich gleichmässig verteilte Niederschlag keinen Abfluss, auch nicht der Niederschlag von 11.2 mm am 20. 7. Nach einem Niederschlag am 31. 7. von 28.7 mm wurde am selben Tage ein Abfluss von 0.7 lit/sek/ha gemessen. Am folgenden Tage kam kein Abfluss vor. Der Abfluss am 31. 7. bestand offenbar aus solchem Wasser, das durch die sehr starken Risse herabsank. Sobald der Regen aufhörte, hörte beinahe unmittelbar auch der Abfluss auf. (Siehe Abb. 71, S. 293!)

Versuchsfeld auf Lind August 1928.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 18.5	+ 9.0	2.4	7.0	3.6	5	6	2	0	0	1			
2	+ 19.2	+ 9.0	1.4	7.7	5.2	3	6	3	6	4	10	0.8		Regen
3	+ 20.0	+ 6.5	4.3	7.6	0.8	3	4	0	0	2	0			
4	+ 21.5	+ 9.5	4.4	3.9	1.5	3	2	0	0	8	10	0.4		Regen
5	+ 22.0	+ 9.0	4.1	7.5	1.2	0	3	0	6	8	5	2.0		Regen
6	+ 20.0	+ 9.0	2.7	2.6	1.2	1	4	0	1	10	3	2.7		Regen
7	+ 21.0	+ 6.5	5.1	5.9	0.6	3	4	0	0	0	2	2.6		Regen
8	+ 15.0	+ 10.0	0.7	0.2	1.3	5	3	0	10	10	10	26.3	0.2	Regen
9	+ 18.2	+ 11.5	3.5	8.5	3.0	7	8	7	5	3	10		+	
10	+ 20.0	+ 10.3	3.7	8.0	1.6	5	6	3	8	8	8	7.2		Regen
11	+ 19.0	+ 10.0	2.7	7.1	3.7	2	4	0	10	4	1			
12	+ 21.5	+ 9.5	0.6	4.9	1.5	4	3	0	10	3	5	0.3		Regen
13	+ 17.0	+ 10.5	3.4	4.7	0.2	6	5	4	10	10	10	8.9		Regen
14	+ 20.0	+ 12.0	1.8	5.1	1.2	3	3	0	10	1	0	1.8		Regen
15	+ 20.0	+ 12.0	1.3	6.3	2.1	3	4	3	10	6	9	1.7		Regen
16	+ 15.5	+ 12.5	0.9	0.5	1.1	3	7	8	10	10	10	8.0	0.2	Regen
17	+ 19.1	+ 11.0	2.8	7.3	1.1	7	6	0	10	5	10		0.1	
18	+ 16.0	+ 11.5	1.4	3.5	0.4	3	1	0	10	8	10	11.6	0.1	Regen
19	+ 17.0	+ 10.0	0.6	5.0	0.9	0	2	0	10	6	10	0.3	0.1	Regen
20	+ 20.0	+ 11.0	0.5	4.6	1.7	2	3	3	10	10	10		+	
21	+ 19.0	+ 12.0	2.3	5.6	0.4	4	4	3	10	10	10	0.6	+	Regen
22	+ 15.0	+ 12.5	0.5	0.7	0.2	4	5	3	10	10	10	21.3	0.7	Regen
23	+ 15.0	+ 11.0	1.1	2.3	0.2	4	6	0	10	10	0	0.1	0.3	Regen
24	+ 17.0	+ 8.5	0.6	3.4	0.7	4	5	0	10	10	10	2.8	0.1	Regen
25	+ 16.5	+ 13.8	0.5	0.6	1.8	3	3	6	10	10	10	3.5	0.1	Regen
26	+ 19.5	+ 12.5	2.6	6.0	2.4	6	7	4	10	2	8		0.1	
27	+ 17.0	+ 12.0	2.0	4.2	0.2	4	2	0	10	10	10	7.9	0.2	Regen
28	+ 17.0	+ 11.5	0.4	1.3	0.5	0	3	0	10	9	10	9.2	0.3	Regen
29	+ 19.0	+ 12.0	2.7	6.9	1.3	6	6	0	6	5	2		0.3	
30	+ 17.5	+ 11.0	0.9	3.2	0.7	4	2	2	10	10	10	1.6	0.1	Regen
31	+ 16.6	+ 8.0	3.1	8.2	1.1	5	3	0	5	1	1		0.1	
Med.	+ 18.4	+ 10.5	2.1	4.8	1.4	3.6	4.2	1.6	7.6	6.5	6.9	Sa. 121.6		

Die Saat (Hafer) war in diesem Jahre spät entwickelt, weshalb der vegetative Zuwachs auch während der ersten Hälfte des Augusts fortdauerte. Infolgedessen und auch weil der Boden stark ausgetrocknet war, wurde nach einem Niederschlage von 26,3 mm am 8. 8. kein höherer Abfluss als 0.2 lit/sek/ha gemessen, der schnell aufhörte.

Als der Boden durch den Niederschlag während der unmittelbar folgenden Tage mit Wasser gesättigt worden war, verursachte am 16. 8. ein Niederschlag von nur 8 mm bei niedrigem Feuchtigkeitsdefizit einen Abfluss von 0.2 lit/sek/ha. Nach einem Niederschlag am 22. 8. von 21.3 mm wurde ein Abfluss von 0.7 lit/sek/ha gemessen, der schnell aufhörte.

Siehe im übrigen die Besprechung zum Bericht über den Abfluss auf dem Lindfelde, September 1922, S. 66, 67!

Versuchsfeld auf Lind September 1928.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 16.2	+ 2.5	2.2	7.7	1.2	3	6	2	0	3	0		+	
2	+ 18.0	+ 7.0	0.8	8.8	1.0	3	3	0	7	7	1		+	
3	+ 17.0	+ 5.5	1.0	4.3	1.3	2	4	0	1	3	10	3.6	+	Regen
4	+ 14.5	+ 11.0	1.3	1.0	0.7	4	3	5	10	10	5	0.7	+	Regen
5	+ 15.0	+ 11.5	0.7	0.2	0.0	3	2	0	10	10	4	0.7	+	Regen
6	+ 22.5	+ 10.5	2.3	9.0	2.2	2	2	2	4	4	5		+	
7	+ 17.0	+ 11.0	3.8	8.5	2.3	7	7	5	3	5	2		+	
8	+ 19.0	+ 10.0	2.2	6.3	0.8	4	4	1	4	3	0		+	
9	+ 22.0	+ 5.0	0.5	6.6	1.6	0	2	1	0	1	0		+	
10	+ 19.0	+ 10.0	1.7	3.1	0.4	3	3	0	5	10	0	0.1	+	Regen
11	+ 17.0	+ 10.5	1.3	3.5	0.4	4	4	0	5	9	10	27.8	+	Regen
12	+ 14.0	+ 10.0	0.6	2.1	1.3	2	3	3	10	10	10	2.1	0.7	Regen
13	+ 14.0	+ 10.0	0.2	1.6	1.1	4	4	2	9	10	10		0.1	
14	+ 15.0	+ 11.0	1.3	1.9	0.4	3	4	0	9	10	8		0.1	
15	+ 18.0	+ 10.0	1.0	5.2	0.6	3	2	0	8	5	10	2.8	0.1	Regen
16	+ 15.0	+ 7.0	1.0	2.8	0.3	3	3	0	10	3	5		0.1	
17	+ 15.5	+ 5.5	0.4	4.7	1.0	2	3	2	10	7	10	0.1	+	Regen
18	+ 17.6	+ 11.5	1.3	5.1	3.4	6	6	6	10	8	10		+	
19	+ 15.6	+ 7.0	1.2	5.6	0.6	3	4	1	9	5	0		+	
20	+ 15.2	+ 7.0	1.1	6.2	0.6	6	6	2	1	1	5	0.8	+	Regen
21	+ 12.0	+ 5.0	1.7	3.4	0.4	4	4	0	6	9	7		+	
22	+ 12.3	+ 2.5	1.9	5.3	1.5	3	4	0	4	9	10		+	
23	+ 13.6	+ 0.5	1.8	5.2	0.5	3	2	0	1	3	0		—	
24	+ 12.0	— 1.0	0.0	3.4	0.8	0	1	0	1	1	10		—	
25	+ 11.2	+ 4.0	0.3	4.2	1.6	2	3	2	5	10	10		—	
26	+ 11.0	+ 1.5	1.6	3.5	0.7	3	1	0	0	3	0		+	
27	+ 12.0	+ 4.0	1.0	3.6	0.7	4	5	6	10	5	10	4.3	+	Regen
28	+ 5.0	± 0.0	0.6	0.3	0.2	4	4	0	10	10	0	3.2	+	Regen Schnee
29	+ 7.0	— 3.5	0.3	2.8	1.8	1	3	4	2	0	9		+	
30	+ 7.2	+ 2.0	1.5	2.1	0.3	4	6	6	10	8	10	6.8	+	Regen
Med.	+ 14.7	+ 6.3	1.2	4.3	1.0	3.2	3.6	1.7	5.8	6.1	5.7	Sa. 53.0		

Nach einem Niederschlag am 11. 9. von 27.8 mm wurde ein Abfluss von höchstens 0.7 lit/sek/ha gemessen, der schnell abnahm.

Infolge der sonst geringen Niederschläge sowie der Wasseraufnahme der Vegetation kam während des Monats nur unbedeutender Abfluss vor.

Nach einem Niederschlage am 30. 9. wurde keine Steigerung des Abflusses gemessen, was möglicherweise seine Erklärung in den Gesichtspunkten finden kann, welche in der Besprechung über den Abfluss auf dem Lindfelde, September 1922, angeführt sind, auf welche hier hingewiesen wird, S. 66, 67.

7—311544. *S. G. U., Ser. C, N:o 371. Herman Flodkvist.*

Versuchsfeld auf Lind Oktober 1928.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 7.0	+ 1.0	0.7	3.3	0.4	4	3	0	9	1	10		+	
2	+ 8.0	+ 1.0	1.0	3.1	0.4	2	1	0	9	4	1		+	
3	+ 11.0	— 1.0	0.9	3.0	0.7	3	4	2	0	1	0		+	
4	+ 12.7	+ 1.5	0.1	5.6	0.4	2	3	0	2	0	0		+	
5	+ 12.0	— 1.0	0.0	4.4	0.2	0	3	1	10	1	3		+	
6	+ 11.0	+ 3.0	0.3	3.1	0.3	2	4	0	10	3	10		+	
7	+ 11.5	+ 5.0	0.2	1.1	0.3	1	3	0	10	8	1		+	
8	+ 12.0	+ 7.0	1.0	1.2	0.4	4	4	7	6	10	10	1.8	+	Regen
9	+ 14.0	+ 11.0	1.5	2.8	1.4	6	6	3	9	9	10	17.2	+	Regen
10	+ 12.0	± 0.0	0.0	0.3	0.2	6	4	3	10	10	10	9.3	0.8	Regen
11	+ 4.0	+ 0.5	1.8	2.1	1.4	5	5	4	10	10	2		0.3	
12	+ 3.1	— 3.0	1.5	3.0	0.1	5	5	2	0	0	0		0.1	
13	+ 4.2	— 5.5	1.2	2.6	0.2	4	4	0	5	0	0		+	
14	+ 6.1	— 4.0	1.2	2.4	0.1	3	4	0	9	8	0		+	
15	+ 7.0	— 4.0	0.3	1.6	0.7	0	0	0	0	0	0	0.3	+	Regen
16	+ 7.0	+ 1.0	0.2	2.9	0.6	2	2	5	10	1	10	0.1	+	Regen
17	+ 5.0	+ 2.0	1.4	0.3	0.2	6	6	6	10	10	10	12.5	+	Regen
18	+ 5.0	+ 4.0	0.2	0.5	0.1	5	6	0	10	10	10	0.3	0.4	Regen
19	+ 7.0	+ 4.5	0.4	0.1	0.0	3	4	0	10	10	2	13.9	0.8	Regen
20	+ 10.5	+ 4.8	0.5	1.4	0.0	3	5	7	10	10	10	5.6	0.7	Regen
21	+ 11.0	+ 9.0	0.5	0.7	0.5	4	5	3	10	10	1	0.3	0.5	Regen
22	+ 9.0	+ 6.0	0.5	1.8	0.2	4	4	0	7	5	10	6.0	0.4	Regen
23	+ 9.5	+ 7.4	0.2	0.7	0.4	0	0	2	10	10	7	0.1	0.3	Regen
24	+ 11.0	+ 6.5	0.5	1.9	1.5	4	4	6	10	5	10		0.2	
25	+ 12.5	+ 8.5	1.3	2.6	0.2	5	6	4	10	5	5		0.1	
26	+ 10.5	+ 8.0	0.5	0.3	1.4	3	4	3	10	10	10	6.1	0.1	Regen
27	+ 9.0	+ 7.0	0.0	0.0	0.0	2	3	3	10	10	10	0.9	0.3	Regen
28	+ 9.0	+ 7.0	0.0	0.0	0.0	2	2	1	10	10	8	1.5	0.2	Regen
29	+ 9.5	+ 6.5	0.0	2.6	0.0	5	7	6	10	0	10	1.1	0.1	Regen
30	+ 10.0	+ 5.5	1.1	2.7	0.3	4	5	2	0	0	10	1.2	0.1	Regen
31	+ 11.5	+ 5.5	0.2	2.0	0.9	4	4	2	10	1	3		0.1	
Med.	+ 9.1	+ 3.4	0.6	1.9	0.4	3.3	3.9	2.3	7.9	5.6	5.9	Sa. 78.2		

Ein Niederschlag am 9. 10. von 17.2 mm und am 10. 10. von 9.3 mm, zusammen 26.5 mm, verursachte einen Abfluss, der zu höchstens 0.8 lit/sek/ha gemessen wurde und schnell abnahm.

Die Zeit vom 17.—28. 10. war eine Niederschlagsperiode mit geringer oder keiner Insolation und kleinem Feuchtigkeitsdefizit. Während dieser Zeit wurde ein Abfluss gemessen, der auf Grund der schwachen Verdunstung verhältnismässig stark war.

Siehe Diagramm Abb. 57, S. 197!

Versuchsfeld auf Lind November 1928.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 9.0	+ 4.0	0.2	0.7	1.2	0	0	5	10	0	10		0.1	
2	+ 5.5	+ 2.0	0.9	1.8	1.1	4	5	6	10	7	10		0.1	
3	+ 3.0	+ 0.5	0.6	0.4	0.2	4	4	3	10	10	10	3.4	0.1	Regen Schnee
4	+ 2.5	+ 0.5	0.0	0.3	0.6	3	3	2	10	10	10		0.1	
5	+ 2.5	— 0.5	0.6	1.0	0.6	4	4	4	10	10	10	0.2	0.1	Schnee
6	+ 1.0	— 4.2	0.4	1.0	0.4	4	4	2	10	1	0		+	
7	+ 0.5	— 8.0	0.2	1.6	0.0	0	0	0	0	0	0		+	
8	— 1.5	— 8.0	0.1	0.6	0.0	0	2	0	10	1	0		+	
9	— 1.0	— 11.0	—0.0	0.8	0.3	0	2	2	0	0	0	2.2	+	Regen
10	+ 2.5	— 3.5	0.5	0.1	0.2	3	0	1	10	10	10	9.2	+	Schnee
11	+ 1.0	— 9.0	0.4	0.3	0.1	0	0	0	7	1	0	4.6	+	Schneed. 7 cm Schnee
12	+ 2.0	— 10.0	1.0	0.2	0.0	2	0	0	10	10	10		+	Schneedecke 9
13	+ 9.0	+ 1.0	0.8	1.3	0.8	7	7	4	10	1	10	0.8	0.6	Regen
14	+ 8.5	+ 5.5	1.1	1.2	0.7	6	2	3	5	10	10	0.1	0.5	Regen
15	+ 6.5	+ 4.0	0.8	0.4	0.8	2	2	4	10	10	6		0.2	
16	+ 8.0	+ 4.0	0.1	0.2	0.5	5	4	4	10	10	10	2.7	0.1	Regen
17	+ 7.5	+ 6.4	0.6	0.2	0.0	6	2	2	10	10	10	8.8	0.3	Regen
18	+ 6.5	+ 2.0	0.2	0.4	0.8	0	1	0	10	10	10	2.3	0.8	Schnee
19	+ 2.3	± 0.0	0.4	0.6	0.3	2	3	0	7	2	0	0.1	0.2	Regen
20	+ 6.0	+ 0.5	0.3	0.0	0.4	4	4	3	10	10	10	5.9	0.2	Regen
21	+ 7.0	+ 5.0	0.3	0.9	0.4	3	2	3	10	10	10	4.8	0.2	Regen
22	+ 7.0	+ 5.5	0.3	0.0	0.0	5	5	5	10	10	10	12.3	1.0	Regen
23	+ 8.0	+ 4.0	0.5	1.9	0.6	6	6	4	10	5	1	5.0	1.0	Regen
24	+ 7.0	+ 4.0	0.7	0.4	0.4	6	7	7	10	10	10	7.4	0.7	Regen
25	+ 7.0	+ 4.5	0.6	0.2	0.4	6	7	4	10	10	9	1.5	0.3	Regen
26	+ 4.7	+ 3.8	0.5	0.5	0.5	6	5	2	10	10	8	3.8	0.1	Regen
27	+ 4.0	+ 1.5	0.6	1.6	0.5	3	3	2	10	7	5		0.1	
28	+ 2.0	— 0.5	0.4	1.2	0.1	3	4	5	2	9	0		0.1	
29	+ 1.0	— 2.2	—0.0	0.9	0.5	5	3	0	1	2	0	0.8	+	Regen
30	+ 5.0	— 2.2	0.0	1.6	1.5	3	4	4	10	3	0		+	
Med.	+ 4.5	± 0.0	0.4	0.7	0.5	3.4	3.2	2.7	8.4	6.6	6.3	Sa. 75.9		

Die Zeit vom 9.—26. 11. war eine beinahe zusammenhängende Niederschlagsperiode. Wegen der schwachen Verdunstung — infolge niedrigen Feuchtigkeitsdefizits, schwachen Windes und geringer Insolation — war der Abfluss gross. Nach einem Niederschlag am 17. 11. von 8.8 mm wurde am folgenden Tage ein Abfluss von 0.8 lit/sek/ha gemessen, und nach Niederschlägen vom 21.—23. 11. von zusammen 22.1 mm ein Abfluss von 1.0 lit/sek/ha während zweier Tage.

Durch Nachtfrost vom 28. 11. bis Ende des Monats ging der Abfluss bis unter 0.1 lit/sek/ha herab.

Versuchsfeld auf Lind Dezember 1928.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 2.5	± 0.0	1.1	0.9	0.4	3	2	3	8	10	10		+	
2	+ 1.0	— 3.0	0.4	0.5	0.1	2	2	0	10	5	0		+	
3	+ 1.0	— 5.0	— 0.0	0.3	0.5	0	0	0	10	10	10	1.0	+	Regen Schnee
4	+ 1.5	— 0.5	0.1	1.1	0.0	2	1	0	8	5	8	0.9	+	Regen
5	+ 5.5	— 0.4	0.6	1.1	0.3	5	5	3	9	10	10	2.1	+	Regen
6	+ 5.1	+ 0.5	0.9	1.1	0.5	3	3	3	8	4	2	4.8	0.5	Regen Schnee
7	+ 3.5	+ 0.5	0.3	0.9	0.2	5	5	3	10	6	10	4.7	0.2	Regen
8	+ 2.5	— 0.5	0.4	0.7	0.2	5	5	0	8	5	0		0.4	
9	+ 1.0	— 3.0	1.0	0.2	0.1	0	2	0	5	0	0		+	
10	— 1.0	— 4.0	0.2	0.4	0.2	0	0	0	10	2	0		+	
11	± 0.0	— 5.0	0.2	0.2	0.2	1	3	3	10	10	10	0.9	+	Schnee
12	— 1.0	— 5.0	0.3	0.4	0.3	5	6	5	10	10	10		+	
13	— 2.5	— 4.0	0.1	0.3	0.2	2	4	5	10	9	10		+	
14	— 3.5	— 5.0	0.3	0.3	0.2	6	6	7	10	10	10		+	
15	— 3.0	— 5.0	0.2	0.2	— 0.0	6	6	5	10	8	10		+	
16	— 3.0	— 5.0	0.2	0.2	0.2	3	4	5	10	10	10		+	
17	— 2.8	— 4.5	0.4	0.6	0.7	4	2	5	10	9	10		+	
18	— 2.5	— 5.0	0.5	0.2	0.4	2	2	3	10	10	10		+	
19	± 0.0	— 5.5	0.2	1.0	0.4	4	5	4	10	10	10	0.2	+	Schnee
20	± 0.0	— 2.0	0.4	0.4	0.2	2	3	0	10	10	10		+	
21	— 1.0	— 3.0	0.3	0.3	0.2	2	1	0	10	10	10		+	
22	± 0.0	— 2.0	0.5	0.5	0.2	3	1	3	10	10	10		+	
23	± 0.0	— 2.0	0.3	0.2	0.2	2	2	0	10	10	10	1.8	+	Schnee
24	+ 3.5	— 0.1	0.3	0.7	0.4	4	5	5	10	10	10		+	
25	+ 3.6	+ 2.5	0.5	1.2	0.8	4	5	7	10	1	1		+	
26	+ 4.0	± 0.0	0.2	0.3	0.6	6	7	7	10	1	9	3.0	+	Schnee
27	+ 2.0	— 1.0	0.5	1.4	0.7	4	5	5	8	0	0	4.0	+	Schnee
28	— 1.0	— 6.0	0.5	0.6	0.2	4	3	0	5	7	0			
29	— 4.0	— 10.5	0.1	0.3	0.2	1	1	0	1	1	8			
30	— 3.0	— 5.0	0.4	0.1	0.3	0	1	2	5	2	10			
31	— 5.0	— 12.0	0.1	0.2	0.2	0	0	2	5	1	10	0.4		Schnee
Med.	+ 0.1	— 3.2	0.4	0.5	0.3	2.9	3.1	2.7	8.7	6.6	7.4	Sa. 23.8		

Der, wenn auch unbedeutende, Bodenfrost, welcher sich während der Frostnächte an den letzten Tagen des November und den ersten Tagen des Dezember gebildet hatte, schmolz durch Regen und Tau am 6. 12. und brachte eine Steigerung des Abflusses bis auf 0.5 lit/sek/ha, der dann schnell abnahm.

Die Zeit vom 11.—24. 12. ist durch Kahlfrost und geringe Insolation charakterisiert.

Dass ein, wenn auch unbedeutender Abfluss, bis zum 27. 12. vorkam, kann möglicherweise seine Erklärung darin finden, dass die Maximaltemperatur während der Zeit vom 19.—22. 12. mit Ausnahme eines Tages, bis zum 0-Punkte ging oder denselben überstieg ferner möglicherweise darin, dass etwas Bodenfrostschmelze durch Bodenwärme entstand.

Vom Anfang der Frostperiode an, den 28. 12., hörte der Abfluss auf.

Versuchsfeld auf Lind Januar 1929.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	— 4.0	— 8.0	0.2	0.4	0.2	1	2	0	10	4	0			
2	— 6.5	— 12.0	0.2	0.4	0.1	1	1	0	4	2	0			
3	— 5.0	— 13.5	0.2	0.4	0.2	0	0	1	5	3	0			
4	— 5.0	— 10.5	0.2	—0.0	0.0	0	2	0	10	10	0			
5	— 3.0	— 10.0	0.1	0.2	0.0	0	0	0	1	8	10			
6	— 1.0	— 4.0	0.2	0.3	0.3	2	2	2	10	8	8			
7	— 2.5	— 9.0	0.1	—0.0	0.0	1	1	3	10	10	10			
8	— 2.3	— 6.0	0.1	0.3	0.1	3	2	0	10	10	10			
9	— 2.0	— 7.0	0.1	0.7	0.3	1	1	1	10	10	3			
10	— 5.8	— 12.0	0.3	0.2	0.1	2	2	0	10	10	0			
11	— 2.0	— 10.0	0.0	0.5	0.2	1	3	3	0	0	0			
12	+ 2.5	— 2.5	0.3	0.7	0.4	1	4	4	1	3	3			
13	+ 2.5	— 6.0	0.4	2.2	0.1	5	5	5	9	8	0			
14	— 5.8	— 10.0	0.3	0.3	0.1	4	3	2	1	1	0			
15	— 6.0	— 11.0	0.1	0.4	0.0	3	4	7	10	3	10	2.2		Schnee
16	— 10.5	— 13.0	0.3	0.6	0.2	6	7	7	10	7	10	0.7		Schneed. 3 cm Schnee
17	— 9.0	— 15.2	0.1	0.4	—0.0	4	3	1	1	10	0			Schneedecke 3
18	— 1.0	— 18.0	0.2	0.0	0.2	5	5	3	10	10	5	4.8		Schneed. 3 Schnee
19	— 7.1	— 13.0	0.2	0.3	0.2	4	4	4	1	5	1			Schneedecke 8
20	— 4.5	— 20.5	—0.0	0.3	0.3	0	1	0	9	8	10	1.7		Schneed. 8 Schnee
21	+ 1.0	— 4.6	0.2	0.5	0.2	3	4	2	10	10	10			Schneedecke 10
22	+ 1.0	— 1.0	—0.0	0.5	0.0	1	0	0	10	10	10	3.7		Schneed. 9 Schnee
23	± 0.0	— 3.0	—0.0	0.2	0.3	2	2	4	10	10	10			Schneedecke 12
24	— 3.0	— 8.0	0.2	0.3	0.3	4	5	4	10	10	8	4.9		Schneed. 12 Schnee
25	— 4.0	— 6.5	0.2	0.3	0.3	3	2	2	10	10	10	0.9		Schneed. 15 Schnee
26	— 3.0	— 7.0	0.3	0.2	0.2	1	2	3	10	10	10	3.0		Schneed. 16 Schnee
27	— 2.0	— 4.2	0.3	0.2	0.2	2	3	3	10	10	10	3.4		Schneed. 20 Schnee
28	± 0.0	— 3.6	0.1	0.3	0.5	2	4	4	10	10	10			Schneedecke 23
29	— 1.0	— 3.0	0.2	0.2	0.0	2	3	0	10	9	10	0.6		Schneed. 23 Schnee
30	— 1.5	— 13.0	0.1	0.1	0.0	0	2	0	5	10	10			Schneedecke 23
31	— 1.0	— 5.2	0.1	0.5	0.3	0	0	0	10	10	10			Schneedecke 23
Med.	— 3.0	— 9.0	0.2	0.4	0.2	2.1	2.6	2.1	7.6	7.6	6.1	Sa. 25.9		

Die Frostperiode, die am 28. 12. des vorhergehenden Jahres angefangen hat, dauerte, mit Ausnahme von einzelnen Tagen, während des ganzen Monats Januar an.

Die erste Hälfte des Monats wird durch Kahlfrost charakterisiert. Während der letzten Hälfte fielen zusammen 25.9 mm Niederschlag in Form von Schnee, welcher eine Schneedecke von höchstens 23 cm brachte.

Abfluss kam nicht vor.

Versuchsfeld auf Lind Februar 1929.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	— 2.0	— 12.8	0.0	0.3	0.2	0	0	0	10	10	10			Schneedecke 20 cm
2	— 6.0	— 19.0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	10	10	10			Schneedecke 20
3	— 3.0	— 17.0	0.3	0.2	0.1	0	2	2	10	10	10			Schneedecke 20
4	— 5.0	— 9.0	0.2	0.2	0.2	2	2	0	5	5	10			Schneedecke 20
5	— 6.0	— 12.4	0.1	0.?	0.1	3	3	2	10	5	5	0.1		Schneed. 20 Schnee
6	— 6.0	— 14.5	0.1	0.4	0.1	0	2	0	5	5	5			Schneedecke 20
7	— 4.0	— 14.0	0.8	0.4	0.3	1	2	0	8	8	8			Schneedecke 20
8	— 1.4	— 6.0	0.3	0.3	0.2	0	0	0	5	5	5	0.5		Schneed. 20 Schnee
9	± 0.0	— 8.0	0.1	—0.0	0.4	0	2	2	0	8	10			Schneedecke 21
10	— 8.0	— 12.0	0.1	0.3	0.1	1	2	0	8	8	10	0.8		Schneed. 21 Schnee
11	— 9.0	— 12.0	0.1	0.3	0.1	0	2	1	8	8	8			Schneedecke 21
12	— 11.0	— 19.0	0.1	0.3	0.2	0	1	2	0	0	8			Schneedecke 21
13	— 8.0	— 11.5	0.1	0.2	0.1	5	5	5	10	10	10	10.0		Schneed. 21 Schnee
14	— 7.0	— 12.0	—0.0	0.1	0.1	5	7	8	10	10	10	9.0		Schneed. 30 Schnee
15	— 5.0	— 10.0	0.2	0.5	0.2	7	7	5	10	10	10	1.5		Schneed. 38 Schnee
16	— 8.0	— 11.0	0.1	0.0	—0.0	7	5	2	10	8	10	0.2		Schneed. 38 Schnee
17	— 9.0	— 11.0	—0.0	—0.0	0.1	2	4	3	8	10	10	0.3		Schneed. 38 Schnee
18	— 5.0	— 7.0	—0.0	0.3	—0.1	1	1	1	6	8	8	0.1		Schneed. 38 Schnee
19	— 5.0	— 8.6	0.1	0.5	0.2	0	0	0	8	5	2			Schneedecke 39
20	— 5.0	— 22.0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	2	5			Schneedecke 39
21	— 5.0	— 11.0	0.1	—0.0	—0.0	8	5	0	8	8	8	14.0		Schneed. 39 Schnee
22	— 2.0	— 6.8	—0.0	—0.0	—0.0	0	0	7	10	10	10	12.4		Schneed. 46 Schnee
23	— 6.0	— 13.0	0.1	0.3	0.1	5	5	5	8	8	10	0.5		Schneed. 53 Schnee
24	— 11.5	— 14.0	0.1	0.1	0.3	5	7	5	8	8	8	0.5		Schneed. 54 Schnee
25	— 11.0	— 14.0	0.1	0.2	0.1	7	7	7	8	8	8	1.2		Schneed. 55 Schnee
26	— 9.5	— 21.6	0.1	0.6	0.1	5	2	0	2	5	8			Schneedecke 56
27	— 6.0	— 28.0	0.1	0.6	0.3	0	0	0	0	2	6			Schneedecke 56
28	+ 3.0	— 8.0	0.1	2.0	0.5	0	0	0	5	5	8			Schneedecke 54
Med.	— 5.8	— 13.3	0.1	0.3	0.2	2.3	2.6	2.0	6.8	7.1	8.2	Sa. 51.1		

Die Kälteperiode, die am 28. 12. des vorhergehenden Jahres ihren Anfang nahm und während des Januars fortdauerte, hielt auch beinahe den ganzen Februar an und brach erst am 28. 2. ab, als die Maximal- und Minimaltemperatur von —6.°o bezw. —28.°o auf + 3.°o bezw. —8.°o stieg.

Der Niederschlag während des Monats von 51.1 mm fiel in Form von Schnee und brachte eine Schneedecke mit sich, deren grösste Tiefe am 26.—27.2. bis 56 cm betrug.

Abfluss kam während des Monats nicht vor.

Versuchsfeld auf Lind März 1929.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 4.0	— 3.0	0.4	0.1	0.3	0	0	3	5	0	0			Schneedecke 52 cm
2	+ 1.0	— 2.0	0.5	0.4	1.4	9	10	8	8	8	10			Schneedecke 48
3	+ 6.0	— 3.0	0.8	1.3	0.0	2	2	0	0	2	8	3.0		Schneed. 45 Schnee
4	+ 6.5	— 7.0	0.3	2.8	1.3	0	0	2	0	2	2			Schneedecke 41
5	+ 4.5	— 11.5	1.1	1.9	1.0	0	0	0	4	0	10			Schneedecke 36
6	+ 4.6	— 9.0	0.4	1.8	0.8	0	2	7	1	3	0			Schneedecke 31
7	— 0.5	— 19.6	0.6	0.9	0.4	0	0	0	3	3	0			Schneedecke 31
8	+ 5.5	— 5.6	0.3	1.2	1.4	0	5	5	9	2	0			Schneedecke 26
9	+ 0.6	— 4.8	0.6	1.6	0.5	2	2	0	4	1	0			Schneedecke 26
10	+ 0.5	— 7.8	0.4	1.4	0.7	0	1	0	8	8	8	1.0		Schneed. 25 Schnee
11	+ 3.8	— 0.6	0.6	1.1	0.5	0	0	0	9	0	0			Schneedecke 23
12	+ 5.2	— 0.6	0.6	1.9	1.5	2	1	1	9	1	9			Schneedecke 18
13	+ 9.6	+ 3.0	1.5	2.1	2.0	8	7	0	1	1	0			Schneedecke 12
14	+ 7.2	— 3.8	0.6	1.5	0.6	0	3	3	0	1	2			Schneedecke 6
15	+ 4.8	— 3.2	0.7	1.9	0.7	3	2	0	0	6	0			Schneedecke 5
16	+ 4.6	— 6.5	0.7	1.6	0.9	0	7	7	1	1	9			Schneedecke 4
17	+ 4.0	— 0.8	0.6	1.2	0.7	1	1	0	8	1	0			Schneedecke 4
18	+ 4.5	— 4.0	0.4	1.2	0.7	1	1	0	8	8	0			Schneedecke 4
19	+ 8.5	— 5.0	0.8	2.5	1.6	0	0	0	0	0	0			
20	+ 7.2	— 5.0	1.4	2.1	1.5	0	0	0	0	0	0			
21	+ 9.0	— 3.5	0.7	2.0	0.6	0	0	0	1	0	2			
22	+ 8.2	— 1.5	0.9	1.5	0.8	1	2	0	0	9	9			
23	+ 5.4	+ 3.2	0.6	0.4	0.1	0	0	0	10	10	10	0.2		Schnee
24	+ 5.0	+ 0.5	0.4	0.4	0.5	2	0	0	9	9	9	1.0		Schnee
25	+ 9.0	— 0.4	0.3	2.1	0.5	1	5	0	1	1	0			
26	+ 4.0	— 2.0	0.0	0.1	0.2	1	0	0	10	10	9			
27	+ 12.5	— 1.0	0.5	1.6	0.7	0	0	0	1	1	0			
28	+ 14.6	± 0.0	1.8	3.2	2.9	2	7	2	0	0	8			
29	+ 8.6	+ 3.0	0.4	1.3	1.3	3	7	0	8	1	9			
30	+ 5.0	+ 0.3	0.2	2.0	1.1	2	1	0	9	2	9	3.2		Schnee
31	+ 0.3	— 4.3	0.4	0.6	0.5	5	5	5	10	10	10	2.6		Schneed. 5 Schnee
Med.	+ 5.6	— 3.4	0.6	1.5	0.9	1.5	2.3	1.4	4.4	3.3	4.3	Sa. 11.0		

Während des Monats dauerte im grossen und ganzen die Periode von Tau am Tage und Frost in der Nacht fort, die am 28. 2. ihren Anfang genommen hatte.

Infolge der verhältnismässig hohen Maximaltemperatur sowie der starken Insolation schmolz die Schneedecke während der Zeit vom 1.—18. 3. weg. Ein Teil des Schnees ging unter der Einwirkung der Sonne direkt in Gasform über. Die geringe Menge Schmelzwasser, die entstand, rann auf der Bodenoberfläche ab.

Die verhältnismässig hohe Lufttemperatur und starke Insolation mitten am Tage während der letzten 5-Tageperiode des Monats konnte infolge von Bodenfrost, dessen Tiefe, wie gemessen wurde, 85 cm betrug, keinen Abfluss bewirken.

Versuchsfeld auf Lind April 1929.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	— 1.8	— 6.0	0.5	0.4	0.0	1	1	2	10	9	9	3.6		Schneed. 9 cm Schnee
2	— 3.3	— 7.3	0.7	0.1	0.2	2	3	1	0	8	0	1.2		Schneedecke 13
3	— 3.7	— 14.0	0.4	0.5	0.3	1	2	1	1	1	5	0.4		Schneed. 14 Schnee
4	— 0.2	— 16.5	0.8	1.4	1.2	0	0	0	0	5	0			Schneedecke 14
5	+ 0.4	— 15.0	0.8	1.5	1.0	0	0	0	0	6	0			Schneedecke 14
6	+ 3.0	— 9.2	1.0	0.7	0.7	4	5	1	9	9	6	0.2		Schneed. 13 Schnee
7	+ 7.3	— 0.5	1.3	1.5	1.6	3	3	1	3	5	9			Schneedecke 10
8	+ 5.8	— 3.5	1.8	0.7	1.3	0	0	0	0	8	9			Schneedecke 4
9	+ 2.0	± 0.0	0.1	0.1	1.5	5	3	1	9	8	5	2.5		Schnee
10	+ 1.0	— 3.0	—0.0	0.5	0.6	2	1	1	8	8	0			
11	+ 8.2	— 6.0	1.8	1.6	1.2	0	0	0	0	1	5			
12	+ 12.0	± 0.0	1.9	2.0	0.8	2	2	1	7	0	0			
13	+ 13.0	— 2.0	0.9	1.1	0.4	1	3	0	0	0	0			
14	+ 14.1	— 1.8	1.0	1.0	0.6	0	4	2	0	1	0			
15	+ 3.8	— 2.5	0.5	1.8	1.4	5	4	1	0	0	0			
16	+ 7.8	— 2.5	1.7	2.0	1.1	5	1	1	0	0	0			
17	+ 10.0	— 1.0	1.4	1.8	1.2	1	6	5	1	0	0			
18	+ 9.0	+ 2.0	0.4	0.7	0.9	5	5	7	9	9	7	0.4		Regen
19	+ 11.1	+ 5.0	1.5	3.3	1.3	6	8	8	2	8	5	0.5		Schnee
20	+ 6.4	— 4.0	1.0	1.0	0.7	2	2	2	5	8	5	2.1		Schnee
21	± 0.0	— 6.8	1.9	1.6	1.4	2	3	0	1	1	0			
22	+ 8.8	— 6.5	—0.1	2.0	0.9	4	7	7	0	6	9	3.0		Schnee
23	+ 4.2	± 0.0	1.1	1.4	0.4	3	3	2	4	4	9	2.3		Schnee
24	+ 4.4	— 2.8	1.2	1.8	0.5	1	1	1	8	5	9	4.8		Schnee
25	+ 4.0	— 0.5	0.4	1.5	1.1	5	3	5	9	7	8	4.1		Schneed. 3 Schnee
26	+ 2.5	— 1.0	0.9	0.7	0.5	4	3	2	9	9	9	1.8	0.2	Schneed. 2 Schnee
27	+ 2.8	— 0.6	1.0	1.8	1.5	2	1	0	6	6	8		0.1	
28	+ 6.0	— 2.4	1.3	2.7	2.8	1	1	0	7	5	0		+	
29	+ 7.8	— 3.0	3.1	3.5	1.6	1	2	0	0	2	6			
30	+ 4.2	+ 0.4	1.6	0.9	0.4	3	4	3	8	9	9	15.9	+	
Med.	+ 5.0	— 3.7	1.1	1.4	1.0	2.4	2.7	1.8	3.9	4.9	4.4	Sa. 42.8		

Nach einer für Mittelschweden ungewöhnlich langen und starken Kälteperiode begann der Boden, der Anfang des Monats immer noch bis zu einer Tiefe von 85 cm gefroren war, durch die im grossen und ganzen hohe Minimaltemperatur und nicht am wenigsten durch starke Insolation vom 11. 4. ab aufzutauen. Am 26. 4. entstand so ohne Regen, trotzdem die Frostnächte weiter fortdauerten, Abfluss.

Ein tiefer Bodenfrost von 85 cm auf grösseren Feldern kommt in Mittelschweden selten vor, wurde aber in diesem Falle durch die langwierige Kälteperiode sowie durch schneelosen Boden während längerer Zeit verursacht.

Versuchsfeld auf Lind Mai 1929.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 1.5	— 0.1	0.3	0.3	—0.0	3	2	2	10	10	10	11.6	0.2	Schnee
2	+ 3.0	— 2.0	1.0	2.1	1.6	4	5	4	8	3	2	0.2	1.0	Schneed. 12 Schnee
3	+ 7.1	— 1.0	2.7	3.3	2.1	3	5	4	0	0	0		0.6	Schneedecke 5 cm
4	+ 10.1	— 2.0	2.6	3.4	1.9	2	2	1	1	2	3		0.2	
5	+ 12.0	— 1.0	2.5	2.7	0.1	3	1	4	0	5	10	9.6	0.1	Regen
6	+ 12.1	+ 5.0	0.2	0.9	1.0	4	2	1	10	7	3	1.0	0.2	Regen
7	+ 23.5	+ 6.0	5.8	7.4	1.6	2	3	2	1	2	10	1.8	0.1	Regen
8	+ 14.0	+ 7.0	1.3	4.9	2.4	2	2	0	5	1	4	1.5	0.1	Regen
9	+ 15.0	+ 7.0	0.8	5.5	3.4	1	2	1	6	10	10	5.1	0.1	Regen
10	+ 15.1	+ 7.9	1.9	4.4	2.9	1	2	1	2	3	0		0.6	
11	+ 16.0	+ 3.0	3.5	3.5	3.6	3	4	4	3	5	7		0.1	
12	+ 15.2	+ 6.5	2.3	3.0	1.4	1	3	1	0	1	10		+	
13	+ 20.0	+ 7.5	2.8	3.5	0.4	2	1	1	2	7	10	2.6	+	Regen
14	+ 13.5	+ 7.0	0.5	1.4	1.5	1	4	1	8	8	0	0.2	+	Regen
15	+ 10.2	+ 4.5	1.1	0.5	0.5	1	1	0	10	10	10	6.8	+	Regen
16	+ 16.0	+ 5.5	1.8	3.2	2.3	2	0	1	10	4	1	0.2	+	Regen
17	+ 18.0	+ 5.0	3.2	8.1	2.2	3	5	1	1	0	0		+	
18	+ 11.4	+ 4.9	3.6	3.2	1.2	5	6	2	0	0	0	0.3		Schnee Regen
19	+ 6.5	+ 1.8	0.7	0.6	0.5	2	2	1	8	4	3	1.3		Schnee Regen
20	+ 7.0	+ 1.0	1.0	0.8	0.3	1	1	1	10	10	8	2.3		Regen
21	+ 10.0	+ 3.0	0.4	1.1	0.5	1	2	1	10	9	9	0.3		Regen
22	+ 16.0	+ 4.0	0.3	4.9	1.0	2	2	0	10	0	0			
23	+ 22.0	+ 3.0	4.8	8.7	4.1	0	1	1	0	0	0			
24	+ 20.4	+ 5.5	6.6	8.9	4.6	2	5	3	0	0	0			
25	+ 21.8	+ 7.5	6.5	11.8	5.3	1	5	4	0	0	0			
26	+ 22.4	+ 10.5	6.3	7.6	2.1	1	2	0	0	1	3	7.6		Regen
27	+ 20.4	+ 13.0	0.5	4.0	2.1	3	5	1	8	10	8	0.6		Regen
28	+ 17.5	+ 12.0	0.7	0.8	3.3	1	1	1	9	9	10	19.4		Regen
29	+ 14.0	+ 6.5	0.6	3.1	0.3	4	4	1	10	2	2		(0.5)	
30	+ 15.3	+ 3.5	1.7	2.6	0.4	1	3	2	8	6	8	1.7	0.1	Regen
31	+ 11.8	+ 3.0	0.3	2.3	0.4	6	5	2	10	3	0		0.1	
Med.	+ 13.6	+ 4.7	2.2	3.8	1.8	2.2	2.8	1.6	5.2	4.3	4.5	Sa. 74.1		

Nachdem die Bodenfrostschmelze am 26. 4. ihren Anfang genommen hatte, dauerte sie bis zum 12. 5. ununterbrochen an, an welchem Tage der Bodenfrost als vollständig aus dem Boden gegangen angesehen werden kann. — Infolge hoher Minimumtemperatur am 30. 4. und infolge des schmelzenden Schnees am 1.—2. 5. wurde am 2. 5. ein Abfluss von 1.0 lit/sek/ha gemessen. — Darüber, dass nach einem Niederschlage am 9. 5. von 5.1 mm grösserer Abfluss gemessen wurde als nach einem Niederschlag am 5. 5. von 9.6 mm, siehe die Besprechung über den Abfluss vom Lindfelde im September 1922.

Von Interesse ist, den verhältnismässig unbedeutenden Abfluss während dieser Abschmelzungsperiode trotz der Tiefe des Bodenfrosts zu beobachten. Zu dem geringen Abfluss kann grosse Verdunstung während der Zeit vom 7.—10. 5. infolge hoher Temperatur und grossen Feuchtigkeitsdefizits, sowie an einigen Tagen starke Insolation, beigetragen haben.

Die Saat bestand aus Hafer. Gesät wurde am 17. 5. Nachdem der Boden durch hohe Lufttemperatur und starke Insolation bis zum 25. 5. stark ausgetrocknet war, wurde nach einem Niederschlage vom 26.—28. 5. von 27.6 mm ein Abfluss nur während eines Tages von (0.5) lit/sek/ha gemessen, der schnell abnahm.

Versuchsfeld auf Lind Juni 1929.

Datum	Temperatur		Sättigungsdefizit			Windstärke 0—12			Bewölkung 0—10			Niederschlag	Dränwasserabfluss	Anm.
	Max.	Min.	8h	14h	21h	8h	14h	21h	8h	14h	21h	mm	lit/sek/ha	
1	+ 12.4	+ 1.5	3.0	1.5	0.6	2	2	0	5	9	7	3.2	+	Regen
2	+ 13.8	+ 5.9	0.4	4.4	0.6	1	2	0	9	2	0		+	
3	+ 14.6	+ 2.0	2.6	4.9	0.5	5	5	5	1	4	10	6.6	+	Regen
4	+ 11.0	+ 5.6	0.7	1.8	0.5	3	5	4	10	4	7	1.2	0.1	Regen
5	+ 12.5	+ 4.0	3.2	6.2	2.4	6	6	3	1	1	2		+	
6	+ 15.0	+ 5.0	3.0	4.3	2.5	2	4	1	5	6	0			
7	+ 15.0	+ 1.0	4.8	6.1	2.0	3	5	3	0	5	7	3.5		Regen
8	+ 16.5	+ 6.5	0.3	4.3	0.6	4	3	1	10	2	1	2.3		Regen
9	+ 11.2	+ 5.5	0.9	0.6	0.6	1	2	1	9	10	7	3.0		Regen
10	+ 17.0	+ 5.5	2.3	5.9	2.5	2	5	3	1	2	1			
11	+ 18.1	+ 6.0	2.9	7.5	2.9	3	6	6	0	0	2			
12	+ 21.0	+ 9.0	4.4	10.3	3.9	3	5	3	1	1	2			
13	+ 23.5	+ 9.0	4.8	9.0	5.8	2	2	3	1	1	8			
14	+ 21.0	+ 8.4	4.6	4.7	1.6	4	4	0	5	1	0			
15	+ 23.7	+ 9.4	3.0	9.7	1.3	1	3	3	0	10	2	0.9		Regen
16	+ 18.5	+ 10.0	2.7	5.0	5.2	6	6	1	5	4	7	1.1		Regen
17	+ 18.0	+ 12.0	4.2	6.8	2.8	3	3	2	5	6	3			
18	+ 20.3	+ 9.1	6.0	10.8	4.6	3	1	4	0	0	0			
19	+ 20.8	+ 8.9	5.8	8.4	3.6	4	4	1	2	3	2			
20	+ 24.4	+ 9.7	4.7	10.5	4.3	4	3	2	6	4	6	0.3		Regen
21	+ 19.1	+ 11.1	4.3	9.1	5.2	4	3	3	2	2	0			
22	+ 16.8	+ 8.1	5.5	3.0	2.7	2	1	2	1	9	3	6.9		Regen
23	+ 14.2	+ 7.9	0.9	2.1	0.8	0	1	2	10	10	10	17.7	+	Regen
24	+ 11.8	+ 8.8	1.6	1.2	0.7	2	1	2	10	10	10	12.9	+	Regen
25	+ 17.9	+ 8.2	0.6	7.7	5.2	1	2	1	10	3	0	0.4		Regen
26	+ 14.4	+ 7.4	4.8	6.7	2.5	4	4	0	1	5	0			
27	+ 20.6	+ 2.2	7.5	9.6	4.7	1	1	0	1	1	0			
28	+ 23.0	+ 10.4	8.2	11.1	4.0	0	0	0	0	5	0	0.9		Regen
29	+ 21.2	+ 10.8	4.5	1.6	2.0	0	0	0	5	10	2	8.5		Regen
30	+ 21.2	+ 8.7	5.5	11.3	3.5	0	2	0	1	1	4	0.1		Regen
Med.	+ 17.6	+ 7.3	3.6	6.2	2.7	2.5	3.1	1.9	3.9	4.4	3.4	Sa. 69.5		

Durch starke Verdunstung, die durch reichliche Wasseraufnahme der Saat (Hafer) bei starkem vegetativen Zuwachs verursacht wurde, sowie durch grosses Feuchtigkeitsdefizit an gewissen Tagen und durch starke Insolation war der Boden am 20. 6. so ausgetrocknet, dass nach dem Niederschlag vom 22.—24. 6. (zusammen 37.5 mm) ein Abfluss entstand, der aber nur so gering war, dass er nicht bis auf 0.1 lit/sek/ha gemessen wurde.

Ein Niederschlag am 28.—29. 6. von zusammen 9.4 mm verursachte keinen Abfluss.

B. Das Versuchsfeld auf Fjugesta.

Lage usw. Das Feld gehört zu dem Gute $^1/_2$ mtl nr 4 Fjugesta und liegt ungefähr 300 m südöstlich vom Gehöft. Die Lage wird auf der topographischen Karte des Generalstabes mit dem Zeichen x angegeben (Abb. 17). Die Höhe des Feldes über dem Meere beträgt ungefähr 55 m.

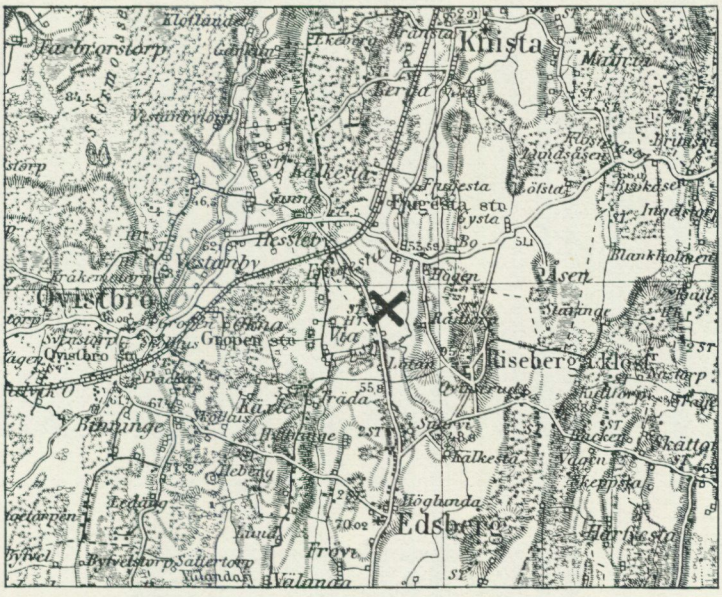

Abb. 17. Versuchsfeld auf Fjugesta. Detail der topographischen Karte des Generalstabes. Massstab 1: 100 000. Lage des Feldes wird durch das Zeichen x angegeben.

Topographie, Abgrenzung des Feldes usw. Das Feld liegt auf dem niedrigeren Teile des östlichen Abhanges eines sich in nordsüdlicher Richtung streckenden Höhenrückens. Das Bodengefälle ist relativ schwach und beträgt, wie aus dem Dränplane hervorgeht, im Durchschnitt 2.8 : 1 000.

Das Feld wird gegen Süden, Westen und Norden von offenen Gräben begrenzt. Das angrenzende Gelände besteht nach allen Richtungen hin aus Ackerboden mit ungefähr gleich schwachem Bodengefälle, wie das Versuchsfeld.

Abb. 18 zeigt das Feld im Sommer 1929, nachdem das Heu geerntet war.

Bodenbeschaffenheit des Feldes. Die Bodenart ist durch Proben bestimmt worden, die in 18 Profilen bis zu ungefähr 1.50 m Tiefe aufgenommen sind. Die Anzahl der Proben ist 65. Näherer Bericht über die Probennahme, Umfang und Ausführung der Bodenuntersuchung etc. wird in Abt. I, 2, E erteilt. Das Resultat der Bodenuntersuchungen wird in folgender Tabelle wiedergegeben.



Abb. 18. Versuchsfeld auf Fjugesta. Bild von Süden, Sommer 1929, nachdem der Klee geerntet war. Links im Hintergrund Fjugesta.



Abb. 19. Versuchsfeld auf Fjugesta. Niederschlagsmesser.



Abb. 20. Versuchsfeld auf Fjugesta. Bild des zementierten Behälters mit Dach für die Dränwassermessung. Dimension des Behälters: Länge 2,0 m., Breite 1,5 m., Tiefe 2,2 m. Der Boden des Behälters liegt 0,64 m. unter dem Sammler. Das Dränwasser wird durch eine grössere Rohrleitung unter dem Niveau des Reservoirbodens abgeleitet. Die auf dem Bilde ersichtlichen Messgefässe haben folgende Grösse: 0,1 lit., 1 lit., 10 lit. und 50 lit.

Bodenanalysen für das Versuchsfeld auf Fjugesta.

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust %	Humusgehalt %	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. 0— 20 cm[1] . .	5.5	6.2	4	3.5	Mullhaltiger, leichter Ton
20—150 » . .	6.6	2.5			Schwererer Mittelton
2. 0— 20 » . .	6.1	6.5	4	4.2	Mullhaltiger, leichterer Mittelton
20— 70 » . .	7.1	2.6			Schwerer Ton
70—110 » . .	9.6				Schwerer Ton
110—150 » . .	6.8				Schwererer Mittelton
3. 0— 22 » . .	6.5	7.8	6	3.8	Mullhaltiger, leichter Ton
22— 70 » . .	5.9	2.5			Schwererer Mittelton
70—110 » . .	11.9	3.9			Sehr schwerer Ton
110—150 » . .	3.2				Leichter Ton

[1] unter der Bodenoberfläche.

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust %	Humusgehalt %	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
1.	2.	3.	4.	5.	6.
4. 0— 24 cm . .	7.1	8.5	6	4.3	Mullhaltiger, leichterer Mittelton
24—100 » . .	7.6	3.1			Schwerer Ton
100—130 » . .	10.2				Sehr schwerer Ton
130—150 » . .	10.7				Sehr schwerer Ton
5. 0— 20 » . .	6.5	8.1	6	3.6	Mullhaltiger, leichter Ton
20—100 » . .	6.3	2.5			Schwererer Mittelton
100—130 » . .	10.7				Sehr schwerer Ton
130—150 » . .	7.3				Schwerer Ton
6. 0— 24 » . .	8.2	5.9	3	6.7	Mullhaltiger, schwererer Mittelton
24—100 » . .	7.2				Schwerer Ton
100—130 » . .	12.3				Sehr schwerer Ton
130—150 » . .	5.8				Schwererer Mittelton
7. 0— 20 » . .	6.8	7.5	5	4.5	Mullhaltiger, leichterer Mittelton
20—100 » . .	10.2	3.0			Sehr schwerer Ton
100—120 » . .	10.5				Sehr schwerer Ton
120—150 » . .	8.9				Schwerer Ton
8. 0— 24 » . .	6.7	7.1	5	4.6	Mullhaltiger, leichterer Mittelton
24—105 » . .	8.4				Schwerer Ton
105—130 » . .	10.2				Sehr schwerer Ton
130—150 » . .	5.2				Leichterer Mittelton
9. 0— 30 » . .	6.3	6.7	4	4.4	Mullhaltiger, leichterer Mittelton
30—110 » . .	6.3				Schwererer Mittelton
110—125 » . .	11.3				Sehr schwerer Ton
125—150 » . .	5.3				Leichterer Mittelton
10. 0— 28 » . .	6.7	8.7	7	3.5	Mullreicher, leichter Ton
28—130 » . .	7.3	2.8			Schwerer Ton
130—150 » . .	8.7				Schwerer Ton
11. 0— 20 » . .	6.5	8.4	6	3.5	Mullhaltiger, leichter Ton
20—120 » . .	6.4	2.5			Schwererer Mittelton
120—150 » . .	10.5				Sehr schwerer Ton
12. 0— 22 » . .	9.1	7.8	5	6.7	Mullhaltiger, schwererer Mittelton
22—125 » . .	8.6				Schwerer Ton
125—140 » . .	13.2				Sehr schwerer Ton
140—150 » . .	7.0				Schwerer Ton
13. 0— 26 » . .	6.2	7.8	6	3.5	Mullhaltiger, leichter Ton
26—115 » . .	7.9	2.9			Schwerer Ton
115—150 » . .	10.4				Sehr schwerer Ton
14. 0— 20 » . .	6.0	7.3	5	3.5	Mullhaltiger, leichter Ton
20—105 » . .	8.1	3.3			Schwerer Ton
105—150 » . .	10.4				Sehr schwerer Ton
15. 0— 26 » . .	6.2	7.4	5	3.7	Mullhaltiger, leichter Ton
26—105 » . .	6.4				Schwererer Mittelton
105—135 » . .	10.5				Sehr schwerer Ton
135—150 » . .	3.7				Leichter Ton

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust %	Humusgehalt %	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
1.	2.	3.	4.	5.	6.
16. 0— 26 cm . .	5.9	6.3	4	4.2	Mullhaltiger, leichterer Mittelton
26—118 » . .	6.4				Schwererer Mittelton
118—150 » . .	9.2				Schwerer Ton
17. 0— 25 » . .	6.5	6.0	4	4.9	Mullhaltiger, leichterer Mittelton
25—110 » . .	7.7	3.3			Schwerer Ton
110—135 » . .	10.8				Sehr schwerer Ton
135—150 » . .	4.0				Leichterer Mittelton
18. 0— 25 » . .	5.5	6.7	5	3.3	Mullhaltiger leichter Ton
25—100 » . .	6.3				Schwererer Mittelton
100—120 » . .	10.6				Sehr schwerer Ton
120—150 » . .	3.3				Leichter Ton

Auf Grund der Bodenuntersuchungen habe ich auch für dieses Feld zwei Bodenartkarten aufgestellt, eine für die Ackerkrume (Abb. 21) und eine für die obere Schicht des Untergrunds (Abb. 22).

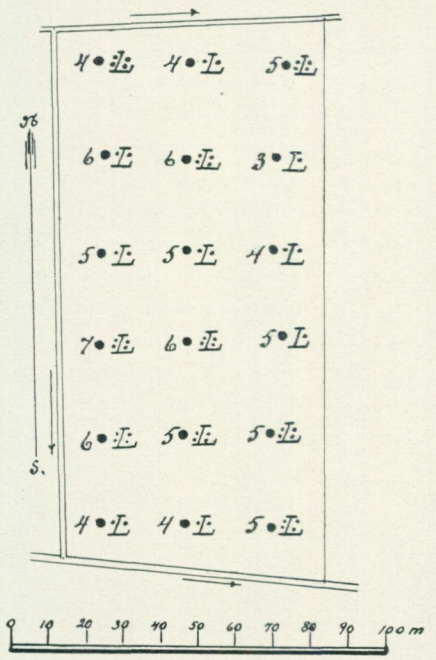

Abb. 21. Versuchsfeld auf Fjugesta. Bodenartkarte über die Ackerkrume. Die Punkte geben die Lage der Bodenprofile an. Die Ziffern vor den Punkten bezeichnen den Humusgehalt in Gewichtsprozenten. Zeichenerklärung Abt. I, 2, E, a.

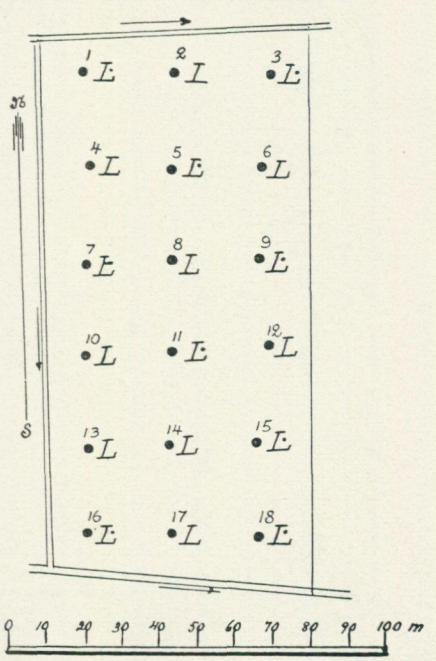

Abb. 22. Versuchsfeld auf Fjugesta. Bodenartkarte der oberen Schicht des Untergrundes. Die Punkte geben die Lage der Bodenprofile an. Die Ziffern oberhalb der Punkte bezeichnen die Nummern der Bodenprofile. Zeichenerklärung Abt. I, 2, E. a.

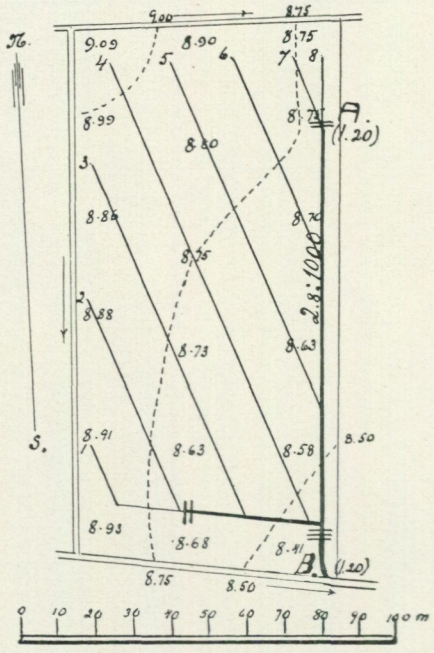

Abb. 23. Versuchsfeld auf Fjugesta. Dränplan, Massstab 1: 2 000. Die Ziffern geben die Höhe des Bodens über dem Nullplane an. Die eingeschalteten Ziffern bezeichnen die Tiefe des Sammlers. Äquidistanz der Kurven 0,25 meter. Die römischen Ziffern bezeichnen den inneren Durchmesser des Sammlers in schwedischen Zoll (1 Zoll = 2,5 cm).

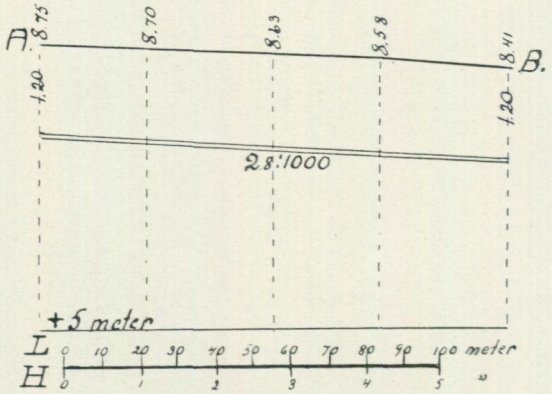

Abb. 24. Versuchsfeld auf Fjugesta. Profil des Sammlers Strecke A—B.

Der Kalkgehalt des Bodens ist so unbedeutend, dass er keine Einwirkung auf die Durchlässigkeit hat.

Vorkommen von Druckwasser. Druckwasser ist auf dem Versuchsfeld nicht vorhanden. Dies ist durch die Untersuchungen festgestellt worden, welche in Abt. I, 2, F angeführt sind.

Versickerung des Niederschlagswassers unter das Niveau des Systems. Durch Messungen der Lage der Grundwasseroberfläche ist festgestellt worden, dass das Grundwasser kaum unter das Niveau des Systems sinkt. Nennenswerte Versickerung des Niederschlagswassers unter das Niveau des Systems kommt nicht vor. Bezüglich dieser Frage wird im übrigen auf Abt. I, 2, F hingewiesen.

Die Tiefe des obersten, ausgetrockneten Tonlagers beträgt im allgemeinen 1.5—1.6 m.

Dränung, Areal und Ernte des Feldes. Das Feld wurde im Jahre 1925 nach dem Plane, welcher in Abb. 23 wiedergegeben ist, dräniert. Der Abstand der Saugdräns ist 15 m, die Tiefe 1.10 bis 1.20 m. Die Dimension des Sammlers ist für einen Abfluss von 0.65 lit/sek/ha nach Gerhardts Tabelle (Vogler 1909) berechnet worden.

Der Ausguss des Systems mündete während der ersten Zeit der Messung

an der südlichen Grenze des Feldes direkt in den Vorflutgraben. Im Jahre 1928 wurde auf dem Felde ein zementierter Behälter gebaut mit einer Tiefe von 2.2 m, Länge 2.0 m und Breite 1.5 m, in welchen der Sammler mit einem Eisenrohr einmündet (Abb. 20). Der zementierte Boden des Behälters liegt 0.64 m unter dem Sammler. Vom Behälter wird das Wasser durch eine in erforderlicher Tiefe gelegene Dränleitung abgeleitet.

In diesem Behälter können Wassermessungen ausgeführt werden, unabhängig von solchen Hindernissen, welche mitunter in offener Vorflut während einzelner Tage dadurch entstehen können, dass die Wasserfläche über den Ausguss steigt.

Die Grösse des dränierten Gebiets beträgt 0.92 ha. Bei der Berechnung der Fläche ist überall da, wo die Grenze von offenen Gräben gebildet wird, wie auch beim Lindfeld, die halbe Fläche zwischen der Aussenkante des Feldes und der Aussenkante des Systems abgezogen.

Ernte: 1926 Roggen, 1927, 1928 und 1929 Klee und Timothy.

Hydrographische Angaben. Der an der Grenze des Feldes gelegene Vorflutgraben leitet das Grundwasser sowie etwas Tagwasser in östlicher Richtung nach dem ungefähr 300 m vom Felde entfernten Flusse, Knistaån, welcher in den Fluss Svartån mündet. Dieser mündet in den Hjälmarsee. Das Feld liegt also im Mälaren—Norrström Wassergebiet.

Hydrologische Untersuchungen. Siehe Lindfeld.

Meteorologische Observationen und Dränwassermessung. Die meteorologischen Observationen für dieses Feld umfassen Niederschlagsmessungen, die in einem auf dem Gute aufgestellten Messer ausgeführt worden sind (Abb. 19).

Die Messung des Niederschlags sowie des Abflusses nach der in Abt. I, 2, A angegebenen Methode ist von Herrn Ivar Persson, einem der Besitzer des Gutes, ausgeführt worden. Die Observationen sind durch tägliche Messungen während einer Zeit von 2 Jahren 8 Monaten, nämlich vom 1. 4. 1927—30. 11. 1929, gemacht worden. An gewissen Tagen sind die Messungen des Abflusses in einem Zeitintervall von nur einer Stunde ausgeführt worden.

Im folgenden werden Niederschlag und Abfluss für das Fjugestafeld während genannter Zeit wiedergegeben. Die Messung des Niederschlags wurde um 7 Uhr morgens ausgeführt, die Messung des Abflusses ung. um 7—8 Uhr morgens.

8—311544. *S. G. U., Ser. C, N:o 371. Herman Flodkvist.*

Das Versuchsfeld auf Fjugesta 1927.*

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Fjugesta 1927.

Datum	April			Mai			Juni		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1		0.1	Bodenfrost-schmelze		+			+	
Abend									
2		+			+		1	+	Regen
Abend		+							
3		+			+		7	0.1	Regen
Abend		0.1							
4		0.1			+			+	
Abend		0.4[1]							
5		0.2			—		3	+	Regen
Abend		0.6[2]							
6	1	0.3	Regen	2	+	Regen	1	+	Regen
Abend		1.0[3]							
7	3	0.4[4]	Regen, Boden frostfrei		+			+	
Abend		0.6[5]							
8		0.3			+			+	
Abend		0.2							
9	4	0.2	Regen		+			+	
Abend		0.4[6]							
10		0.2			+		4	+	Regen
Abend		—							
11		0.1				Tropfen		+	
Abend		0.1							
12	3	0.1	Regen	1		Hagel und Schnee		+	
Abend		0.1							
13		0.1							Tropfen
14	3	0.1	Regen						
15	4	0.2	Regen						
16		0.1							
17		+							
18		+		18	0.1	Regen			
19		+		10	+	Regen	3		Regen
20		+		1	+	Regen	4		Regen
21	1	+	Regen	2	+	Regen			
22		+		3	+	Regen	3		Regen
23	3	+	Regen	7	0.2	Regen	11		Regen
24	5	+	Regen	1	0.1	Regen	2		Regen
25	15	0.2	Schnee und Regen		+		1		Regen
26	2	0.8[7]	Regen		+		7		Regen
27		0.2			+		2		Regen
28		0.1		4	+	Regen	3		Regen
29		+		16	0.4[8]	Regen	22	+	Regen
30	4	+	Schnee und Regen		0.1		47	(1.0)	Regen
31					+				

* Kein Zeichen = Kein Niederschlag, resp. Abfluss.
Das Zeichen + = Wassermenge weniger als 0.05 lit/sek/ha.
» » — = Observation nicht ausgeführt.

[1] ± 1.94 %. [2] ± 1.69 %. [3] ± 2.00 %. [4] ± 1.04 %. [5] ± 1.62 %. [6] ± 1.65 %. [7] ± 1.91 % [8] ± 1.18 %.

Das Versuchsfeld auf Fjugesta 1927.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Fjugesta 1927.

Datum	Juli			August			September		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	4	0.3	Regen		+				
2	8	(1.0)	Regen		+				
3	10	1.1[1]	Regen	4	+	Regen			
4		0.1			+				
5		+							
6		+							
7		+							
8									
9							18		Regen
10							15	0.1	Regen
11				22	+	Regen		0.1	
12				1	+	Regen	13	0.2	Regen
13					+			+	
14						Tropfen		+	
15	8		Regen					+	
16								+	
17	8		Regen				5	0.3	Regen
18	4		Regen				8	0.2	Regen
19								+	
20	2		Regen	14		Regen	1	+	Regen
21								—	
22			Klee gemäht	7		Regen		+	
23	3		Regen	1		Tropfen		—	
24	31	+	Regen	6		Regen	12	0.1	Regen
25	24	0.6[2]	Regen				3	0.1	Regen
26	6	0.2	Regen					+	
27		0.1					3	0.1	Regen
28		+					4	0.1	Regen
29	11	0.1	Regen	2		Regen		+	
30		+						+	
31		—							

[1] ± 1.45 %. [2] ± 1.85 %.

Das Versuchsfeld auf Fjugesta 1927.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Fjugesta 1927.

Datum	Oktober			November			Dezember		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	6	0.1	Regen	3	—	Schnee			Bodenfrost den ganzen Monat
2	5	0.5[1]	Regen	1	0.1	Regen			
3	19	0.9[2]	Regen	4	+	Schnee			
4	2	0.1	Regen	14	0.3	Regen			
5		+		1	0.1	Regen			
6		+		4	0.6[7]	Regen	1		Schnee
7		+		3	0.2				
8		+			0.1				
9		+			+	Beginnt der Bodenfrost			
10		+			+				
11		+			+				
12		+			+				
13		+			+		1.5		Schnee
14	1	+	Regen		+				
15	1	+	Regen		+				
16	1	+	Regen			Tropfen			
17			Tropfen						
18									
19	1		Hagel						
20	7	+	Regen						
21		+							
22		+					1		Schnee
23		+					4.5		Schnee
24		+					2		Schnee
25		+		4		Schnee			
26	12	0.5[3]	Regen	1		Tau			
27	7	0.8[4]	Regen		0.1				
28	4	0.1	Regen		+				
29	2	0.4[5]	Regen						
30	4	0.1	Regen						
31	7	0.6[6]	Regen						

[1] ± 0.83 %. [2] ± 1.60 %. [3] ± 1.33 %. [4] ± 1.28 %. [5] ± 0.71 %. [6] ± 1.37 %. [7] ± 0.84 %.

Das Versuchsfeld auf Fjugesta 1928.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Fjugesta 1928.

Datum	Januar			Februar			März		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1									Bodenfrost den ganzen Monat
2				1.5		Schnee			
3									
4									
5							3.5		Schnee
6				1.5		Schnee			
7						Tau			
8				5		Regen			
9	6		Schnee						
10	2		Schnee	0.5		Tropfen Regen			
11	1.5		Schnee						
12				1		Schnee			
13	5.5		Schnee						
14	1		Schnee						
15									
16	4		Schnee	6		Schnee			
17									
18									
19									
20	2		Schnee						
21									
22									
23									
24									
25	6		Schnee				8		Regen
26									
27	2		Schnee						
28	2		Schnee				7		Schnee
29									
30	4		Schnee				7		Schnee
31									

Das Versuchsfeld auf Fjugesta 1928.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Fjugesta 1928.

Datum	April			Mai			Juni		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	7		Regen		+				
2					+				
3					+		1		Regen
4					+				
5	6		Regen		+		5		Regen
6					+		2		Regen
7						Tropfen	3		Regen
8				0.5		Regen			
9							5		Regen
10							3		Regen
11							8		Regen
Abend		+							
12			Tropfen						
Abend		+							
13									
14									
15									
16									
17			Tropfen						
18		+	Bodenfrost-	2.5		Regen	5.5		Regen
Abend		+	schmelze						
19	3	+	Schnee	2		Regen	7		Regen
Abend		0.3							
20	5	0.5[1]	Regen	1.5		Regen			
Abend		0.4[2]							
21		0.1					7		Regen
Abend		0.1							
22		0.1							
Abend		0.1							
23		0.1					2		Regen
Abend		0.1							
24		+					3		Regen
Abend		+							
25		+					8		Regen
Abend		+							
26		+							
Abend									
27		+					8		Regen
Abend									
28		+		6		Regen	9	+	Regen
Abend									
29	11	0.1	Regen				3		Regen
Abend		0.1							
30		+		1		Regen	1.5		Regen
31				1.5		Regen			

[1] ± 2.16 %. [2] ± 2.60 %.

Das Versuchsfeld auf Fjugesta 1928.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Fjugesta 1928.

Datum	Juli			August			September		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1				25.5	+	Regen		+	
2					+			—	
3	1		Regen						Tropfen
4							5		Regen
5							2		Regen
6				2		Regen			
7	5		Tropfen Regen						
8	9		Tropfen Regen						
9				28	+	Regen			
10					0.1				
11				11	+	Regen			
12					+		17	0.1	Regen
13						Tropfen	6	0.2	Regen
14				13	0.1	Regen		+	
15				4	+	Regen		+	
16				3	0.1	Regen	6	+	Regen
17				9	0.1	Regen		+	
18					+			+	
19	8		Regen	2	+	Regen		+	
20					+			+	
21	5		Regen			Tropfen		+	
22								+	
23				27	(0.4)	Regen		+	
24					0.1				Tropfen
25	12		Regen		0.1				
26				8	0.1	Regen			
27	1		Regen		+				
28				1.5	+	Regen	9		Schnee und Regen
29	10		Regen	5	0.1	Regen	1	+	
30					+			+	
31	8		Regen	1	+	Regen			

Das Versuchsfeld auf Fjugesta 1928.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Fjugesta 1928.

Datum	Oktober			November			Dezember		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	5		Regen		+		1	+	Regen
2					+			+	
3					+			+	
4				3	+	Schnee		+	
5					+			+	
6					+		1	+	Regen
7					+	Beginnt der Bodenfrost		0.1	
8					+		9	0.9[4]	Beginnt wieder der Bodenfrost
9	3		Regen		+			+	
10	9	0.1	Regen		0.1			+	
11	8	0.2	Regen	9	+	Regen		+	
12		+			+			+	
13		+		5	0.2	Regen		+	
14		+			0.1			+	
15		+			0.1	Der Bodenfrost weggegangen		+	
16		+			0.1			+	
17		+		1	0.1	Regen		+	
18	9.5	0.1	Regen	7	0.3	Regen			Tropfen
19		+		2	0.2	Regen			
20	10	0.1	Regen		0.1				
21	7.5	(0.2)	Regen	5	0.1	Regen			
22	1	0.1	Regen	10	2.8[1]	Regen			
23	7	—	Regen	4	0.5[2]	Regen	1.5		Regen
24	1	0.1	Regen	7	0.3	Regen			Tau
25		+		6	0.2	Regen			
26		+			0.4[3]				
27	9.5	—	Regen		0.1		5	+	Regen und Schnee
28	1	—	Regen		+				Tropfen
29	1.5	0.1	Regen	3	+	Regen			
30	6	0.1	Regen		+				
31		+							

[1] ± 0.74 %. [2] ± 1.57 %. [3] ± 1.60 %. [4] ± 0.10 %.

Das Versuchsfeld auf Fjugesta 1929.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Fjugesta 1929.

Datum	Januar			Februar			März		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1			Bodenfrost den ganzen Monat			Bodenfrost den ganzen Monat			
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14								+	Bodenfrostschmelze beginnt allmählich.
15								+	
16								+	
17								+	
18								+	
19	3.5		Schnee					+	
20								+	
21	2		Schnee					+	
22				2		Schnee		+	
23				11		Schnee	3	+	Regen
24								+	
25	3.5		Schnee				1	0.1	Regen
26	1		Schnee					+	
27	3		Schnee					0.1	
28	3		Schnee					+	Tiefe des Bodenfrosts 85—90 cm.
29								+	
30								+	
31							2.5	+	Schnee

Das Versuchsfeld auf Fjugesta 1929.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Fjugesta 1929.

Datum	April			Mai			Juni		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	2		Schnee	16	+	Regen			Während des Monats kein Abfluss
2	1		Schnee	7	+	Regen	3		
3					1.9[1]	Der Bodenfrost ausgegangen			Regen
4					1.2[2]		3		Regen
5					0.1		6		Regen
6				8	0.4	Regen			
7					0.2				
8					0.1		7.5		Regen
9	1.5		Schnee	1	+		3		Regen
10				5.5	0.1	Regen	4.5		Regen
11		+			+				
12		0.1			+				
13		+			+				
14		+		1	+	Regen			
15		+			+				
16		+		6	+	Regen	1.5		Regen
17		+			+		1		Regen
18		+			+				
19		+			+				
20			Tropfen	1.5	+				
21				1		Tropfen			
22	2		Regen						
23									
24							30		Regen
25	1		Regen				31		Regen
26	4.5	+	Regen						
27		+		8		Regen			
28		+							
29		+		6		Regen Tropfen			
30	1	+	Regen	7		Regen			
31									

[1] ± 1.15 %. [2] ± 2.63 %.

Das Versuchsfeld auf Fjugesta 1929.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Fjugesta 1929.

Datum	Juli			August			September		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1									
2				16	+	Regen	1		Regen
3				3	+	Regen			
4						Tropfen			
5									
6	8		Regen				4		Regen
7									
8									
9	6		Regen	5		Regen	7		Regen
10				7		Regen	1.5		Regen
11									
12									
13									
14	4		Regen						
15				12		Regen			
16	2		Regen						
17									
18				12		Regen			
19				1		Regen			
20							11		Regen
21							13.5	+	Regen
22							1.5	+	Regen
23	2		Regen						Tropfen
24	5		Regen	11		Regen			Tropfen
25	29		Regen	2		Regen			
26									
27	8		Tropfen						
28				1		Regen			
29	1		Regen						
30				6		Regen	1		Regen
31									

Das Versuchsfeld auf Fjugesta 1929.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Fjugesta 1929.

Datum	Oktober			November		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1					+	
2	3.5	+	Regen		+	
3	12	+	Regen		+	
4	2	+	Regen		+	
5		+			+	
6			Tropfen	2	+	Regen
7	5	0.1	Regen		+	
8	3	+	Regen		+	
9		+		4	0.1	Regen
10	22	5.4[1]	Regen		+	
11	12	0.8[2]	Regen	2	+	Regen
12		0.1		1.5	0.1	Regen
13		+		3	0.1	Regen
14		+			+	
15	9	0.1	Regen	8	0.8[5]	Regen
16		+			0.2	
17	5	0.1	Regen		0.1	
18	13	0.6[3]	Regen		+	
19	4	0.4[4]	Regen		+	
20	22	0.3	Regen		+	
21		0.1		2	+	Schnee
22		0.1			+	
23	2	0.1	Regen		+	
24		+			+	
25		+			+	
26		+		4	0.5[6]	Regen
27	5	0.1	Regen	5	0.1	Regen
28	6	0.1	Regen		+	
29	1.5	0.1	Regen	1	0.1	Regen
30		+			+	
31		+				

[1] ± 0.00 %. [2] ± 2.36 %. [3] ± 1.44 %. [4] ± 0.00 %. [5] ± 0.73 %. [6] ± 0.00 %.

C. Das Versuchsfeld auf Tolvsbörd.

Lage usw. Das Feld ist auf einem Gute im Dorfe Tolvsbörd in der Gemeinde Järnboås gelegen, östlich vom Gehöft in einer Entfernung von ungefähr 200 m. Die Lage wird auf dazugehöriger topographischer Karte des Generalstabes mit dem Zeichen x angegeben (Abb. 25).

Die Höhe des Feldes über dem Meere beträgt ungefähr 95 m.

Besitzer des Gutes: P. Lindén.



Abb. 25. Versuchsfeld auf Tolvsbörd. Detail der topographischen Karte des Generalstabes. Lage des Feldes wird mit x angegeben.

Topographie, Abgrenzung des Feldes usw. Das Feld neigt stark gegen Osten nach dem See Fåsjön zu. Das Gefälle beträgt, wie aus dazugehörigem Dränplane und Profil hervorgeht, im Durchschnitt 61.5 : 1 000. Das umgebende Gelände neigt gegen Süden, Westen und Norden mit ungefähr demselben Gefälle, ebenso gegen Osten. Gegen Süden und Norden wird das Feld von offenen Gräben an den Grenzen und nach Westen hin von einem Wege begrenzt, längs dessen westlicher Seite ein Graben geht, welcher das Tagwasser abschneidet.

Unterhalb der östlichen (unteren) Grenze des Feldes neigt der Boden stark, deshalb ist ein Abflussgraben für die Ableitung des Dränwassers hier nicht erforderlich. Die Höhe des Ausgusses über dem unterhalb in einem Abstand von ungef. 20 m liegenden See beträgt bei Hochwasserstand ungef. 4 m.



Abb. 26. Versuchsfeld auf Tolvsbörd von Westen. Das Feld senkt sich von dem auf dem Bilde ersichtlichen Wege nach dem See zu.

Die Lage des Feldes geht im übrigen aus dem dazugehörigen Bild (Abb. 26) hervor.

Bodenbeschaffenheit. Die Bodenart ist durch Proben, welche in 18 Profilen bis zu ungefähr 1.50 m Tiefe genommen worden sind, bestimmt worden. Die Anzahl der Proben beträgt 100. Das Resultat der Bodenuntersuchungen wird in folgender Tabelle wiedergegeben.

Bodenanalysen für das Versuchsfeld auf Tolvsbörd.

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust %	Humusgehalt %	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. 0— 22 cm[1] . .	3.8	6.3	5	1.2	Mullhaltiges Feinmo
22— 75 » . .	1.0				Feinmo
75—150 » . .	6.1				Schwererer Mittelton
2. 0— 22 » . .	4.4	6.5	5	1.7	Mullhaltiges Feinmo
22— 75 » . .	6.2				Schwererer Mittelton
75—150 » . .	5.2				Leichterer Mittelton
3. 0— 22 » . .	4.8	6.5	5	2.4	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
22— 75 » . .	5.9				Schwererer Mittelton
75—124 » . .	8.3				Schwerer Ton
4. 0— 22 » . .	4.1	6.3	5	1.5	Mullhaltiges Feinmo
22— 75 » . .	7.1				Schwerer Ton
75—142 » . .	8.1				Schwerer Ton

[1] unter der Bodenoberfläche.

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust %	Humusgehalt %	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
1.	2.	3.	4.	5.	6.
5. 0— 22 cm . .	4.9	7.0	6	2.2	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
22—150 » . .	7.4				Schwerer Ton
6. 0— 22 » . .	4.9	7.2	6	2.1	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
22—150 » . .	8.1				Schwerer Ton
7. 0— 22 » . .	5.6	8.0	7	2.4	Mullreiches, schwach tonhaltiges Feinmo
22— 75 » . .	7.4				Schwerer Ton
110—130 » . .	7.2				Schwerer Ton
130—150 » . .	8.0				Schwerer Ton
8. 0— 22 » . .	4.9	6.2	5	2.6	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
22— 75 » . .	7.1				Schwerer Ton
75—150 » . .	6.0				Schwererer Mittelton
9. 0— 22 » . .	4.9	6.5	5	2.5	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
22—150 » . .	5.8				Schwererer Mittelton
10. 0— 22 » . .	5.4	6.6	5	2.9	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
22—150 » . .	4.9				Leichterer Mittelton
11. 0— 22 » . .	5.3	6.7	5	2.8	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
22—150 » . .	7.6				Schwerer Ton
12. 0— 22 » . .	4.9	6.5	5	2.5	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
22— 75 » . .	7.3				Schwerer Ton
75—150 » . .	7.8				Schwerer Ton
13. 0— 22 » . .	4.8	6.6	5	2.3	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
22—150 » . .	8.6				Schwerer Ton
14. 0— 30 » . .	4.0	5.9	5	1.6	Mullhaltiges Feinmo
30— 75 » . .	6.5				Schwererer Mittelton
75—150 » . .	7.3				Schwerer Ton
15. 0— 28 » . .	3.8	6.3	5	1.2	Mullhaltiges Feinmo
28— 75 » . .	4.3				Leichterer Mittelton
75—150 » . .	7.1				Schwerer Ton
16. 0— 22 » . .	5.1	6.7	5	2.6	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
22—150 » . .	7.1				Schwerer Ton
17. 0— 26 » . .	4.2	6.6	6	1.5	Mullhaltiges Feinmo
26—100 » . .	2.6				Schwach tonhaltiges Feinmo
100—115 » . .	3.0				Schwach tonhaltiges Feinmo
115—126 » . .	2.5				Schwach tonhaltiges Feinmo

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust %	Humusgehalt %	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
1.	2.	3.	4.	5.	6.
18. 0— 30 cm . .	4.3	6.1	5	2.1	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
30— 75 » . .	3.8				Leichter Ton
75—134 » . .	5.4				Leichterer Mittelton
134—150 » . .	3.0				Leichter Ton

Auf Grund der Bodenuntersuchungen habe ich auch für dieses Feld zwei Bodenartkarten aufgestellt, eine für die Ackerkrume (Abb. 27) und eine für die obere Schicht des Untergrundes (Abb. 28), und zwar nach der Bezeichnungsweise der Geologischen Landesanstalt Schwedens.

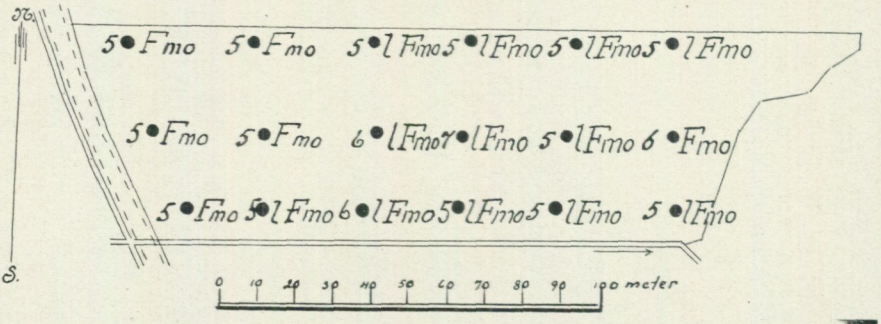

Abb. 27. Versuchsfeld auf Tolvsbörd. Bodenartkarte über die Ackerkrume. Die Punkte geben die Lage der Bodenprofile an. Die Ziffern vor den Punkten bezeichnen den Humusgehalt in Gewichtsprozenten. Zeichenerklärung Abt. I, 2, E, a.

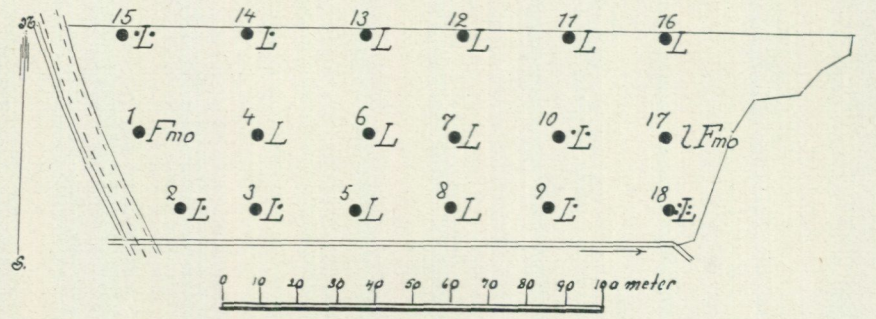

Abb. 28. Versuchsfeld auf Tolvsbörd. Bodenartkarte der oberen Schicht des Untergrundes. Die Punkte geben die Lage der Bodenprofile an. Die Ziffern oberhalb der Punkte bezeichnen die Nummern der Bodenprofile. Zeichenerklärung Abt. I, 2, E, a.

Der Kalkgehalt des Bodens ist so unbedeutend, dass er keine Einwirkung auf die Durchlässigkeit hat.

Druckwasservorkommen. Nach dem in Abt. I, 2, F angebenen Verfahren habe ich kein Druckwasservorkommen auf dem Versuchsfeld fest-

gestellt, mit Ausnahme davon, dass eine schwache Quellader an einem Punkte aufrinnt, 10 m von der unteren (östlichen) Grenze des Feldes. Das Wasser dieser Ader wurde bis zum 8. Juni 1929 durch das System abgeleitet. Von diesem Tage ab habe ich es durch besondere Leitung vom System abtrennen und auch tägliche Messungen des Wassers der Quellader vornehmen lassen. Es ist daraus hervorgegangen, dass die Wassermenge der Quelle so unbedeutend ist, dass sie auf die Berechnung der Dimensionierung der Leitungen nicht den geringsten Einfluss hat. Beim Vergleich mit dem Niederschlage geht aus den Abflussziffern deutlich hervor, dass Druckwasser, ausser dem Wasser dieser Ader, nicht in das Feld einfiltriert. (Siehe Klarlegung in Abt. I, 2, F betr. Feststellung, ob Druckwasser in ein Dränsystem einfiltriert!)

Kommt Grundwasserinfiltration in einem System von tieferer Lage vor, so ist der Abfluss dauerhaft, und von dem Wechsel des Niederschlags unabhängig. Der Abfluss entsteht nicht schnell durch Niederschlag und verschwindet auch nicht schnell unmittelbar nach Aufhören desselben, wie es mit dem Abfluss vom Tolvsbördfelde nach Ableitung des Wassers der Quelle durch besonderes Rohr der Fall gewesen ist.

Versickerung des Niederschlagswassers unter das Niveau des Dränsystems. Durch Messungen der Lage der Grundwasserfläche ist festgestellt worden, dass diese kaum unter das Niveau des Systems sinkt. Hieraus geht hervor, dass erwähnenswerte Versickerung von Niederschlagswasser unter das Niveau des Systems nicht vorkommt. Bezüglich dieser Frage wird im übrigen auf Abt. I, 2, F hingewiesen.

Dränung, Grösse und Ernte des Feldes. Das Feld wurde im Jahre 1926 nach dem Plane dräniert, welcher auf Abb. 29 wiedergegeben ist. Der Abstand der Saugdräns ist im Durchschnitt 14—15 m und die Tiefe derselben 1.10 bis 1.20 m. Die Dimension der Sammler ist auf einen Abfluss von 0.65 lit/sek/ha nach Gerhardts Tabelle (Vogler 1909) berechnet worden.

Die Grösse des dränierten Gebiets beträgt 0.97 ha. Bei ihrer Berechnung ist, überall wo die Grenze aus offenen Gräben besteht, die Hälfte derjenigen Fläche, welche zwischen der äusseren Grenze des Feldes und der des Systems gelegen ist, abgezogen worden.

Ernte. 1927: Hafer, gesät d. 17. 5. und Grünfutter. Grünfutter geerntet d. 8. 8., Hafer d. 26. 8. 1928: Grünfutter, gesät d. 14. 5., geerntet d. 7. 8. und Winterweizen. 1929: Gras, geerntet d. 17. 7. und Winterweizen.

Hydrographische Angaben. Das Dränwasser wird ohne Vorflut direkt in den See Fåsjön geleitet, dessen Wasser, nachdem es den See Norasjön passiert hat, durch den Fluss Järleån in den See Väringen abgeleitet wird. Von hier aus rinnt das Wasser zusammen mit dem von dem Lindesberger Tal kommenden Wasser in der Verwerfungslinie längs der nördlichen Grenze des Bergrückens Käglan und mündet unter dem Namen Arbogaån in den Mälarsee, dessen Wasser durch den Strom Norrström in Stockholm zur Ostsee abgeleitet wird. Das Feld liegt also innerhalb des Mälaren—Norrström Wassergebietes.

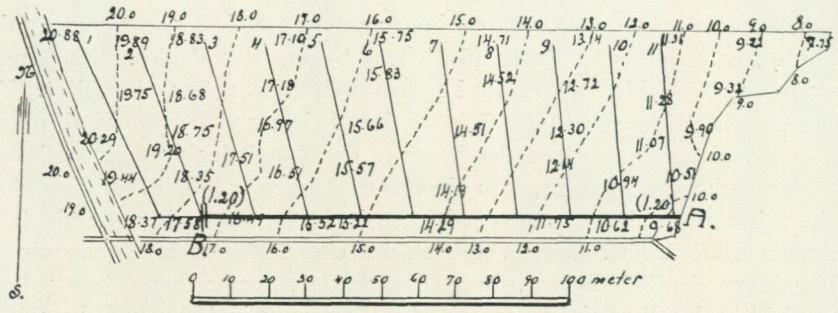

Abb. 29. Versuchsfeld auf Tolvsbörd. Dränplan, Massstab 1: 2 000. Die Ziffern geben die Höhe über dem Nullplane an. Die eingeschalteten Ziffern bezeichnen die Tiefe des Sammlers. Äquidistanz der Kurven 1 Meter.
Die römischen Ziffern bezeichnen den inneren Durchmesser des Sammlers in schwedischen Zoll (1 Zoll = 2,5 cm).

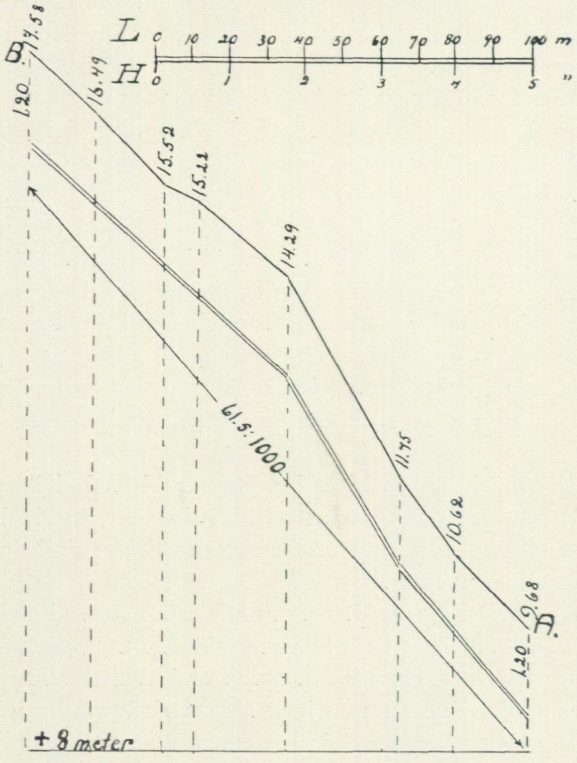

Abb. 30. Versuchsfeld auf Tolvsbörd. Profil über die Bodenfläche und den Sammler, Strecke A—B.

Hydrologische Untersuchungen. Siehe das Versuchsfeld auf Lind!

Meteorologische Observationen und Dränwassermessungen. Die meteorologischen Observationen für das Tolvsbördfeld



Abb. 31. Versuchsfeld auf Tolvsbörd. Dränausmündung bei starkem Abfluss.



Abb. 32. Versuchsfeld auf Tolvsbörd. Dränausmündung bei schwachem Abfluss.



Abb. 33. Versuchsfeld auf Tolvsbörd. Wassermessung, ausgeführt vom Observator T. Lindén.

haben Niederschlagsmessungen umfasst, welche während der Zeit vom 1. 7. 1927—31. 11. 1929 mit einem auf dem Gute aufgestellten Messer von den Herren P. und T. Lindén, Vater und Sohn, ausgeführt worden sind, die auch die Abflussmessungen ausgeführt haben. Die letzteren bestanden aus täglichen Messungen nach der in Abt. I, 2, B angeführten Methode (Abb. 33). Für kürzere Zeitperioden sind, um näheren Einblick in den Wechsel des Abflusses zu erhalten, Abflussmessungen mit einer Zwischenzeit von nur 1 Stunde ausgeführt worden.

Im folgenden wird der Niederschlag und Abfluss für das Tolvsbördfeld wiedergegeben.[1]

[1] Dass auf dem Tolvsbördfelde mitunter erhöhter Abfluss den Tag *vor dem Regen* angezeichnet ist, beruht darauf, dass hier Niederschlag und Abfluss nicht gleichzeitig gemessen wurden. Niederschlag: morgens um 6 Uhr; Abfluss: abends ung. um 18 Uhr.

Das Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1927.*

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1927.

Datum	Juli			August			September		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	—	0.3			+			+	
2	—	0.4[1]		2.0	+	Regen		+	
3	—	0.4[2]		5.0	+	Regen		+	
4	—	0.1			+			+	
5	—	+			+			+	
6		+			+			+	
7		+		0.5	+	Regen		+	
8		+			+			+	
9		+			+		35.0	0.5[3]	Regen
10		+			+		15.0	2.1[4]	Regen
11		+		6.0	+		5.5	0.2	Regen
12		+			+		13.0	0.3	Regen
13	16.5	+	Regen		+			0.1	
14		+			+			0.1	
15	1.5	+	Regen		+			+	Regen Niederschlag 13 mm, gemessen um 6 Uhr 18/9, vorhergehenden ** Tag gefallen
16		+		3.5	+	Regen		+	
17		+			+		3.0	0.2	
18		+		1.0	+	Regen	13.0	0.1	
19		+			+			0.1	
20	0.5	+	Regen	16.0	+	Regen		+	
21		+			+			+	
22	0.5	+	Regen	3.5	+	Regen		+	
23		+			+			0.1	
24	8.0	+	Regen	5.5	+	Regen	10.0	0.1	Regen
25	33.8	0.1	Regen	1.5	+	Regen	4.0	0.2	Regen
26	7.0	0.1	Regen		+		1.0	0.1	Regen
27		+		1.5	+		5.5	0.4[5]	Regen Niederschlag 15.5 mm, gemessen um 6 Uhr 28/9, vorhergehenden ** Tag gefallen
28		+			+		15.5	0.3	
29	10.0	+			+			0.2	
30		+			+			0.1	
31		+			+				

Auf dem Tolvsbördfelde wurde während der Zeit 1/7 1927—7/6 1929 Grundwasser von einer Quelle in das System eingeleitet. Siehe Beschreibung über das Versuchsfeld.

* Kein Zeichen = Kein Niederschlag, resp. Abfluss.
Das Zeichen + = Wassermenge weniger als 0.05 lit/sek/ha.
» » — = Observation nicht ausgeführt.
** Siehe Anm. S. 132!

[1] ± 0.60 %. [2] ± 0.60 %. [3] ± 0.00 %. [4] ± 0.00 %. [5] ± 0.66 %.

Das Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1927.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1927.

Datum	Oktober			November			Dezember		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	2.0	0.1	Regen		+			+	
2	12.0	0.4[1]	Regen	3.5	0.1	Regen		+	
3	32.0	2.9[2]	Regen	80.0	0.1	Schnee		+	
4	2.0	0.2	Regen	7.5	1.3[7]	Regen		+	
5		0.1		2.0	0.3	Regen		+	
6		0.1		3.0	1.5[8]	Regen		+	
7		0.1		8.0	0.2	Regen		+	
8		0.1			0.2			+	
9		+			0.1			+	
10		+			0.1			+	
11		+			+			+	
12		+			+			+	
13		+			+			+	
14	1.5	+	Regen		+		—	+	
15		+			+		—	+	
16	1.5	+	Regen		+		—	+	
17	18.0	0.4[3]	Regen		+		—	+	
18		0.1			+		—	+	
19		0.1			+		—	+	
20	15.0	0.7[4]	Regen		+		—	+	
21		0.1			+		—	+	
22		0.1			+		—	+	
23		0.1			+		—	+	
24		+			+		—	+	
25		+			+		—	+	
26	8.0	0.1	Regen		+		—	+	
27		0.1			+		—	+	
28	6.5	0.8[5]	Regen		+		—	+	
29		0.2			+		—	+	
30	12.0	0.4[6]	Regen		+		—	+	
31		+					—	+	

[1] ± 0.55 ‰. [2] ± 0.00 ‰. [3] ± 0.60 ‰. [4] ± 0.00 ‰. [5] ± 1.33 ‰. [6] ± 0.00 ‰. [7] ± 0.00 ‰. [8] ± 0.00 ‰.

Das Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1928.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1928.

Datum	Januar			Februar			März		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	—	+		—	+		—	+	
2	—	+		—	+		—	+	
3	—	+		—	+		—	+	
4	—	+		—	+		—	+	
5	—	+		—	+		—	+	
6	—	+		—	+		—	+	
7	—	+		—	+		—	+	
8	—	+		—	+		—	+	
9	—	+		—	+		—	+	
10	—	+		—	+		—	+	
11	—	+		—	+		—	+	
12	—	+		—	+		—	+	
13	—	+		—	+		—	+	
14	—	+		—	+		—	+	
15	—	+		—	+		—	+	
16	—	+		—	+		—	+	
17	—	+		—	+		—	+	
18	—	+		—	+		—	+	
19	—	+		—	+		—	+	
20	—	+		—	+		—	+	
21	—	+		—	+		—	+	
22	—	+		—	+		—	+	
23	—	+		—	+		—	+	
24	—	+		—	+		7	+	Regen
25	—	+		—	+			+	
26	—	+		—	+			+	
27	—	+		—	+			+	
28	—	+		—	+		5	+	Schnee
29	—	+		—	+			+	
30	—	+					7	+	Schnee
31	—	+						+	

Das Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1928.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1928.

Datum	April			Mai			Juni		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	5	+	Regen		+		4	+	Regen
2		+			+			+	
3		+			+		1	+	Regen
4		+			+		4.5	+	Regen
5	6	+	Regen		+			+	
6		+			+			+	
7		+			+			+	
8		+			+			+	
9		+		3.5	+	Regen	8	+	Regen
10		+			+		1.5	+	Regen
11		+			+			+	
12		+			+			+	
13		+			+			+	
14		+			+		4	+	Regen
15		+			+			+	
16		+			+			+	
17		+			+			+	
18		+			+			+	
19	3	+	Schnee		+		1	+	Regen
20	3	0.1	Schnee	3.5	+	Regen		+	
21		+			+		7	+	Regen
22		+			+			+	
23		+			+			+	
24		0.1			+			+	
25		0.1			+		15	+	Regen
26		0.1			+			+	
27		0.1			+		6	+	Regen
28		0.1		8	+	Regen	28	+	Regen
29	8	0.3	Regen		+			+	
30		0.1			+		3	+	Regen
31					+				

Das Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1928.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1928.

Datum	Juli			August			September		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1		+		14	+	Regen		+	
2		+			+			+	
3		+			+			+	
4		+			+		2	+	Regen
5	6	+			+			+	
6		+			+			+	
7	4	+	Regen		+		6	+	Regen
8	5	+	Regen		+			+	
9		+		19	+	Regen		+	
10	1	+	Regen		+			+	
11		+		4	+	Regen		+	
12		+			+		16	0.3	Regen
13		+			+		15	0.3	Regen
14		+		16	+	Regen		0.1	
15		+		6	+	Regen		0.1	
16		+			+			0.1	
17		+		17	+	Regen		+	
18		+			+		2	+	Regen
19	7	+	Regen	8	+	Regen		+	
20		+		1	+	Regen		+	
21		+			+			+	
22		+			+			+	
23		+		16	0.1	Regen		+	
24		+			—	Regen Niederschlag, gemessen um 6 Uhr 26/8, vorhergehenden Tag gefallen*		+	
25	5	+	Regen	4	0.5[1]			+	
26		+		14	0.1			+	
27		+			0.1			+	
28		+			+		8	+	Schnee
29	15	+	Regen	10	0.1	Regen		+	
30		+			+			+	
31	2	+	Regen		+				

[1] ± 1.64 %.

* Siehe Anm. S. 132!

Das Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1928.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1928.

Datum	Oktober			November			Dezember		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1		+			0.2			+	
2	1	+	Regen		0.1			+	
3		+			0.1			+	
4		+			0.1			+	
5		+			0.1			+	
6		+			+		2	+	Regen
7		+			+			+	
8		+			+		7	0.1	Regen
9		+			+			+	
10	12	0.3	Regen	5	+	Regen		+	
11	3	0.1	Regen		+			+	
12		+			+			+	
13		+		1	0.1	Regen		+	
14		+			+			+	
15		+			+	Regen Niederschlag, gemessen um 6 Uhr 18/11, vorhergehenden Tag gefallen *		+	
16		+			0.1			+	
17		+		7	0.9[4]			+	
18	12	0.3	Regen	9	0.6[5]			+	
19		0.3			0.2			+	
20	5	0.2	Regen		0.1			+	
21	11	0.6[1]	Regen	6	0.2	Regen		+	
22	6	0.6[2]	Regen	4	2.1[6]	Regen Niederschlag, gemessen um 6 Uhr 23/11, vorhergehenden Tag gefallen *		+	
23	6	1.0[3]	Regen	17.5	0.6[7]		5	+	Regen
24	2	0.3	Regen	13	0.6[8]			+	
25		0.2		13	—	Regen		+	
26		0.1			0.2			+	
27	5	0.3	Regen		—		4	+	Regen
28	2	0.2	Regen	3	0.1	Regen		+	
29	3	0.3	Regen		+			+	
30	6	0.3	Regen		+			+	
31	1	0.2	Regen					+	

[1] ± 1.96 %. [2] ± 1.73 %. [3] ± 3.27 %. [4] ± 2.83 %. [5] ± 3.17 %. [6] ± 0.00 %. [7] ± 0.00 %. [8] ± 2.05 %.

* Siehe Anm. S. 132!

Das Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1929.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1929.

Datum	Januar			Februar			März		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1		+			+			+	
2		+			+			+	
3		+			+			+	
4		+		5	+	Schnee		+	
5		+			+			+	
6		+			+			+	
7		+			+			+	
8		+			+			+	
9		+			+			+	
10		+			+			+	
11		+			+			+	
12		+			+			+	
13		+			+			0.1	
14		+			+			+	
15		+			+			+	
16		+			+			0.1	
17		+			+			+	
18		+			+			+	
19	6	+	Schnee		+			+	
20		+			+			+	
21		+		4	+	Schnee		0.1	
22		+			+			0.1	
23		+			+		1	0.1	Regen
24		+			+			0.1	
25		+			+			0.3	
26	5	+	Schnee		+			0.1	
27		+			+			0.2	
28		+			+			0.2	
29		+						0.1	
30		+						0.1	
31		+						+	

Das Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1929.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1929.

Datum	April			Mai			Juni		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	3	+	Schnee		0.1	Bodenfrostschmelze		+	
2		+		10	0.1	Bodenfrostschmelze Schnee	1	+	Regen
3		+		3	0.1	Bodenfrostschmelze Schnee		+	
4		+			1.0[2]	Bodenfrostschmelze	8	+	Regen
5		+			(1.9)[3]	Bodenfrostschmelze	6	0.1	Regen
6		+		14	(1.9)[4]	Bodenfrostschmelze		+	
7		0.1	Niederschlag, gemessen um 6 Uhr $^{10}/_{4}$, vorhergehenden Tag gefallen **		0.4[5]			+	*
8		0.1			0.2		8	0.1	Regen
9		0.2			0.1			+	
10	5	0.1		9	0.4[6]	Regen	3	+	Regen
11		0.1			0.2		2	+	Regen
12		0.1			0.1			+	
13		0.1			0.1			+	
14		0.1			0.1			+	
15		+			0.1			+	
16		+		5	0.1	Regen			
17		+			0.1				
18		+			+				
19		+			+				
20	5	0.1	Schnee	3	+	Regen			
21		+			+				
22		+			+				
23	6	+	Schnee		+		6		Regen
24		0.1			+		13	+	Regen
25	2	0.3	Schnee		+		5	+	Regen
26		0.6[1]			+			+	
27	5	0.2	Schnee	11	+	Regen			
28		0.1			+				
29		0.1		7	0.1	Regen			
30		0.1			+		2		Regen
31				8	+	Regen			

[1] ± 2.01 %. [2] ± 0.00 %. [3] ± 5.84 %. [4] ± 5.84 %. [5] ± 1.33 %. [6] ± 1.50 %.

* Von diesem Tage ab wurde das Grundwasser aus der Quelle nicht mehr durch das System abgeleitet. Siehe Beschreibung über das Versuchsfeld!

** Siehe Anm. S. 132!

Das Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1929.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1929.

Datum	Juli			August			September		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1				2	Tropfen	Regen			
2				9	»	Regen			
3				4	»	Regen	1		Regen
4					»				
5	1		Regen		»		5	Tropfen	Regen
6				3	»	Regen			
7									
8									
9				10	Tropfen	Regen	8.5	Tropfen	Regen
10				5	»		4	»	Regen
11					»				
12									
13									
14	7	Tropfen	Regen	11	Tropfen	Regen			
15					»				
16					»				
17					»				
18				10.5	»	Regen			
19					»				
20				3	»	Regen	4	Tropfen	Regen
21					»		8	+	Regen
22					»			+	
23	1		Regen		»			Tropfen	
24	1			8	»	Regen			
25	1.5		Regen	3	»	Regen	11		Regen
26									
27		Tropfen			»				
28	7.5		Regen		»				
29					»				
30									
31									

Das Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1929.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Tolvsbörd 1929.

Datum	Oktober			November			
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	
1		Tropfen			0.1		
2		»			+		
3	6	»	Regen		+		
4	10	»	Regen	1.5	+	Regen	
5	6	+	Regen		+		
6		+		2	0.1	Regen	
7		+			+		
8	10	+			+		
9	8	+		6	0.2	Regen	
10	3	+			0.1		
11	5	+		1.5	0.2	Regen	
12		+		8.5	(2.4)[3]	Regen Niederschlag, 18 mm, gemessen um 6 Uhr $^{13}/_{11}$, vorhergehenden Tag gefallen*	
13		+		18	0.3		
14		+			0.2		
15	11	+	Regen	5	(1.9)[4]	Regen Niederschlag, 7 mm, gemessen um 6 Uhr $^{16}/_{11}$, vorhergehenden Tag gefallen*	
16		+		7	0.3		
17		+			0.2		
18	2	+	Schnee		0.2		
19	14	0.3	Regen		+		
20	16	0.5[1]	Regen		+		
21		0.1		1	+	Schnee	
22		0.1			+		
23	5	0.1			0.1		
24		0.1		2	0.1	Regen	
25		0.1			0.1		
26		0.1		5	0.2	Regen Niederschlag, 5.5 mm, gemessen um 6 Uhr $^{27}/_{11}$, vorhergehenden Tag gefallen*	
27	13	0.7[2]	Regen	5.5	0.3		
28	7	0.3	Regen		0.1		
29		0.3					
30	4	0.2	Regen				
31		0.1					

[1] ± 1.64 %. [2] ± 0.00 %. [3] ± 7.15 %. [4] ± 5.84 %.

* Siehe Anm. S. 132!

D. Das Versuchsfeld auf Mosås.

Lage usw. Das Feld liegt auf einem Gute im Dorfe Mosås in der Gemeinde Mosjö, welches Gut nunmehr zusammen mit dem Gute Kyrkeby von dem Besitzer Herrn Axel Nilsson bewirtschaftet wird. Das Feld liegt westnordwestlich vom Gute Kyrkeby in einer Entfernung von ungefähr 700 m. Die Lage des Feldes wird auf dazugehöriger Karte mit dem Zeichen x angegeben (Abb. 34).

Höhe des Feldes über dem Meere beträgt ungefähr 35 m.

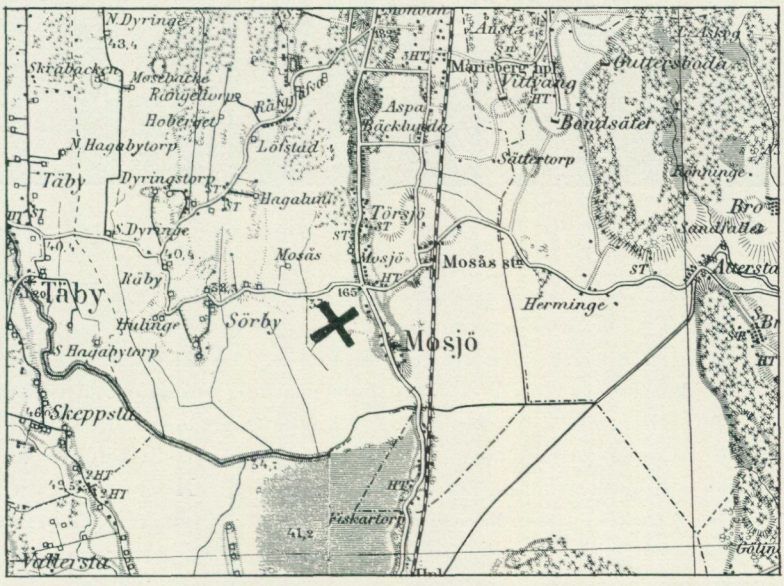

Abb. 34. Versuchsfeld auf Mosås. Detail der topographischen Karte des Generalstabes, Massstab 1: 100 000. Die Lage des Feldes wird durch das Zeichen x angegeben.

Topographie, Abgrenzung des Feldes etc. Das Versuchsfeld liegt auf einer grösseren Ebene mit schwachem Bodengefälle und ist nach allen Seiten hin von Ackerboden umgeben. Das Bodengefälle des Feldes ist gleichfalls, wie aus dem Dränplane und Profile hervorgeht, schwach und beträgt im Durchschnitt 2.3 : 1 000.

Abb. 35 zeigt das Feld im Sommer 1929, nachdem die Heuernte beendigt war.

Das Feld wird nach allen Seiten hin von offenen Gräben begrenzt, welche das Tagwasser von den danebenliegenden Feldern ableiten.

Die Vorflut, welche das Dränwasser ableitet, ist an der südlichen Grenze gelegen.

Weil der Ausguss nur 15 cm über der Sohle der Vorflut liegt, sind Massnahmen getroffen worden, um die Ausführung der Messung auch dann möglich



Abb. 35. Versuchsfeld auf Mosås von Südwesten. Sommer 1929, nachdem das Gras geerntet war.

zu machen, wenn das Wasser nahe an den Ausguss stieg. Diese Massnahmen sind Abdämmung der allerdings unbedeutenden Tagwassermenge, welche die Vorflut mitunter ableitet, oberhalb und unterhalb des Ausgusses, sowie Entleerung des Wassers zwischen den Dämmen vor der Messung. Die Dämme bestanden aus Brettern. Nachdem das Wasser weggeschafft worden war, konnte die Dränwassermessung mit voller Genauigkeit ausgeführt werden. Das Niederschlagsgebiet der Vorflut beträgt nur einige Hektar.

Infolge des schwachen Gefälles der Vorflut ist jedoch das Wasser bei einzelnen Gelegenheiten über den Ausguss des Systems gestiegen, so dass Dränwassermessungen an einzelnen Tagen unmöglich gemacht wurden. Bei den Wassermessungen, die eine Zeit von 3 Jahren umfassen, haben aber die hierdurch entstandenen Lücken für die Berechnung der Dimension der Sammler keine erwähnenswerte Bedeutung.

Die Bodenart ist durch Proben, welche in 32 Profilen bis ungefähr 1.50 m Tiefe genommen worden sind, bestimmt worden. Die Anzahl der Proben ist 96. Das Resultat der Bodenuntersuchungen wird in folgender Tabelle wiedergegeben.

Bodenanalysen für das Versuchsfeld auf Mosås.

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust %	Humusgehalt %	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. 0— 27 cm[1] . .	8.1	9.7	7	4.8	Mullreicher, leichterer Mittelton
27—120 » . .	8.1	3.0			Schwerer Ton
121—160 » . .	5.6				Schwererer Mittelton
2. 0— 23 » . .	12.3	12.9	9	8.4	Mullreicher, schwerer Ton
23—100 » . .	9.6	2.9			Schwerer Ton
100—160 » . .	14.2				Sehr schwerer Ton
3. 0— 27 » . .	12.0	10.2	7	9.2	Mullreicher, schwerer Ton
27— 90 » . .	5.7				Schwererer Mittelton
90—160 » . .	14.9				Sehr schwerer Ton
4. 0— 20 » . .	8.9	9.7	7	5.7	Mullreicher, schwererer Mittelton
20— 70 » . .	7.5	2.2			Schwerer Ton
70—160 » . .	9.5				Schwerer Ton
5. 0— 30 » . .	8.4	10.4	8	4.8	Mullreicher, leichterer Mittelton
30— 70 » . .	5.0	2.2			Leichterer Mittelton
70—160 » . .	11.1				Sehr schwerer Ton
6. 0— 22 » . .	13.3	11.4	7	10.5	Mullreicher, sehr schwerer Ton
22— 70 » . .	11.0	3.3			Sehr schwerer Ton
70—160 » . .	12.3				Sehr schwerer Ton
7. 0— 27 » . .	14.3	13.7	9	10.7	Mullreicher, sehr schwerer Ton
27— 80 » . .	13.6	4.2			Sehr schwerer Ton
80—160 » . .	13.9				Sehr schwerer Ton
8. 0— 24 » . .	13.0	12.2	9	9.5	Mullreicher, schwerer Ton
24— 90 » . .	11.8	3.2			Sehr schwerer Ton
90—160 » . .	7.2				Schwerer Ton
9. 0— 26 » . .	13.3	11.5	7	10.5	Mullreicher, sehr schwerer Ton
26—120 » . .	11.6	3.5			Sehr schwerer Ton
120—160 » . .	6.8				Schwererer Mittelton
10. 0— 18 » . .	13.3	15.5	12	8.3	Mullreicher, schwerer Ton
18—110 » . .	10.1	3.2			Sehr schwerer Ton
110—145 » . .	12.2				Sehr schwerer Ton
11. 0— 24 » . .	14.3	12.6	8	11.1	Mullreicher, sehr schwerer Ton
24—100 » . .	11.9	4.1			Sehr schwerer Ton
100—150 » . .	11.5				Sehr schwerer Ton
12. 0— 30 » . .	11.4	10.6	7	8.4	Mullreicher, schwerer Ton
30—100 » . .	12.6	4.5			Sehr schwerer Ton
100—155 » . .	10.0				Sehr schwerer Ton

[1] unter der Bodenoberfläche.

10—311544. *S. G. U., Ser. C, N:o 371. Herman Flodkvist.*

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust %	Humusgehalt %	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
1.	2.	3.	4.	5.	6.
13. 0— 25 cm . .	14.5	13.4	9	11.7	Mullreicher, sehr schwerer Ton
25—100 » . .	10.6				Sehr schwerer Ton
100—157 » . .	11.2				Sehr schwerer Ton
14. 0— 25 » . .	12.2	11.2	8	9.0	Mullreicher, schwerer Ton
25— 88 » . .	10.4				Sehr schwerer Ton
88—145 » . .	6.8				Schwererer Mittelton
15. 0— 26 » . .	13.5	12.1	8	10.5	Mullreicher, sehr schwerer Ton
26—100 » . .	15.3				Sehr schwerer Ton
100—160 » . .	8.0				Schwerer Ton
16. 0— 28 » . .	12.1	12.5	9	8.4	Mullreicher, schwerer Ton
28—100 » . .	11.2				Sehr schwerer Ton
100—150 » . .	12.5				Sehr schwerer Ton
17. 0— 20 » . .	11.9	11.4	8	8.6	Mullreicher, schwerer Ton
20— 95 » . .	9.7				Schwerer Ton
95—160 » . .	6.4				Schwererer Mittelton
18. 0— 26 » . .	11.8	10.5	7	9.0	Mullreicher, schwerer Ton
26—100 » . .	13.4				Sehr schwerer Ton
100—160 » . .	6.7				Schwererer Mittelton
19. 0— 20 » . .	10.8	12.2	9	7.0	Mullreicher, schwerer Ton
20—100 » . .	9.0				Schwerer Ton
100—160 » . .	11.3				Sehr schwerer Ton
20. 0— 22 » . .	9.5	10.3	8	6.1	Mullreicher, schwererer Mittelton
22—100 » . .	10.8				Sehr schwerer Ton
100—150 » . .	5.9				Schwererer Mittelton
21. 0— 21 » . .	11.5	12.7	9	7.6	Mullreicher, schwerer Ton
21— 90 » . .	8.9				Schwerer Ton
90—160 » . .	10.4				Sehr schwerer Ton
22. 0— 18 » . .	11.0	13.1	11	6.4	Mullreicher, schwererer Mittelton
18— 80 » . .	8.2				Schwerer Ton
80—165 » . .	12.6				Sehr schwerer Ton
23. 0— 23 » . .	9.9	12.0	10	5.7	Mullreicher, schwererer Mittelton
23—100 » . .	8.4				Schwerer Ton
100—160 » . .	11.4				Sehr schwerer Ton
24. 0— 25 » . .	10.8	13.5	11	6.0	Mullreicher, schwererer Mittelton
25—100 » . .	9.6				Schwerer Ton
100—160 » . .	11.2				Sehr schwerer Ton
25. 0— 23 » . .	12.0	15.6	13	6.2	Mullreicher, schwererer Mittelton
23—100 » . .	10.6				Sehr schwerer Ton
100—160 » . .	10.2				Sehr schwerer Ton

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust %	Humusgehalt %	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
1.	2.	3.	4.	5.	6.
26. 0— 21 cm . .	11.3	14.6	12	6.0	Mullreicher, schwererer Mittelton
21—100 » . .	8.2				Schwerer Ton
100—190 » . .	12.3				Sehr schwerer Ton
27. 0— 18 » . .	11.2	14.0	12	6.1	Mullreicher, schwererer Mittelton
18—100 » . .	9.2				Schwerer Ton
100—180 » . .	11.0				Sehr schwerer Ton
28. 0— 24 » . .	10.4	12.9	10	5.8	Mullreicher, schwererer Mittelton
24—110 » . .	10.4				Sehr schwerer Ton
110—170 » . .	7.0				Schwerer Ton
29. 0— 28 » . .	9.7	10.6	8	6.1	Mullreicher, schwererer Mittelton
28—100 » . .	9.7				Schwerer Ton
100—160 » . .	9.2				Schwerer Ton
30. 0— 20 » . .	11.2	14.4	12	6.0	Mullreicher, schwererer Mittelton
20—100 » . .	9.3				Schwerer Ton
100—160 » . .	11.9				Sehr schwerer Ton
31. 0— 24 » . .	11.5	14.4	12	6.3	Mullreicher, schwererer Mittelton
24—100 » . .	8.7				Schwerer Ton
100—165 » . .	11.2				Sehr schwerer Ton
32. 0— 23 » . .	10.5	11.8	9	6.4	Mullreicher, schwererer Mittelton
23—100 » . .	10.9				Sehr schwerer Ton
100—160 » . .	7.5				Schwerer Ton

Auf Grund der Bodenuntersuchungen habe ich auch von diesem Feld zwei Bodenartkarten, nämlich eine für die Ackerkrume und eine für die obere Schicht des Untergrundes gezeichnet, mit der von der Geologischen Landesanstalt Schwedens angewandten Bezeichnungsweise (Abb. 36 und 37).

Der Kalkgehalt des Bodens ist so unbedeutend, dass er keine Einwirkung auf die Durchlässigkeit hat.

Druckwasservorkommen. Druckwasser ist auf dem Versuchsfeld nicht vorhanden, was nach den in Abt. I, 2, F erwähnten Untersuchungen festgestellt wurde.

Versickerung des Niederschlags unter das Niveau des Systems. Durch Messungen des Grundwasserstandes ist festgestellt worden, dass dieser kaum unter das Niveau des Systems sinkt. Hieraus folgt, dass erwähnenswertes Versinken des Niederschlagswassers unter das Niveau des Systems nicht vorkommt.

Die Tiefe der oberen ausgetrockneten Tonschicht beträgt auf dem ganzen

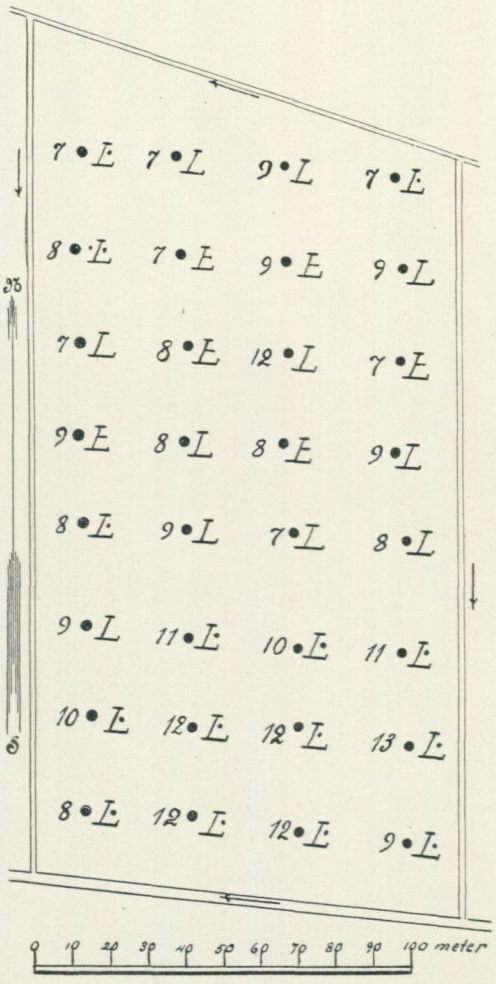

Abb. 36. Versuchsfeld auf Mosås. Bodenartkarte über die Ackerkrume. Die Punkte geben die Lage der Bodenprofile an. Die Ziffern vor den Punkten bezeichnen den Humusgehalt der Ackerkrume in Gewichtsprozenten. Zeichenerklärung Abt. I, 2, E, a.

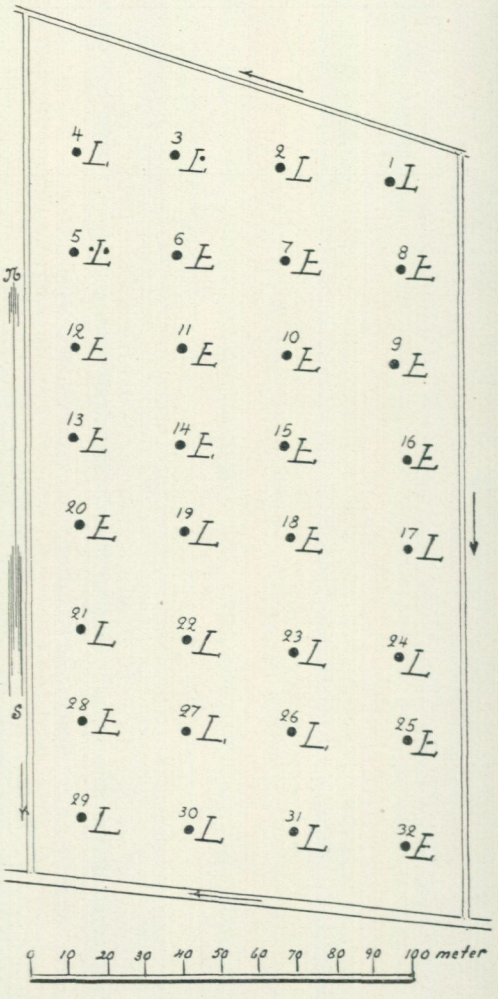

Abb. 37. Versuchsfeld auf Mosås. Bodenartkarte der oberen Schicht des Untergrundes. Die Punkte geben die Lage der Bodenprofile an. Die Ziffern oberhalb der Punkte bezeichnen die Nummern der Bodenprofile. Zeichenerklärung Abt. I, 2, E, a.

Felde nur ungefähr 1.60 m. Das unter dieser Schicht befindliche Lager hat in der Hauptsache dieselbe Konsistenz wie die Ablagerung hatte, als das Gebiet sich aus dem Meere hob. Dieses Tonlager weist keine Rissbildung auf und ist undurchlässig bezw. beinahe undurchlässig.

Bezüglich der Frage der Versickerung von Niederschlagswasser unter das Niveau des Dränsystems wird im übrigen auf Abt. I, 2, F hingewiesen.

Dränung, Grösse und Ernte des Feldes. Das Feld wurde im Jahre 1920 nach dem Plane, welcher auf Abb. 38 wiedergegeben ist, dräniert. Abstand der Saugdräns beträgt 15 m, die Tiefe derselben 1.10—

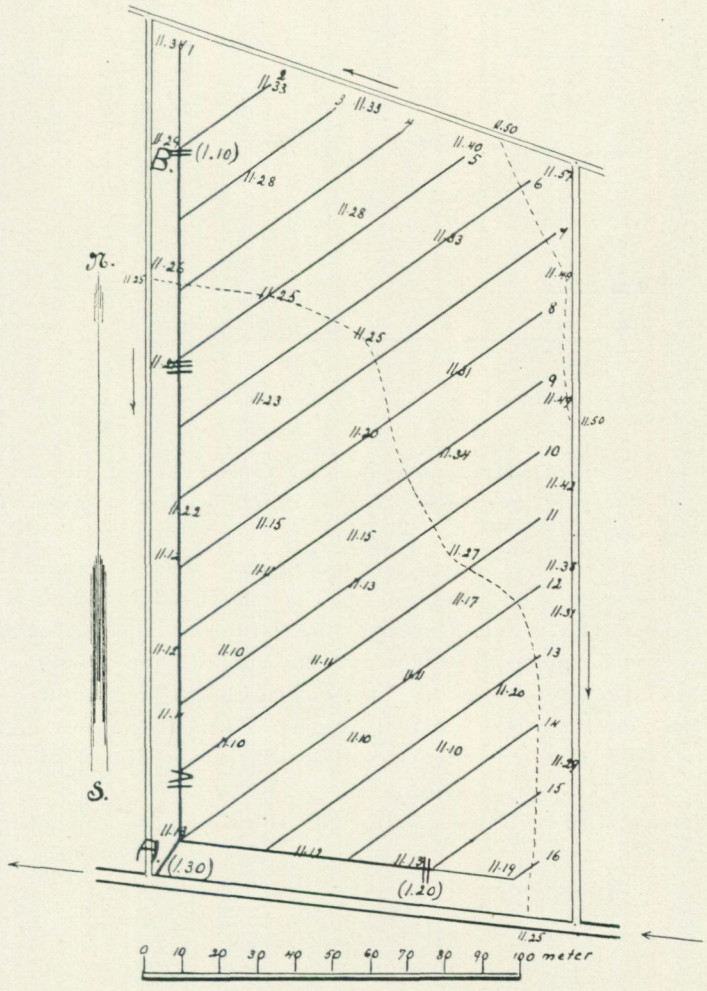

Abb. 38. Das Versuchsfeld auf Mosås. Dränplan, Massstab 1: 2 000. Die Ziffern geben die Höhenlage über dem Nullplane an. Die eingeschalteten Ziffern bezeichnen die Tiefe des Sammlers. Äquidistanz der Kurven 0,25 m.
Die römischen Ziffern bezeichnen den inneren Durchmesser des Sammlers in schwedischen Zoll (1 Zoll = 2,5 cm).

1.20 m. Die Dimension der Sammler ist für einen Abfluss von 0,65 lit/sek/ha nach Gerhardts Tabelle (Vogler 1909) berechnet worden. Die Grösse des Feldes beträgt 2.17 ha. Bei Berechnung der Grösse ist die Hälfte der Fläche, welche zwischen der Aussengrenze des Feldes und der des Systems gelegen ist, abgezogen worden.

Ernte. 1926: Hafer, 1927: Sommerweizen, 1928: Gras, 1929: Gras.

Hydrographische Angaben. Der Abflussgraben an der südlichen Grenze des Feldes leitet das Wasser in den ungefähr 1 km entfernten Fluss Täbyån, und zwar in dessen unteren Lauf Teljeån, auch Kvismarekanal

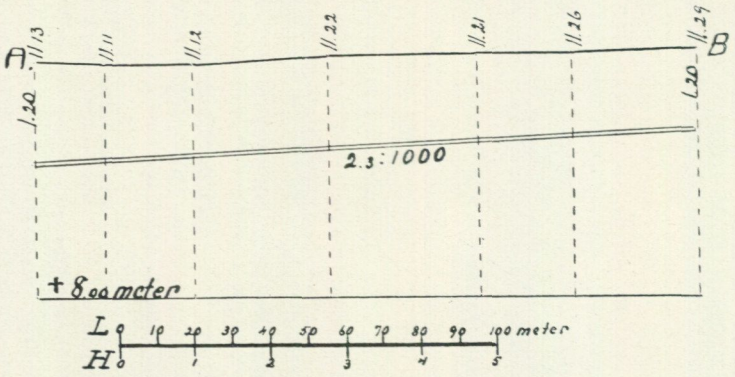

Abb. 39. Versuchsfeld auf Mosås. Profil des Sammlers, Strecke A—B.

genannt, welcher in den Hjälmarsee mündet. Das Feld liegt also im Mälaren —Norrström Wassergebiet, dessen Wasser durch den Norrström in Stockholm in die Ostsee mündet.

Hydrologische Untersuchungen. Siehe das Lindfeld!

Meteorologische Observationen und Dränwassermessungen. Die meteorologischen Observationen umfassen Niederschlagsmessungen, welche in einem auf dem Gute aufgestellten Messer ausgeführt worden sind. Die Messungen des Niederschlags sowie des Abflusses wurden während der Zeit 1. 7. 1926—30. 6. 1929 nach der in Abt. I, 2, A angegebenen Methode von den Brüdern Helge und Holger Eriksson, Höjen, Mosås, ausgeführt.

Im folgenden wird der Niederschlag und Abfluss für das Mosåsfeld wiedergegeben.

Das Versuchsfeld auf Mosås 1926.*

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Mosås 1926.

Datum	Juli			August			September		
	Niederschlag mm.	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1		+							
2		+							
3		+							
4				3		Regen			
5									
6									
7	1		Regen						
8									
9				3		Regen			
10									
11									
12				3		Regen	1		Regen
13				3.5		Regen	1		Regen
14									
15				4.5		Regen	8		Regen
16									
17									
18							1		Regen
19									
20									
21				1.5		Regen			
22				6.5		Regen	3		Regen
23							1		Regen
24							2		Regen
25									
26	17.5		Regen						
27	15		Regen	1		Regen	5		Regen
28	9		Regen				25		Regen
29	5		Regen						
30	3		Regen						
31									

* Kein Zeichen = Kein Niederschlag, resp. Abfluss.
Das Zeichen + = Wassermenge weniger als 0.05 lit/sek/ha.
» » — = Observation nicht ausgeführt.

Das Versuchsfeld auf Mosås 1926.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Mosås 1926.

Datum	Oktober			November			Dezember		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1									
2	2		Regen						
3									
4				4		Regen			
5					+		3	+	Regen
6					+			+	
7				1	+	Regen	2	+	Regen
8				4	0.1	Regen		+	
9				4	0.1	Regen		+	
10	12		Regen	4.5	0.2	Regen		+	
11	7		Regen		0.1			+	
12					0.1			+	
13	16		Schnee		0.1		—		
14	5.5		Regen	1	0.1	Regen	—		
15	1		Regen				—		
16							—		
17							—		
18				10		Regen	—		
19					0.2		—		
20				5	0.3	Regen	—		
21				8	0.4	Regen	—		
22				2	0.5	Regen	—		
23					0.4		—		
24					0.3		—		
25							—		
26							—		
27	3		Regen		0.1		—		
28					0.1		—		
29							—		
30	9		Regen				—		
31	3		Regen				—		

Das Versuchsfeld auf Mosås 1927.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Mosås 1927.

Datum	Januar			Februar			März		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	—			—					Bodenfrostschmelze beginnt
2	—			—			3		Regen
3	—			—				—	*
4	—			—				—	*
5	—			—				—	*
6	—			—			1	0.1	Regen
7	—			—				0.7	Regen
8	—			—				0.8	
9	—			—			2	0.7	Regen
10	—			—			8	0.8	Regen
11	—			—			11	—	*
12	—			—				—	*
13	—			—				—	*
14	—			—				—	*
15	—			—				0.6	
16	—			—				0.6	
17	—			—				0.6	
18	—			—				0.4	
19	—			—				0.5	
20	—			—				—	
21	—			—			2	0.6	Regen
22	—			—				0.5	
23	—			—			1	0.5	Schnee
24	—			—			3	0.5	Schnee
25	—			—				0.4	
26	—			—				0.5	
27	—			—			1	0.5	Schnee
28	—			—			6	0.3	Schnee
29	—							0.2	
30	—						9	0.2	Schnee
31	—							0.3	

* Wasser in der Vorflut über dem Ausguss gestiegen.

Das Versuchsfeld auf Mosås 1927.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Mosås 1927.

Datum	April			Mai			Juni		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1		0.2			—			0.2	
2		0.2			0.1			0.2	
3	6	—	Schnee		0.1	Versuchsfeld mit Sommerweizen besät	3	0.1	Regen
4		0.6			+			0.1	
5		0.5			+			—	
6	2	0.7	Schnee	1	+	Regen	1	—	Regen
7	2	0.7	Regen	1	+	Regen Boden frostfrei		+	
8		0.5	Boden frostfrei		+			+	
9	4	0.5	Schnee		+			+	
10		—			+			+	
11		0.4			+			+	
12	3	0.3	Regen		+			+	
13		0.3			+			+	
14	2	0.2	Regen		+			+	
15	4	—	Regen		+			+	
16		0.2			+			+	
17		—			+			+	
18		—		18	+	Regen		+	
19		0.1		11	0.3	Regen	5.5	—	Regen
20		0.1		1	0.1	Regen	4	+	Regen
21		0.1			0.1				
22		0.1		2.5	—	Regen			
23	4	0.1	Regen	11	0.2	Regen	5.5		Regen
24	5	—	Regen	1	0.2	Regen	2		Regen
25	10	0.2	Schnee		—		3		Regen
26	7	0.5	Schnee	4	—	Regen	10		Regen Sommerweizen 21 cm lang
27		0.3		2.5	0.1	Regen	5		
28		0.2		5	0.3	Regen	2.5		Regen
29		0.2		15	—	Regen	16	—	*
30	3	0.1	Schnee	2.5	0.3	Regen	42	—	*
31					0.2				

* Wasser in der Vorflut über dem Ausguss gestiegen.

Das Versuchsfeld auf Mosås 1927.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Mosås 1927.

Datum	Juli			August			September		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	4	—	*						
2	8	0.8	Regen						
3	8	0.4	Regen	6		Regen			
4	1	0.2	Regen						
5		0.1							
6		0.1							
7		+							
8		+							
9		+					17		Regen
10	4.5	—	Regen				11.5		Regen
11		+		9.5		Regen			
12		+					13	0.1	Regen
13	3	+	Regen					0.1	Erster Nachtfrost des Jahres
14		+	Sommerweizen 80 cm lang					0.1	
15		+		2		Regen		0.1	
16		+		2		Regen		+	
17	7.5		Regen				6	+	Regen
18	6		Regen				5	—	Regen
19								+	
20	5		Regen	16		Regen		+	
21								+	
22	2		Regen	3		Regen		+	
23	1		Regen					+	
24	4		Regen	10		Regen Sommerweizen geerntet	13	—	*
25	16.5		Regen				3	—	*
26	4		Regen					—	*
27				8		Regen	2	—	*
28							2	—	*
29	8			1		Regen		0.1	
30								—	*
31									

* Wasser in der Vorflut über dem Ausguss gestiegen.

Das Versuchsfeld auf Mosås 1927.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Mosås 1927.

Datum	Oktober			November			Dezember		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	12	—	*	2	0.3	Regen		+	
2	4.5	—	*	2.5	0.2	Regen		+	
3	11.5	—	*	3	0.2	Regen		+	
4	1	—	*	12	0.4	Regen		+	
5		—	*	1.5	0.3	Regen		+	
6		—	*	6	0.8	Regen		+	
7	1	—	*	3.5	0.4	Regen		+	
8		—	*	2	0.2	Schnee		+	
9		—	*		0.1			+	
10		—	*		0.1			+	
11		+			0.1			+	
12		+			0.1			+	
13		+			0.1			+	
14	1	+	Regen		—			+	
15		+			+			+	
16		+			+			+	
17		+			+			+	
18		+			+		—		
19	2	+	Regen		+		—		
20	5	+	Regen		+		—		
21		+			+		—		
22		+			+		—		
23		—			+		—		
24		—			+		—		
25		—			+		—		
26	11	—	Regen		+		—		
27	7.5	0.5	Regen		+		—		
28	4.5	0.4	Regen		+		—		
29	1	0.2	Regen		+		—		
30	4	0.2	Regen		+		—		
31	5	0.4	Regen				—		

* Wasser in der Vorflut über dem Ausguss gestiegen.

Das Versuchsfeld auf Mosås 1928.

Niedersohlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Mosås 1928.

Datum	Januar			Februar			März		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	—			—			—		
2	—			—			—		
3	—			—			—		
4	—			—			—		
5	—			—			—		
6	—			—			—		
7	—			—			—		
8	—			—			—		
9	—			—			—		
10	—			—			—		
11	—			—			—		
12	—			—			—		
13	—			—			—		
14	—			—			—		
15	—			—			—		
16	—			—			—		
17	—			—			—		
18	—			—			—		
19	—			—			—		
20	—			—			—		
21	—			—			—		
22	—			—			—		
23	—			—			—		
24	—			—			—		
25	—			—			2		Regen
26	—			—					
27	—			—					
28	—			—			8		Regen
29	—			—					
30	—						9.5		Regen
31	—						0.5		Regen

Das Versuchsfeld auf Mosås 1928.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Mosås 1928.

Datum	April			Mai			Juni		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	6		Regen		0.2				
2	0.5		Regen		0.1				
3					—		1		Regen
4					+		1		Regen
5					+		4		Regen
6	6		Regen		+		3		Regen
7					+		3		Regen
8					+				
9					+		8		Regen
10					+		4		Regen
11					+		7		Regen
12							3.5		Regen
13									
14									
15									
16									
17							2		Regen
18	1	+	Regen				3		Regen
19	3	+	Regen	1		Regen	1.5		Regen
20	5	0.1	Regen	7.5		Regen	5		Regen
21	0.5	—	Regen	0.5		Regen	10		Regen
22		0.1							
23		0.1					8		Regen
24		0.1					2		Regen
25		0.1					6		Regen
26		0.1					2		Regen
27		0.1					6.5		Regen
28		0.1		9.5		Regen	15		Regen
29	10.5	0.5	Regen	0.5		Regen	0.5		Regen
30		0.3		1		Regen			
31				3		Regen			

Das Versuchsfeld auf Mosås 1928.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Mosås 1928.

Datum	Juli			August			September		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1				24		Regen		+	
2				2		Regen		+	
3									
4									
5	12		Regen				3		Regen
6	0.5		Regen	1		Regen	2		Regen
7	19.5		Regen	1		Regen	1		Regen
8	6		Regen						
9				25	+	Regen			
10					+				
11				2	+	Regen			
12				1	+	Regen	12	+	Regen
13							2	+	Regen
14				14		Regen	1	+	Regen
15				2	+	Regen		+	
16					+		2		Regen
17				10	—	Regen			
18					+				
19	4		Regen	2.5	—	Regen			
20	3		Regen	1	+	Regen			
21					+				
22					—				
23				18	0.5	Regen			
24					0.2				
25	11		Regen	2	0.1	Regen			
26				5	—	Regen			
27	3.5		Regen		0.1				
28				2	+	Regen	8		Schnee
29				5	+	Regen	3		Schnee
30	2		Regen		+				
31	3.5		Regen		+				

Das Versuchsfeld auf Mosås 1928.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Mosås 1928.

Datum	Oktober			November			Dezember		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1					0.1			—	
2					0.1			+	
3					0.1			+	
4				4	0.1	Regen	1.5	+	Regen
5					+			+	
6					+			+	
7					+		2	—	Regen
8					+		8	0.4	Regen
9	5		Regen		—			0.3	
10	8	—	Regen *		—			0.2	
11		0.4		7	0.1	Regen		0.1	
12		0.1			0.1			0.1	
13		0.1		5	0.4	Regen		0.1	
14		+			0.1			+	
15		+			0.1			+	
16		+			0.1			+	
17		+		2	0.1	Regen		+	
18	9	0.2	Regen	9	0.3	Regen		+	
19	1	0.1	Regen	3	—	Regen			
20	8	—	Regen		0.1				
21	5.5	0.7	Regen	4	0.1	Regen			
22	1	0.3	Regen	5	0.3	Regen			
23	7	0.7	Regen	8	—	Regen *			
24	1	0.4	Regen	5	—	Regen *			
25		0.1		6	—	Regen *			
26		0.1			—	*			
27	9	0.6	Regen	2	0.2	Regen			
28	3.5	0.3	Regen		0.1				
29	3	0.2	Regen		0.1				
30	2	0.2	Regen		0.1				
31									

* Wasser in der Vorflut über dem Ausguss gestiegen.

Das Versuchsfeld auf Mosås 1929.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Mosås 1929.

Datum	Januar			Februar			März		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	—			—			—		
2	—			—			—		
3	—			—			—		
4	—			—			—		
5	—			—			—		
6	—			—			—		
7	—			—			—		
8	—			—			—		
9	—			—			—		
10	—			—			—		
11	—			—			—		
12	—			—			—		
13	—			—			—		
14	—			—			—		
15	—			—			—		
16	—			—			—		
17	—			—			—		
18	—			—			—		
19	—			—			—		
20	—			—			—		
21	—			—			—		
22	—			—			—		
23	—			—			—		
24	—			—			—		
25	—			—			—		Tiefe des Bodenfrostes 51 cm.
26	—			—			—		
27	—			—			—		
28	—			—			—		
29	—						—		
30	—						—		
31	—						—		

11—311544. *S. G. U., Ser. C, N:o 371. Herman Flodkvist.*

Das Versuchsfeld auf Mosås 1929.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Mosås 1929.

Datum	April			Mai			Juni		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	—			14	0.1	Schnee			
2	—			11	—	Regen *			
3	—				—	*			
4	—				—	*	2.5		Regen
5	—				—	*	2		Regen
6	—			7	0.5	Regen			
7	—				0.2				
8	—			1	0.1	Regen	5		Regen
9	—			2	0.1	Regen	4		Regen
10	—			4	0.1	Regen	7		Regen
11	—				+				
12	—				+				
13	—				+				
14	—			2	+	Regen			
15	—				+				
16	—			6	+	Regen	3		Regen
17	—				—				
18	—				+				
19	—				+				
20		+		3	+	Regen			
21		+		3	+	Regen			
22		+							
23	2	+	Regen						
24	1	+	Regen				14		Regen
25	1.5	+	Regen				26		Regen
26	5	0.2	Regen						
27	1	0.1	Regen	12		Regen			
28		0.1							
29		0.1		12.5		Regen			
30		—							
31				6		Regen			

* Wasser in der Vorflut über dem Ausguss gestiegen.

E. Das Versuchsfeld auf Ålsta.

Lage usw. Das Feld ist auf dem Domänengut Ålsta in der Gemeinde Hallsberg gelegen, östlich vom Gehöfte in einem Abstand von ungefähr 600 m. Die Stelle wird auf dem dazugehörigen Teil der topographischen Karte des Generalstabes mit x bezeichnet (Abb. 40). Der Pächter des Gutes ist Herr Herman Persson.

Die Höhe des Feldes über dem Meere beträgt ungefähr 60 m.

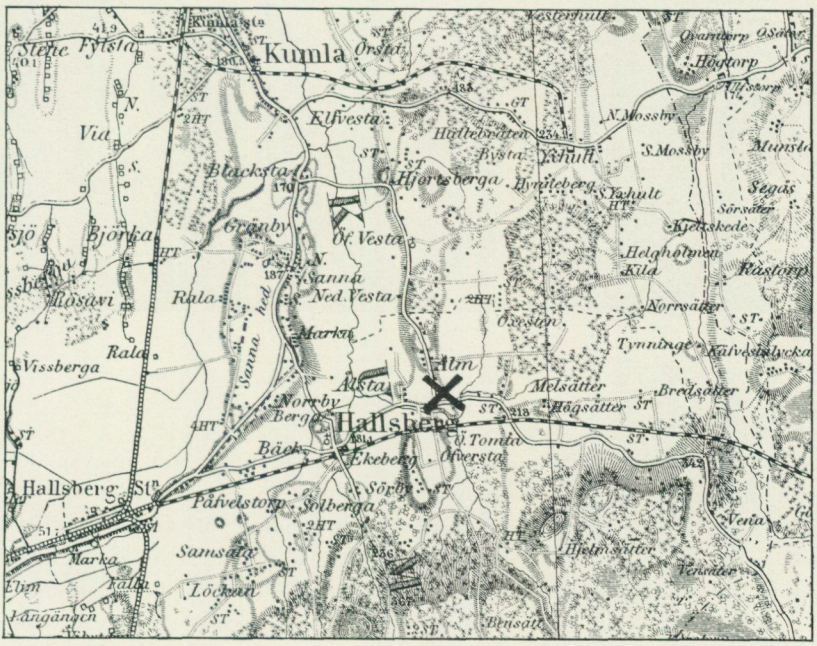

Abb. 40. Versuchsfeld auf Ålsta. Detail der topographischen Karte, Massstab 1: 100 000. Die Lage des Feldes wird mit x bezeichnet.

Topographie und Abgrenzung des Feldes. Das Feld neigt gegen Osten hin. Das Gefälle beträgt, wie aus dem Dränplane und Profile hervorgeht, im Durchschnitt 6 : 1 000.

Das Feld wird nach Norden, Osten und Süden von offenen Gräben begrenzt. Der Graben an der südlichen Grenze bildet die Vorflut für das Dränwasser und die Grenze zwischen dem Ackerfelde und der Landstrasse.

Nach Westen zu wird das dränierte Gebiet von einem offenen Graben und einem Wege begrenzt, längs einer Linie, etwas westlich vom Dränsystem. Auf dem Gebiete zwischen dem System und dem Wege, einer Fläche von 0.45 ha = 27 % der Fläche des Versuchsfeldes, wurden bei der Dränung keine Saugdräns gezogen, weil der Boden hier aus festgepackter Moräne in gutem Bodengefälle besteht. Von diesem Gebiet rinnt bei Schneeschmelze und reichlichem

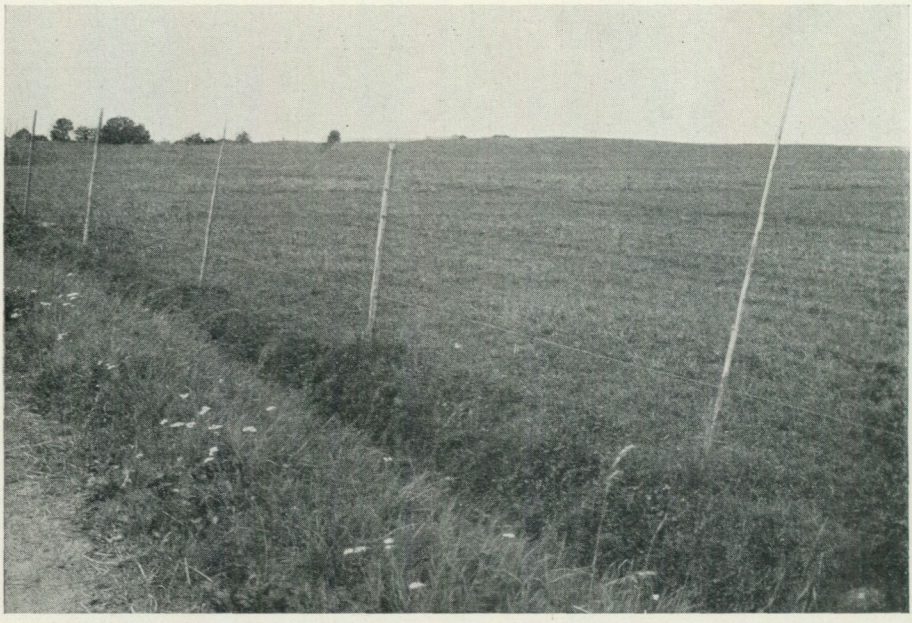

Abb. 41. Versuchsfeld auf Ålsta von Südwesten. Sommer 1929, nachdem der Klee geerntet ist. Der auf dem Bilde ersichtliche Graben ist der Strassengraben längs der südlichen Seite des Feldes.

Niederschlag etwas Tagwasser auf das dränierte Feld, welches bei der Zusammenfassung und Dimensionierung von mir beachtet worden ist.

Die übrigen vier Versuchsfelder sind überall dort vollständig durch offene Gräben abgegrenzt, wo es so erforderlich ist. Trotzdem also auf dem Ålstafelde ein offener Graben an der westlichen Grenze fehlt, habe ich doch dieses System als Versuchsfeld gewählt, und das aus zwei Gründen. Erstens weil die Bodenart hier, unmittelbar unter einem flachen Molager im oberen Teil des Untergrundes, hauptsächlich aus festgepackter Moräne besteht, während auf den übrigen Feldern das Tonlager so tief ist, dass die Rohrleitungen im grossen und ganzen im Tonboden liegen. Zweitens weil auch in der Praxis bei Dränung oft Gelände mit wechselnder Neigung vorkommt, so dass Tagwasser von einem oberhalb liegenden undränierten Gebiete auf ein unterhalb befindliches dräniertes Feld rinnt. Das vorliegende Verhältnis repräsentiert also einen in der Praxis vorkommenden Fall.

Mit Rücksicht auf die erwähnten Verhältnisse sowie die grosse Schwierigkeit, nach allen Gesichtspunkten völlig geeignete Versuchsfelder zu finden, war ich der Ansicht, dass vollgültige Gründe, auch dieses Feld mitzunehmen, vorlagen. Bei Beurteilung der Versuchsresultate muss indessen, wie erwähnt, das angegebene Verhältnis beachtet werden.

Bodenbeschaffenheit. Die Bodenart ist durch Proben bestimmt worden, welche in 47 Profilen aufgenommen sind. Die Anzahl der Proben ist 143. Näherer Bericht über die Probennahme, Umfang und Ausführung der

Bodenuntersuchungen etc. wird in Abt. I, 2, E erteilt. Das Resultat der Bodenuntersuchungen wird in folgender Tabelle wiedergegeben.

Bodenanalysen für das Versuchsfeld auf Ålsta.

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust %	Humusgehalt %	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. 0— 23 cm[1] . .	3.4	4.6	4	1.7	Mullhaltiges Mo
23— 40 » . .	5.2				Leichterer Mittelton
40— 78 » . .	1.8				Moränenmo
2. 0— 30 » . .	3.3	4.0	3	1.9	Mullarmes Mo
30— 73 » . .	5.3				Leichterer Mittelton
73— 80 » . .	1.8				Moränenmo
3. 0— 27 » . .	3.3	4.1	3	1.8	Mullarmes Mo
27— 78 » . .	5.2				Leichterer Mittelton
78—100 » . .	1.7				Moränenmo
4. 0— 32 » . .	3.1	4.8	4	1.3	Mullhaltiges Mo
32— 58 » . .	1.7	2.0	1	1.2	Grobmo
58— 68 » . .	1.3				Grobmo
68—144 » . .	4.2				Leichterer Mittelton
5. 0— 26 » . .	2.9	4.9	4	1.0	Mullhaltiges Mo
26— 56 » . .	0.5				Grobmo
56— 66 » . .	1.2				Grobmo
66—150 » . .	4.5				Leichterer Mittelton
6. 0— 40 » . .	2.4	3.2	2	1.4	Mullarmes Mo
40— 90 » . .	5.3				Leichterer Mittelton
90—150 » . .	0.8				Mo
7. 0— 28 » . .	3.8	6.1	5	1.3	Mullhaltiges Mo
28— 65 » . .	7.9				Schwerer Ton
65—120 » . .	1.5				Moränenmo
8. 0— 30 » . .	3.9	5.0	4	2.2	Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Mo
30— 90 » . .	6.5				Schwererer Mittelton
90—120 » . .	0.8				Moränenmo
120—132 » . .	0.6				Moränenmo
9. 0— 33 » . .	3.2	4.6	4	1.5	Mullhaltiges Mo
33— 41 » . .	2.3				Feinmo (humusgemischt)
41— 68 » . .	3.2				Leichter Moränenton
10. 0— 40 » . .	2.9	4.2	3	1.4	Mullarmes Mo
40—128 » . .	4.3				Leichterer Mittelton
128—150 » . .	3.3				Leichter Moränenton
11. 0— 32 » . .	2.9	3.7	3	1.6	Mullarmes Mo
32— 78 » . .	1.0				Grobmo
78—150 » . .	5.6				Schwererer Mittelton
12. 0— 35 » . .	2.9	3.6	3	1.7	Mullarmes Mo
35—125 » . .	1.2				Mo
125—150 » . .	8.5	2.9			Schwerer Ton

[1] unter der Bodenoberfläche.

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust %	Humusgehalt %	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
1.	2.	3.	4.	5.	6.
13. 0— 35 cm . .	3.1	3.9	3	1.7	Mullarmes Mo
35— 60 » . .	4.3				Leichterer Mittelton
60— 65 » . .	3.1				Leichter Moränenton
14. 0— 35 » . .	2.3	3.5	3	1.1	Mullarmes Feinmo
35— 47 » . .	1.5				Feinmo
47— 81 » . .	6.5				Schwererer Mittelton
81— 88 » . .	3.9				Leichter Moränenton
15. 0— 30 » . .	2.7	3.4	2	1.6	Mullarmes Feinmo
30— 48 » . .	1.8				Feinmo
48— 73 » . .	5.2				Leichterer Mittelton
16. 0— 35 » . .	2.4	3.8	3	1.1	Mullarmes Feinmo
35— 73 » . .	0.8				Feinmo
73—138 » . .	5.7				Schwererer Mittelton
17. 0— 32 » . .	2.6	3.7	3	1.3	Mullarmes Mo
32— 73 » . .	3.3				Mo (humusgemischt)
73—150 » . .	5.8				Schwererer Mittelton
18. 0— 35 » . .	2.6	3.7	3	1.3	Mullarmes Mo
35—120 » . .	0.7				Mo
120—150 » . .	7.1				Schwerer Ton
19. 0— 27 » . .	2.9	3.6	3	1.7	Mullarmes Feinmo
27— 52 » . .	3.8				Leichter Ton
52— 57 » . .	2.2				Moränenkies
20. 0— 26 » . .	3.3	5.1	4	1.3	Mullhaltiges Feinmo
26— 82 » . .	5.4				Leichterer Mittelton
21. 0— 22 » . .	2.5	3.6	3	1.3	Mullarmes Feinmo
22— 52 » . .	2.1				Mo
52— 90 » . .	4.8				Leichterer Mittelton
90—104 » . .	1.1				Moränensand
22. 0— 28 » . .	2.9	4.4	3	1.3	Mullarmes Mo
28— 70 » . .	0.7				Grobmo
70—125 » . .	6.6				Schwererer Mittelton
23. 0— 25 » . .	3.5	3.9	3	2.0	Mullarmes Mo
25— 65 » . .	2.2				Mo
65—150 » . .	8.1				Schwerer Ton
24. 0— 36 » . .	3.8	4.2	3	2.5	Mullarmes, schwach tonhaltiges Mo
36—110 » . .	2.3		1		Mo
110—150 » . .	5.8				Schwererer Mittelton
25. 0— 35 » . .	3.0	3.0	2	2.0	Mullarmes Mo
35—120 » . .	1.4				Moränenmo
26. 0— 32 » . .	2.5	3.4	2	1.4	Mullarmes Mo
32— 42 » . .	2.8	2.1	1	2.5	Schwach tonhaltiges Mo
42— 72 » . .	6.8				Schwererer Mittelton
27. 0— 30 » . .	3.0	3.3	2	1.9	Mullarmes Mo
30— 52 » . .	2.3		1	1.8	Feinmo
52— 71 » . .	6.2				Schwererer Mittelton

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust %	Humusgehalt %	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
1.	2.	3.	4.	5.	6.
28. 0— 29 cm . .	3.1	4.1	3	1.6	Mullarmes Feinmo
29— 75 » . .	0.9				Feinmo
75—138 » . .	6.7				Schwererer Mittelton
29. 0— 28 » . .	3.4	4.4	3	1.8	Mullarmes Feinmo
28— 67 » . .	0.7				Mo
67—150 » . .	4.9				Leichterer Mittelton
30. 0— 34 » . .	2.7	4.1	3	1.2	Mullarmes Mo
34—124 » . .	0.4				Grobmo
124—150 » . .	5.2				Leichterer Mittelton
31. 0— 30 » . .	2.6	3.5	3	1.4	Mullarmes Mo
30— 53 » . .	2.6	2.2	1	2.0	Moränenmo
53— 75 » . .	2.2				Schwach tonhaltiges Moränenmo
32. 0— 22 » . .	2.3	3.4	2	1.2	Mullarmes Moränenmo
22— 36 » . .	2.6	2.7	1	1.8	Moränenmo
33. 0— 23 » . .	2.0	3.3	2	0.9	Mullarmes Moränenmo
23— 35 » . .	1.4	1.9	1	0.9	Moränenmo
34. 0— 24 » . .	2.4	3.3	2	1.3	Mullarmes Mo
24— 77 » . .	0.7				Schluffhaltiges Mo
77—125 » . .	5.3				Leichterer Mittelton
125—140 » . .	0.7				Moränenmo
140—150 » . .	0.3				Moränenmo
35. 0— 25 » . .	2.5	3.5	3	1.3	Mullarmes Mo
25— 60 » . .	0.9				Grobmo
60—127 » . .	6.1				Schwererer Mittelton
36. 0— 40 » . .	2.8	4.0	3	1.4	Mullarmes Mo
40— 85 » . .	3.6				Leichter Ton
85—138 » . .	0.8				Mo
138—150 » . .	3.0				Feinmo mit Tonschicht (Leichter Ton)
37. 0— 28 » . .	2.7	3.3	2	1.6	Mullarmes Feinmo
28— 45 » . .	1.7				Feinmo
38. 0— 40 » . .	2.5	3.1	2	1.5	Mullarmes Feinmo
40— 55 » . .	1.4	1.8	1	1.0	Feinmo
39. 0— 25 » . .	2.0	3.4	2	0.9	Mullarmes Feinmo
25— 48 » . .	2.2	3.0	2	1.2	Feinmo
40. 0— 35 » . .	2.4	3.6	3	1.2	Mullarmes Feinmo
35— 80 » . .	2.6	3.1	2	1.5	Feinmo
80—124 » . .	2.2				Schwach tonhaltiges Mo
124—150 » . .	3.2				Leichter Moränenton
41. 0— 27 » . .	2.6	3.2	2	1.6	Mularmes Feinmo
27— 60 » . .	1.5				Feinmo
60— 80 » . .	7.5				Schwerer Ton
42. 0— 45 » . .	3.3	3.6	3	2.0	Mullarmes Feinmo
45—144 » . .	1.1				Feinmo
144—150 » . .	5.7				Schwererer Mittelton

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust %	Humusgehalt %	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
1.	2.	3.	4.	5.	6.
43. 0— 38 cm . .	2.6	2.7	2	1.8	Mullarmes Feinmo
38— 71 » . .	5.5				Schwererer Mittelton
71—115 » . .	0.9				Moränenmo
44. 0— 36 » . .	2.5	2.5	2	1.8	Mullarmes Feinmo
36— 47 » . .	1.4	1.4			Moränenmo
45. 0— 40 » . .	2.3	2.8	2	1.5	Mullarmes Feinmo
40— 52 » . .	1.4				Feinmo
46. 0— 27 » . .	3.6	3.1	2	2.9	Mullarmes, schwach tonhaltiges Feinmo
27— 65 » . .	1.5				Moränenmo
65— 82 » . .	3.6				Leichter Moränenton
47. 0— 32 » . .	2.5	3.4	2	1.4	Mullarmes Mo
32— 80 » . .	1.1	1.4			Moränenmo

Auf Grund der Bodenuntersuchungen habe ich, um grössere Übersicht zu gewinnen, zwei Bodenartkarten von dem Feld gezeichnet, nämlich eine der Ackerkrume (Abb. 42) und eine der oberen Schicht des Untergrundes (Abb. 43) mit der von der Geologischen Landesanstalt Schwedens angewandten Bezeichnungsweise. Der Grund dafür, dass auf diesem Felde in gewissen Fällen Bodenproben in etwas geringerer Tiefe als auf den übrigen Feldern genommen wurden, liegt darin, dass der Erdboden im tieferen Untergrund mit Steinen gemengt ist. Unter dem Tonlager war der Boden so hart, dass die Drängräben bei der Dränung mit Hilfe von Brecheisen oder Hacke aufgegraben werden mussten. Die Bodenproben wurden in so grosser Tiefe genommen, wie es mit Anwendung des Erdbohrers möglich war.

Der Kalkgehalt des Bodens ist so unbedeutend, dass er keine Einwirkung auf die Durchlässigkeit hat.

Druckwasservorkommen. Druckwasser ist auf dem Versuchsfelde nicht vorhanden, was ich nach den erwähnten Untersuchungen in Abt. I, 2, F festgestellt habe.

Versickerung des Niederschlags unter das Niveau des Systems. Die Grundwasserfläche sinkt kaum unter das Niveau des Systems. Hieraus folgt, dass nennenswerte Versickerung des Niederschlagswassers unter das Niveau des Systems nicht vorkommt.

Bezüglich der Frage der Versickerung vom Niederschlagswasser unter das Niveau eines Dränsystems wird im übrigen auf Abt. I, 2, F hingewiesen.

Dränung, Grösse und Ernte des Feldes. Das Feld ist im Jahre 1918 dräniert worden. Der Abstand der Saugdräns beträgt 15 m, ihre Tiefe 1.10—1.20 m. Die Dimension des Sammlers ist für einen Abfluss

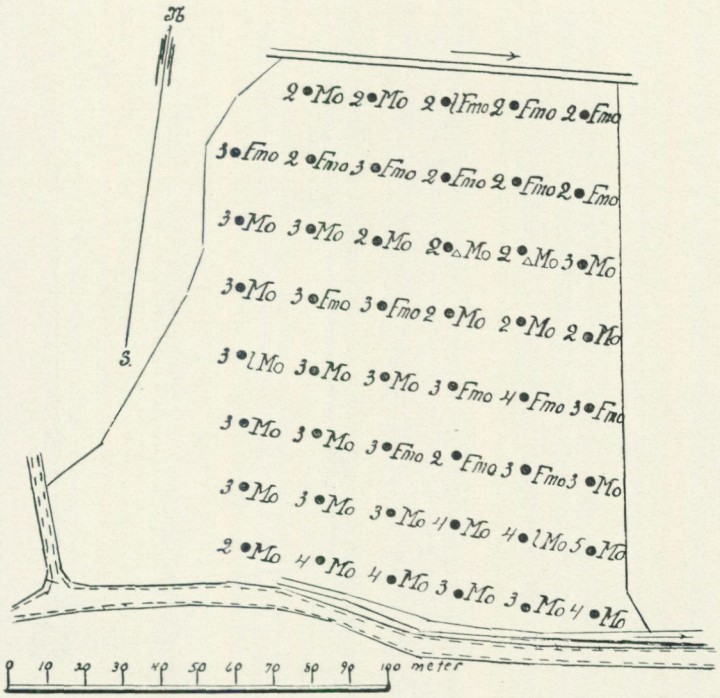

Abb. 42. Versuchsfeld auf Ålsta. Bodenartkarte über die Ackerkrume. Die Punkte bezeichnen die Lage der Bodenprofile. Die Ziffern vor den Punkten geben den Humusgehalt der Ackerkrume in Gewichtsprozenten an. Zeichenerklärung Abt. I, 2, E, a.

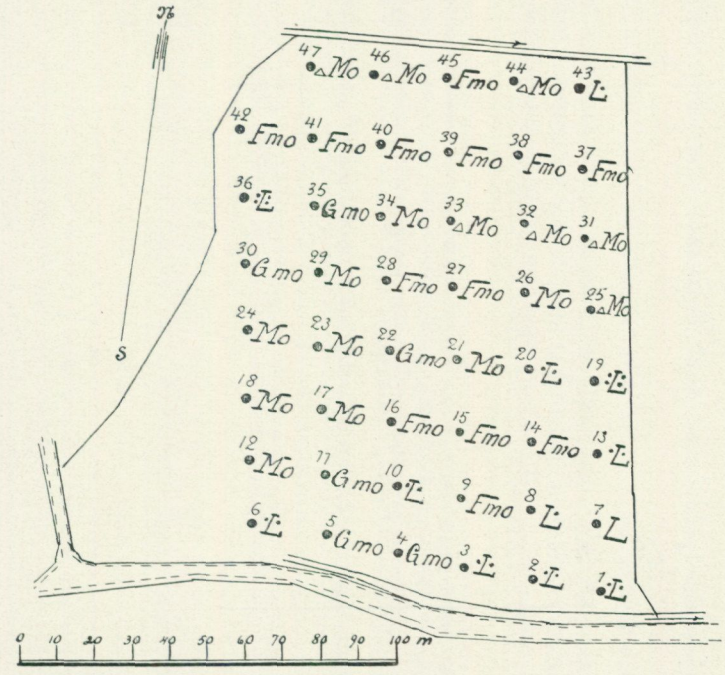

Abb. 43. Versuchsfeld auf Ålsta. Bodenartkarte der oberen Schicht des Untergrundes. Die Punkte bezeichnen die Lage der Bodenprofile. Die Ziffern oberhalb der Punkte geben die Nummern der Bodenprofile an. Zeichenerklärung Abt. I, 2, E, a.

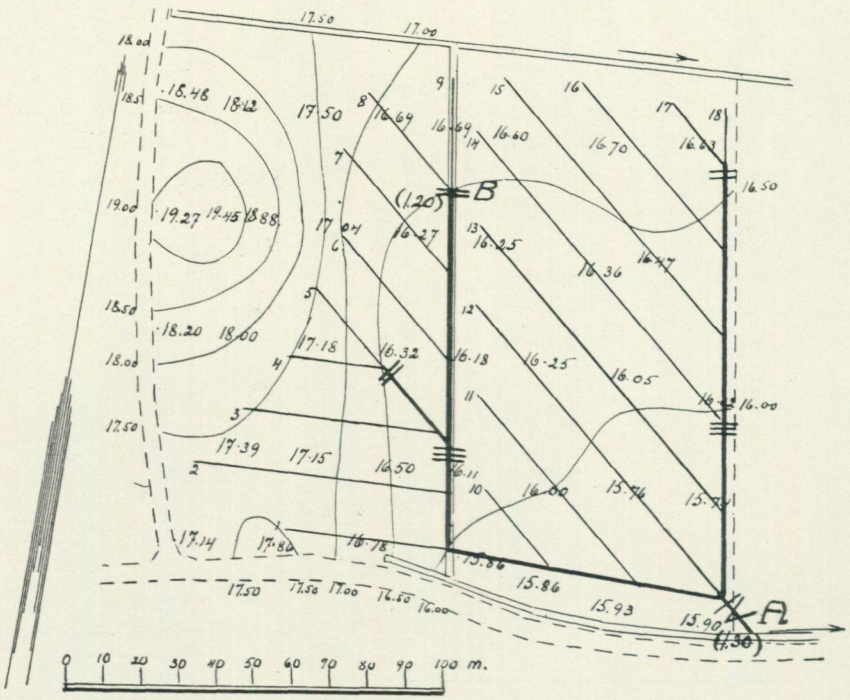

Abb. 44. Versuchsfeld auf Ålsta. Dränplan, Massstab 1: 2 000. Die Ziffern geben die Höhe über dem Nullplane an. Die eingeklammerten Ziffern bezeichnen die Tiefe der Sammler. Äquidistanz der Kurven 0,5 m.
Die römischen Ziffern bezeichnen den inneren Durchmesser des Sammlers in schwedischen Zoll (1 Zoll = 2,5 cm).
(Gegen den Entwurf, der nicht vom Verf. ausgeführt ist, könnte u. a. die Einwendung gemacht werden, dass die Sauger nr 2, 3 und 4 lieber nach dem Prinzip der Querdränung hätten gelegt werden sollen. Auf die Grösse des Abflusses hat doch diese Abweichung keine Einwirkung.)

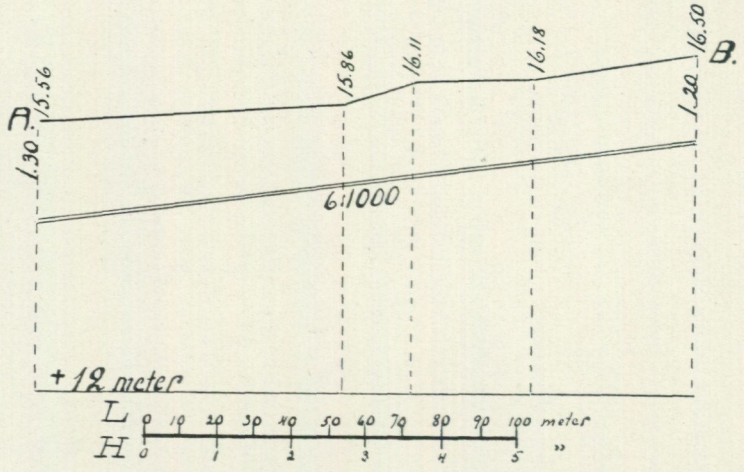

Abb. 45. Versuchsfeld auf Ålsta. Profil über die Bodenfläche und den Sammler.

von 0.65 lit/sek/ha nach Gerhardts Tabelle (Vogler 1909) berechnet worden. Der Ausguss des Systems mündet, wie oben angeführt, an der südlichen Grenze in die Vorflut. Schwierigkeiten, Messungen auszuführen, z. B. durch Steigen des Wasserstandes über den Ausguss oder dergl., sind hier nicht vorgekommen.

Die Grösse des dränierten Gebietes beträgt 1.66 ha. Bei Berechnung der Grösse ist überall da, wo die Grenze aus offenem Graben besteht, die halbe Fläche zwischen der äusseren Kante des Feldes und der des Systems abgezogen worden.

Ernte. 1926: Hauptsächlich Grünfutter, ein kleiner Teil Brache, 1927: Roggen, 1928: Gras, 1929: Gras.

Hydrographische Angaben. Die Vorflut leitet das Grundwasser sowie ausserdem eine unbedeutende Menge Tagwasser vom Versuchsfeld nach einem ungefähr 120 m östlich vom Felde gelegenen Graben, welcher in südlicher Richtung geht. Das Wasser mündet dann in einen grösseren Bach, welcher von rechts in den Fluss Teljeån mündet. Das Feld liegt also im Mälaren—Norrström Wassergebiet.

Hydrologische Untersuchnungen. Siehe das Lindfeld!

Meteorologische Observationen und Dränwassermessung. Die meteorologischen Observationen für dieses Feld umfassten Niederschlagsmessungen, welche in einem auf dem Gute aufgestellten Messer ausgeführt worden sind. Messungen des Niederschlags sowie des Abflusses wurden während der Zeit 1. 7. 1926—30. 6. 1929 nach der in Abt. I, 2, B angegebenen Methode ausgeführt. Sie sind von Herrn Herman Larsson, Ålsta, gemacht worden.

Im folgenden wird der Niederschlag und Dränwasserabfluss für das Ålstafeld wiedergegeben.

Das Versuchsfeld auf Ålsta 1926.*

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Ålsta 1926.

Datum	Juli			August			September		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1									
2									
3				0.5		Regen			
4									
5	2.3		Regen						
6				1		Regen			
7									
8				2		Regen			
9									
10									
11									
12									
13									
14				1		Regen			
15				1.3		Regen	8		Regen
16	0.4		Regen						
17									
18							5		Regen
19				1.5		Regen			
20									
21	0.6		Regen	11		Regen			
22				2		Regen	3.5		Regen
23									
24									
25	35		Regen						
26	4		Regen				5		Regen
27	5		Regen				28		Regen
28	4		Regen						
29	5		Regen						
30									
31	2.5		Regen						

* Kein Zeichen = Kein Niederschlag, resp. Abfluss.
Das Zeichen + = Wassermenge weniger als 0.05 lit/sek/ha.
» » — = Observation nicht ausgeführt.

Das Versuchsfeld auf Ålsta 1926.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Ålsta 1926.

Datum	Oktober			November			Dezember		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1								+	
2								+	
3								+	
4								+	
5									
6					—				
7				5.5	0.1	Regen			
8				3.5	0.1	Regen			
9	10		Regen	5.5	0.1	Regen			
10	4		Regen		0.1				
11					0.1				
12	16.5		Regen		0.1				
13	7		Schnee		0.1		7		Schnee
14				5.1	0.1	Regen			
15		+			0.1				
16		+			+				
17		+		7.2	+	Regen			
18					0.1				
19				5	0.2	Regen			
20				6	0.2	Regen			
21					0.2				
22					0.1				
23					0.1				
24				1	0.1	Regen			
25					0.1				
26	6		Regen		0.1		8.5		Schnee
27					0.1				
28	5		Regen		0.1				
29	12		Regen		+				
30					+				
31							4		Schnee

Das Versuchsfeld auf Ålsta 1927.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Ålsta 1927.

Datum	Januar			Februar			März		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1				6		Regen	2.5		Regen
2	3		Schnee				6		Regen
3				0.3		Regen			
4				0.6		Regen			
5					+				
6	2		Schnee		+		1		Regen
7									
8								+	
9	1		Schnee				7.2		Schnee
10							13.8		Schnee
11							1		Regen
12	1.5		Schnee					+	
13	1.5		Schnee					+	
14	8		Schnee					+	
15	2.5		Schnee					+	
16								+	
17								+	
18	6		Schnee					+	
19	1.2		Schnee					+	
20	4		Schnee				2.5	+	Schnee und Regen
21	1.6		Schnee					0.1	
22				3		Schnee	1	0.1	Schnee und Regen
23	1.4		Schnee	0.9		Schnee	5	0.1	Schnee
24								0.1	
25				1.3		Schnee		0.1	
26	1		Schnee				3.5	0.1	Regen
27	1.9		Schnee				3	0.1	Regen
28	1.5		Schnee					0.1	
29	3.5		Schnee				11	0.2	Regen
30	10		Schnee					0.1	
31	4		Schnee					0.1	

Das Versuchsfeld auf Ålsta 1927.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Ålsta 1927.

Datum	April			Mai			Juni		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1		0.1			0.1			0.2	
2	7	0.1	Schnee		+		1.5	0.2	Regen
3		0.1			+			0.2	
4		0.1			+			0.1	
5	2	0.1	Schnee		+		3.5	0.1	Regen
6	4	0.3	Regen und Schnee		+			0.1	
7		0.7	Bodenfrost-schmelze		+			+	
8	9	1.0	» Regen		+			+	
9		1.2	»		+			+	
10		1.6	»		+			+	
11		1.2	»		+			+	
12	2.6	0.5	» Regen	2.5	+	Regen		+	
13	3	0.3	» Regen		+			+	
14	5	0.6	» Regen		+			+	
15		0.4	»		+			+	
16		0.2			+				
17		0.2		19	+	Regen			
18		0.1		16	+	Regen	6.5		Regen
19		0.1		1.5	0.1	Regen	4		Regen
20	1	0.1	Regen	1.5	0.1	Regen	2.5		Regen
21	1.5	0.1	Regen	3.5	0.1	Regen			
22		0.1		10	0.3	Regen	4.5		Regen
23	3	0.1	Regen		0.4		6.5		Regen
24	8	0.3	Regen		0.2		4		Regen
25		0.5			0.1		7.5	+	Regen
26		0.2		2.5	0.1	Regen	4	+	Regen
27		0.1		5.5	0.1	Regen	2	+	Regen
28		0.1		16.5	0.6	Regen		+	
29	5	0.1	Schnee	6.5	0.6	Regen	65	3.6	Regen
30		+			0.3		3	0.9	Regen
31					0.2				

Das Versuchsfeld auf Ålsta 1927.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Ålsta 1927.

Datum	Juli			August			September		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	11	0.4	Regen		0.1			+	
2	11	0.7	Regen		0.1			+	
3		0.2		5.5	0.1	Regen			
4	2	0.4			0.1				
5		0.2			0.1				
6		0.2			+				
7		0.1			+				
8		0.1			+		14		Regen
9		+			+		10		Regen
10		+		13	+	Regen	10.5	0.1	Regen
11		+		9	0.4	Regen	16.5	0.7	Regen
12		+		3	0.3	Regen		0.9	
13		+			0.2			0.2	
14		+		2	0.1	Regen	3	0.2	Regen
15	1	+	Regen	5.5	0.1	Regen		0.2	
16	18	+	Regen		0.1		3.5	0.2	Regen
17	13	+	Regen		0.1		6	0.2	Regen
18		0.1			+			0.2	
19	5.5	0.1	Regen	5.5	+			0.2	
20		0.1		5	0.1	Regen	2	0.1	Regen
21	2.5	+	Regen		0.1			0.1	
22	5	+	Regen	3	0.1	Regen		+	
23	1	0.1	Regen	1.5	0.1	Regen	12.5	0.2	Regen
24	7.5	0.1	Regen		+		3	0.2	Regen
25	23	0.7			+			0.2	
26		0.3		9	+	Regen	3	0.2	Regen
27		0.2			+		2.5	0.2	Regen
28	4.5	0.2	Regen	0.7	+	Regen		0.1	
29		0.2			+			0.1	
30	4.5	0.1	Regen		+		5	0.1	Regen
31		0.1			+				

Das Versuchsfeld auf Ålsta 1927.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Ålsta 1927.

Datum	Oktober			November			Dezember		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	9	0.3	Regen	4.5	0.4	Regen		+	
2	6	0.3	Regen		0.2			+	
3		0.4		12.5	0.3	Regen		+	
4		0.2		1	0.4	Regen		+	
5		0.2		1.5	0.4	Regen		+	
6		(0.1)		7	0.4	Regen	2.2	+	Regen
7		0.1			0.4			+	
8		0.1			0.3			+	
9		0.1			0.2			+	
10		0.1			0.2			+	
11		0.1			0.1			+	
12		+			0.1		0.1	+	Regen
13	3	+	Regen		+		0.7	+	Regen
14		+			+		0.2	+	Regen
15		+			+		0.3		Regen
16	1.5	+	Regen		+				
17		+			+				
18	2	+	Regen		+				
19	7	+	Regen		+				
20		0.1			+				
21		0.1			+				
22		+			+		5.5		Regen
23		+		1.5	+	Regen	4.5		Regen
24	1	+	Regen		+				
25	7	+	Regen		+				
26		0.3			+				
27		0.4			+				
28	3.5	0.3	Regen		+				
29	6	0.4	Regen		+				
30	6	0.4	Regen		+				
31		0.5							

12—311544. *S. G. U., Ser. C, N:o 371. Herman Flodkvist.*

Das Versuchsfeld auf Ålsta 1928.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Ålsta 1928.

Datum	Januar			Februar			März		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1				1.1	+	Regen			
2					+				
3					+				
4	1		Schnee		+				
5					+				
6					+		2.9		Schnee
7				5	+	Regen und Schnee			
8	1.8		Schnee		+				
9					0.1				
10					+				
11		+		1	+	Schnee			
12		0.1			+				
13	4.3	+	Schnee		+				
14	3.2	0.1	Regen		+				
15	5	+	Schnee	3.5	+	Schnee			
16	0.7	+	Schnee		+				
17	0.3	+	Schnee						
18									
19	3		Schnee						
20									
21									
22									
23									
24	4		Schnee und Regen				0.9		Regen
25	1	+	Schnee						
26	1.8	+	Schnee				9.5		Schnee
27		+							
28	0.2	+	Schnee						
29	3.4	+	Schnee				11.5		Schnee
30		+							
31		+					5.5		Regen und Schnee

Das Versuchsfeld auf Ålsta 1928.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Ålsta 1928.

Datum	April			Mai			Juni		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	0.5		Regen		0.1				
2					+				
3					+				
4	5	0.1	Regen		+		4.5		Regen
5		+			+		4		Regen
6					+		4.5		Regen
7				1.8	+	Schnee und Regen			
8					+		2		Regen
9		+			+		1.5		Regen
10		+			+				
11		+				Tropfen			
12									
13									
14				2		Regen			
15									
16	2.5		Schnee						
17									
18	8		Schnee				5		Regen
19	7.5	0.2	Schnee	3		Regen			
20		0.2	Bodenfrost-schmelze	3		Regen	13		Regen
21		0.1	»						
22		0.1	»				1		Regen
23		0.1	»				1.5		Regen
24		0.1	»				9.5		Regen
25		0.1	»				3		Regen
26		0.1	»				3.5		Regen
27		0.1	»	9		Regen	6		Regen
28	11	0.1	» Regen						
29		0.2	»						
30		0.2	»	6.5		Regen			
31									

Das Versuchsfeld auf Ålsta 1928.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Ålsta 1928.

Datum	Juli			August			September		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1								+	
2	4		Regen	3		Regen			
3							3.4		Regen
4	3.5		Regen						
5	0.8		Regen	2		Regen			
6	7		Regen	0.6		Regen			
7	6		Regen						
8				21		Regen			
9									
10									
11							15		Regen
12							16	0.1	Regen
13				7		Regen		+	
14								+	
15								+	
16				12.5		Regen		+	
17				2		Regen		+	
18	1		Regen					+	
19								+	
20	3		Regen					+	
21									
22				40		Regen			
23					+				
24	11.4		Regen		+				
25				6	+	Regen			
26	2.7		Regen		+				
27	1.5		Regen	4	+	Regen	9		Schnee
28	9		Regen	7	+	Regen	17		Schnee
29					+			+	
30	4		Regen		+			+	
31	30		Regen		+				

Das Versuchsfeld auf Ålsta 1928.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Ålsta 1928.

Datum	Oktober			November			Dezember		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1		+			0.2			0.2	
2		+			0.2			0.1	
3		+		6	0.2	Schnee		0.1	
4		+			0.2			0.1	
5		+			0.1		1.2	0.1	Regen
6		+			0.1		4	0.2	Regen und Schnee
7		+			0.1			0.2	
8		+			0.1			0.2	
9	9	+	Regen		+			+	
10	14	0.4	Regen und Schnee	6	+	Schnee		0.1	
11		0.1			+			0.1	
12		0.1		1.8	+	Schnee		0.1	
13		0.1			0.1			+	
14		0.1			0.2			+	
15		0.1			0.2			+	
16		+		6	0.2		0.6	+	Schnee
17	10	+	Regen	2	0.2	Regen		+	
18	9.5	0.2	Regen	5	0.2	Regen und Schnee		+	
19	5.5	0.5	Regen		0.3			+	
20		0.5		4.2	0.2			+	
21	3.5	0.3	Regen und Schnee	5	0.3	Regen		+	
22	10	0.3	Regen	3	0.4	Regen		+	
23		0.6		7	0.4	Regen		+	
24		0.3		9	0.5	Regen		+	
25		0.2		1	0.6	Regen	1	+	Schnee und Regen
26	8	0.4	Regen	4.2	0.7	Regen und Schnee	3	+	Schnee und Regen
27		0.3			0.5			+	
28	5	0.3	Regen		0.3			+	
29	7	0.3	Regen		0.2			+	
30		0.4		1	0.2	Schnee		+	
31		0.3					0.2	+	Regen

Das Versuchsfeld auf Ålsta 1929.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Ålsta 1929.

Datum	Januar			Februar			März		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15	7.2		Schnee	1		Schnee			
16									
17									
18	4		Schnee						
19									
20	0.5		Schnee						
21									
22	1.5		Schnee						
23				12		Schnee			
24	4		Schnee	0.5		Schnee	0.5		Regen
25	1		Schnee	0.3		Schnee		+	
26	6		Schnee				1.5	+	Regen
27	3.5		Schnee					+	
28								+	
29								+	
30								+	
31							4		Schnee

Das Versuchsfeld auf Ålsta 1929.

Niederschlag und Dränwasserabfluss auf dem Versuchsfeld auf Ålsta 1929.

Datum	April			Mai			Juni		
	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.	Niederschlag mm	Abfluss lit/sek/ha	Anm.
1	5		Schnee	16	0.2	Bodenfrostschmelze	1.5	0.2	Regen
2				14	0.2	» Schnee		1.2	*
3					0.1	»	4	0.9	Regen
4					1.2	»	6	0.2	Regen
5				5	0.7	» Regen		0.1	
6					0.5	»		0.1	
7		+			0.2	»		+	
8		+		1	0.2	» Regen	8	+	Regen
9		+		3	0.1	» Regen	4	+	Regen
10		+			0.1	»		0.1	
11		+			0.1			+	
12		+			0.1			+	
13		+			+			+	
14		+		3	0.1	Regen	3	+	Regen
15		+			0.1			+	
16		+			0.1		1	+	Regen
17		+			0.1			+	
18		+			+				
19	1	+	Schnee	1.5	+	Regen und Schnee			
20	1	+	Schnee		+				
21		+		2.5	+	Regen			
22		+			+				
23		0.1			+		16	+	Regen
24	3.8	0.1	Regen		0.1		35	0.2	Regen
25	6	0.1	Regen		+			0.1	
26		0.2	Bodenfrostschmelze	12	+	Regen		+	
27		1.4	»		+			+	
28		0.8	»	31	0.3	Regen		+	
29		0.9	»	1	0.2	Regen		+	
30		0.9	»		0.2			+	
31				9.5	0.3	Regen			

* Betreffs der unerwartet hohen Abflussmenge siehe die Zusammenfassung der Versuchsresultate.

F. Zusammenfassung der Resultate der Abflussmessungen.

a. *Die Faktoren: Niederschlag, Bodengefälle, Verdunstung und Durchlässigkeit (Bodenart).*

In Abt. I, 2 habe ich angeführt, dass bei vorliegender Untersuchung in erster Reihe die Abhängigkeit der Dränwassermenge von folgenden Faktoren beachtet wird:

α. Niederschlag.

β. Bodengefälle und dessen Einwirkung auf den Dränwasserabfluss.

γ. Verdunstung und

δ. Durchlässigkeit des Bodens in der obersten Erdschicht bis zum Niveau des Dränsystems hinab.

Über die Einwirkung dieser Faktoren wird folgende Zusammenfassung gegeben.

α. Niederschlag.

Dränwasserabfluss als Funktion des Niederschlags bei Messungen mit einem Intervall von 1 Stunde.

Um näher den Dränwasserabfluss als einer Funktion des Niederschlags studieren zu können, habe ich während gewisser Zeiten Dränwassermessungen mit einem Intervall von nur 1 Stunde ausführen lassen. Erst durch die Ergebnisse dieser Messungen habe ich das Resultat der Tagesmessungen völlig beurteilen und gewisse scheinbare „Unregelmässigkeiten" bei diesen letzteren Messungen erklären können. Die stündlichen Messungen haben einen sehr guten Einblick in den Abfluss als Funktion des Niederschlags gegeben.

Als Ergebnis dieser Messungen will ich folgendes anführen.

Wenn der Boden mit Wasser gesättigt war, ist der Abfluss bei fortgesetztem Niederschlag schnell — wenn auch nur für kürzere Zeit, z. B. für eine oder einige Stunden — auf eine Menge gestiegen, die oft bedeutend grösser als diejenige gewesen ist, nach welcher man gewöhnlich die Dimensionen berechnet. Ein Abfluss von 1—2—3 lit/sek/ha während einer kürzeren Zeit ist nicht selten vorgekommen.

Der grösste Abfluss, der auf sämtlichen Feldern festgestellt worden ist, beträgt 6.0 lit/sek/ha. (Siehe später.)

Nach Aufhören des Niederschlags — bez. Übergang von grosser zu geringer Regenintensität — hat der Abfluss im allgemeinen unmittelbar abgenommen; anfangs schnell, um später unbedeutend und in annähernd direkter Proportion zur Zeit zu fallen.

Die Abflusskurve wird deshalb im grossen und ganzen charakterisiert

einmal durch „Spitzen" von bedeutender Höhe während kurzer Zeit, z. B. einer oder einiger Stunden,

weiter durch annähernd gerade Linien, wobei also die Kurve annähernd eine geradlinige Funktion der Zeit ist.

Näheren Einblick in den Abfluss als Funktion des Niederschlags geben folgende charakteristische Diagramme mit Text:

Dränwasserabfluss auf Versuchsfeld auf Tolvsbörd am 6.—7.—8. 5. 1929 (Abb. 46, 47, 48).

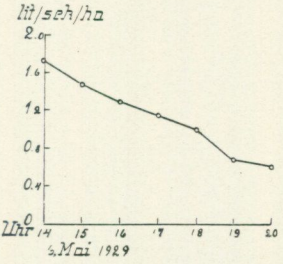

Abb. 46. Dränwassermessung mit einem Zeitinterwall von 1 Stunde. Versuchsfeld auf Tolvsbörd am 6. 5. 1929.
Während der Zeit vom 5. 5. um 6 Uhr — 6. 5. um 6 Uhr fiel 14 mm Regen. An den beiden vorhergehenden Tagen Bodenfrostschmelze, aber kein Niederschlag.
(Nach Angabe in der Tabelle über den Dränwasserabfluss war bei Messung um 6 Uhr morgens der Abfluss 1,9 lit/sek/ha.)

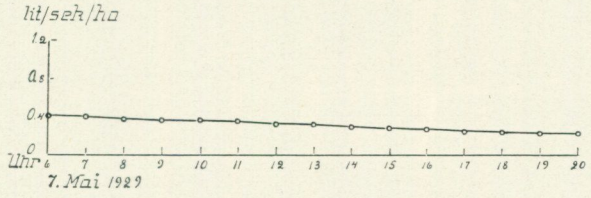

Abb. 47. (Forts. zu Abb. 46.) Dränwassermessung in einem Zeitintervall von 1 Stunde. Versuchsfeld auf Tolvsbörd d. 7. 5. 1929. Kein Niederschlag gefallen.
(Nach Angabe in der Tabelle über den Dränwasserabfluss war bei Messung um 6 Uhr morgens der Abfluss 0,4 lit/sek/ha.)

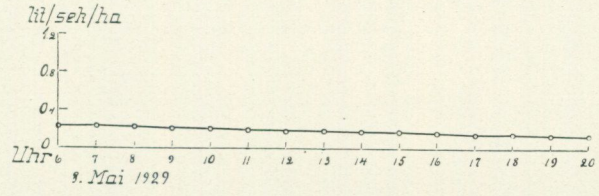

Abb. 48. (Forts. zu Abb. 47.) Dränwassermessung in einem Zeitintervall von 1 Stunde. Versuchsfeld auf Tolvsbörd d. 8. 5. 1929. Kein Niederschlag gefallen.
(Nach Angabe in der Tabelle über den Dränwasserabfluss war bei Messung um 6 Uhr morgens der Abfluss 0,2 lit/sek/ha.)

Dränwasserabfluss auf Versuchsfeld auf Fjugesta am 11. 10. 1929 (Abb. 49).

Dränwasserabfluss auf Versuchsfeld auf Tolvsbörd am 26.—27. 11. 1929 (Abb. 50, 51).

Dränwasserabfluss auf Versuchsfeld auf Fjugesta am 19.—20. 10. 1929 (Abb. 52).

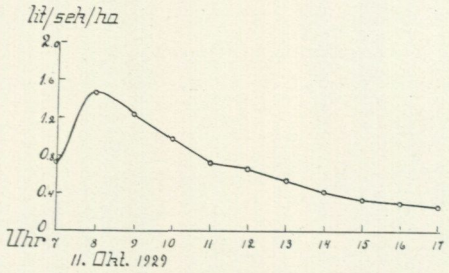

Abb. 49. Dränwassermessung in einem Zeitintervall von 1 Stunde. Versuchsfeld auf Fjugesta d. 11. 10. 1929.
Während der Zeit vom 9. 10. um 7 Uhr—10. 10. um 7 Uhr fiel 22 mm, und während der Zeit vom 10. 10. um 7 Uhr — 11. 10. um 7 Uhr 12 mm Regen.
(Nach Angabe in der Tabelle über den Dränwasserabfluss war bei Messung um 7 Uhr morgens der Abfluss 0,8 lit/sek/ha).

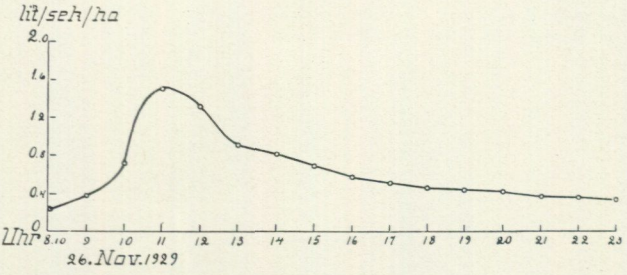

Abb. 50. Dränwassermessung in einem Zeitintervall von 1 Stunde. Versuchsfeld auf Tolvsbörd d. 26. 11. 1929.
Aus diesen Messungen geht hervor, wie schnell das fallende Wasser durch die Dränleitungen abrinnt.
Während der Zeit vom 26. 11. 6 Uhr—26. 11. 11.30 Uhr fiel 5,5 mm Regen. Weil der Boden mit Wasser gesättigt war, entstand sofort erhöhter Abfluss, der am 26. 11. 11 Uhr sein Maximum, 1,5 lit/sek/ha, erreichte. Sobald der Regen um 11,30 Uhr aufhörte, begann der Abfluss schnell zu fallen.
Am vorhergehenden Tage, also vom 25. 11., 6 Uhr—26. 11. 6 Uhr, fiel 5 mm Regen.
(Nach Angabe in der Tabelle über den Dränwasserabfluss war bei Messung um 6 Uhr morgens der Abfluss 0,2 lit/sek/ha.)

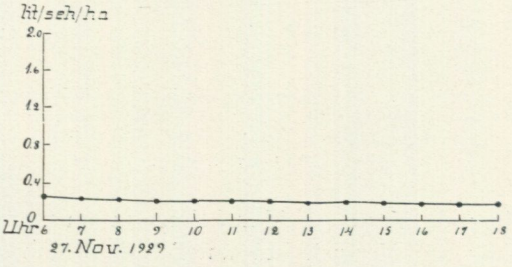

Abb. 51. (Forts. zu Abb. 50.) Dränwassermessung in einem Zeitintervall von 1 Stunde. Versuchsfeld auf Tolvsbörd d. 27. 11. 1929.
(Nach Angabe in der Tabelle über den Dränwasserabfluss war bei Messung um 6 Uhr morgens der Abfluss 0,3 lit/sek/ha.)

Mit Rücksicht auf den aussergewöhnlich grossen Abfluss von 6.0 lit/sek/ha, welcher, wie erwähnt, während einer kurzen Zeit auf dem Fjugestafelde vorgekommen ist, mag hier das Messungsresultat darüber angeführt werden, wie es vom Observator erhalten worden ist, nur mit dem Unterschiede, dass ich den Abfluss auf 1 hektar reduziert habe. Die Grösse des Feldes ist 0.92 ha. Es sind drei Parallelbeobachtungen ausgeführt worden. Siehe zugehörige Tabelle und Abb. 52!

Betreffs der Anordnungen für die Ausführung der Messungen auf dem Fjugestafelde wird auf die Beschreibung des Feldes (Abt. I, 3, B) sowie Abb. 20 hingewiesen.

Dränwassermessung mit einem Zeitintervall von 1 Stunde

auf dem Fjugestafelde d. 19. — 20. 10. 1929. (Der grösste Abfluss, der auf sämtlichen Feldern gemessen wurde.)

		Das Volumen des Behälters liter	Zeit für Füllung des Behälters. Drei Parallelmessungen. Sekunden.			lit/sek/ha
19. Okt.	8 Uhr	10	25	25	25	0.4 ± 0
—»—	9 »	10	22	21	21	0.5 ± 1.51 %
—»—	10 »	10	15	15	15	0.7 ± 0
—»—	11 »	10	5	5	5	2.2 ± 0
—»—	12 »	50	22	22	22	2.5 ± 0
—»—	13 »	50	16	16	16	3.4 ± 0
—»—	14 »	50	15	15	15	3.6 ± 0
—»—	15 »	50	14	14	14	3.9 ± 0
—»—	16 »	50	12	12	12	4.5 ± 0
—»—	17 »	50	10	10	10	5.4 ± 0
—»—	18 »	50	9	9	9	6.0 ± 0
—»—	19 »	50	11	11	11	4.9 ± 0
—»—	20 »	50	13	13	13	4.2 ± 0
—»—	21 »	50	17	17	17	3.2 ± 0
—»—	22 »	50	23	23	23	2.4 ± 0
—»—	23 »	50	50	52	52	1.1 ± 1.35 %
20. Okt.	8 »	50	192	192	193	0.3 ± 0

Der Observator ist am erwähnten Tage — unmittelbar nach einem Niederschlage von grosser Intensität — von mir aufgefordert worden (durch Telephon), Messungen jede Stunde anzustellen, weil ich damit rechnete, dass der Abfluss wegen der grossen Regenintensität, und weil der Boden schon mit Wasser gesättigt war, aussergewöhnlich hoch werden würde.

Auf dem Fjugestafelde hat, wie aus dem Dränplane hervorgeht, der Sammler beim Ausguss einen Durchmesser von 3 schwedischen Zoll = 7.5 cm. Das Gefälle ist 2.3 : 1 000. Da der Abflussquerschnitt also 44 cm² beträgt, muss die Wassergeschwindigkeit bei einem Abfluss von 6.0 lit/sek 1.36 m/sek betragen haben. Da diese Geschwindigkeit in einer Leitung von angegebener Abmes-

sung einem Gefälle von ungefähr 100 : 1 000 entspricht, so geht daraus hervor, dass Überdruck vorgekommen ist.

Ob Überdruck in Dränleitungen vorkommen kann, ist, so viel mir bekannt ist, früher nicht durch Experiment festgestellt und im allgemeinen bezweifelt worden (Gerhardt 1909, § 51.).[1] —

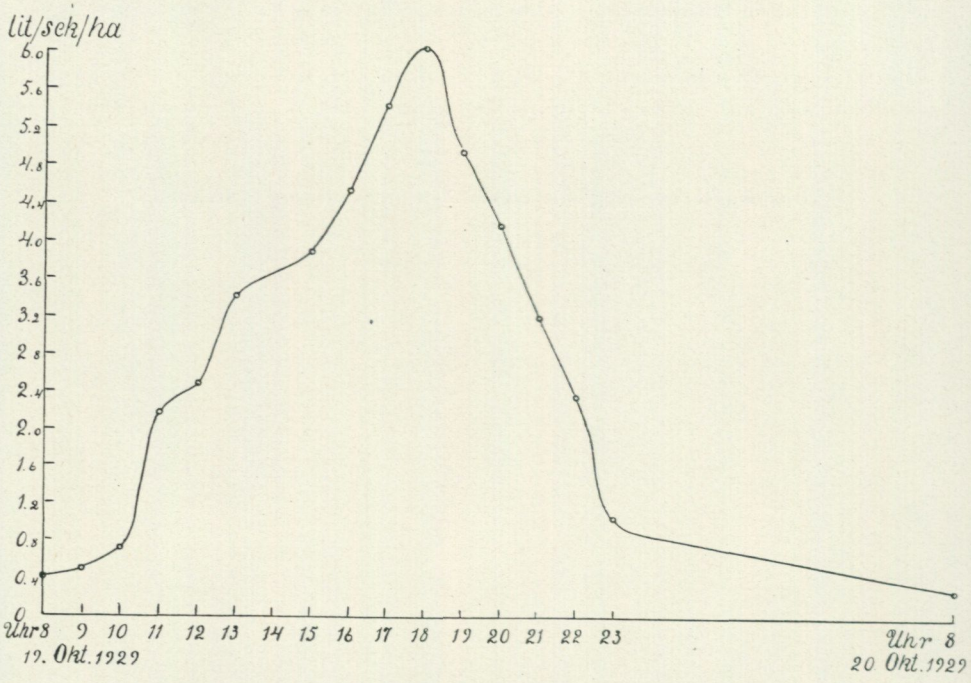

Abb. 52. Dränwassermessung mit einem Zeitintervall von 1 Stunde.
Versuchsfeld auf Fjugesta d. 19.—20. 10. 1929.
Der grösste Abfluss, 6,0 lit/sek/ha, der auf sämtlichen Versuchsfeldern gemessen ist.
(Siehe im übrigen Bericht über diese Messung in der „Zusammenfassung der Resultate der Abflussmessungen". Seite 187.

Die bedeutende Geschwindigkeit — wenn auch nur während einer kurzen Zeit — welche sich in meinen stündlichen Messungen ergeben hat, ist von grosser Bedeutung für die Dauerhaftigkeit der Dränsysteme, indem dadurch eingeschlemmte Teile weggespült werden können. —

Bei der Beurteilung des Materials über die Messungen, die alle 24 Stunden stattfanden, müssen folgende, aus den Messungen jede Stunde hervorgegangene, Tatsachen beachtet werden.

Der Niederschlag und der Abfluss sind, wie erwähnt, an demjenigen Tage angezeichnet worden, an dem die Beobachtungen gemacht worden sind. Da indessen der Niederschlag während der vorhergehenden 24 Stunden gefallen ist, ist selbstverständlich der Abfluss in hohem Grade von der Verteilung des Niederschlags und der wechselnden Intensität desselben während dieser Zeit ab-

[1] Gerhardt äussert hier u. a., dass Überdruck „selbstverständlich nie" in einer Dränleitung entstehen kann.

hängig. Wenn auf wassergesättigtem Boden der Niederschlag mit grosser Intensität z. B. 20 Stunden vor einer Messung des Abflusses gefallen ist, so kann die „Spitze" der Abflusskurve bereits vor dieser Messung erreicht gewesen sein. Fiel derselbe Niederschlag mit gleicher Intensität kurz vor der Messung, so kann das Maximum oder eine Menge nahe am Maximum gemessen worden sein, usw.

Hierin liegt die Erklärung dafür, dass manchmal erst an dem auf den Regen folgenden Tage ein erhöhter Abfluss entstanden ist, sowie ferner dafür, dass, unter im übrigen gleichen Verhältnissen, ein grösserer Niederschlag in gewissen Fällen einen kleineren Abfluss aufwies, als ein geringerer Niederschlag. Siehe auch Bericht über das Lindfeld Sept. 1922 S. 66!

Wassermessung mit einem Intervall von 24 Stunden.

Nach Anführung dieser Ergebnisse der Messungen in einem Zeitintervall von 1 Stunde werden im folgenden Ergebnisse der Messungen von je 24 Stunden angeführt, besonders aber solche Resultate, die für die Beurteilung der Dimensionierung der Dränleitungen von Interesse sein können.

Der Abfluss, der gegenwärtig der Berechnung der Dränweite zu Grunde gelegt wird, gründet sich auf verschiedene Normen und ist in Abt. I, 1 näher angegeben. Da von diesen Normen die der Schlesischen Generalkommission: 0.65 und 0.80 lit/sek/ha diejenigen sein würden, die die grösste Verbreitung gewonnen haben, scheint es angebracht zu sein, hier die Besprechung in der Hauptsache an diese Zahlen anzuknüpfen und zu ermitteln, wie oft bei einem Intervall von 24 Stunden der Abfluss diese Mengen erreicht, resp. überstiegen, hat.

Ein Bericht hierüber wird im folgenden gegeben, wobei ich doch die statistische Untersuchung erweitere, um folgende Abflussmengen zu umfassen: 0,4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 und über 0.8 lit/sek/ha.

Meine statistische Klarlegung umfasst tägliche Dränwassermessungen auf sämtlichen Versuchsfeldern während einer Zeit von zusammen 18 Jahren 5 Monaten, d. h. 221 Monate. Während 139 Monaten kam kein messbarer Abfluss vor, d. h. während 63 % der Anzahl der Monate, wogegen während 82 Monaten, d. h. 37 %, Abfluss gemessen wurde. (S. 190 u. f.)

Entsprechende Zahl für das Sommerhalbjahr April—September war 70 % (= Anzahl Sommermonate, während welcher kein Abfluss gemessen wurde) und 30 % (= Anzahl Sommermonate, während welcher Abfluss vorkam).

Die Anzahl der Messungen mit 24 Stunden Intervall betrug rund 6 720. Bei diesen täglichen Messungen wurde z. B. die Abflussmenge 0.5 lit/sek/ha bei nur 150 Messungen überstiegen, d. h. bei nur 2.2 % von allen täglichen Messungen.

Die entsprechende Prozentzahl für das Sommerhalbjahr, April—September, war auch 2.2 %, also ebenso viel wie für das ganze Jahr.

Die Klarlegung gilt indessen für Zeitperioden von 24 Stunden, also für kurze Dauer. Bei Berechnung der Dimensionierung ist es indessen von grossem Interesse, auch die am längsten andauernden grösseren Abflussmengen zu studieren.

Versuchsfeld auf Lind.*

Anzahl Wassermessungen mit folg. Mengen bei Messung jede 24. Stunde.

	1921						1922						1924						1925					
	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8
	lit/sek/ha						lit/sek/ha						lit/sek/ha						lit/sek/ha					
Jan.	—	—	—	—	—	—																		1
Febr.	—	—	—	—	—	—																		
März	3	2										1												
Apr.						1	1	2				3			1	1	2	1						
Mai								1				1	1	1			1	2						
Juni						1																		
Juli																								
Aug.																								
Sept.							2	1			1		1	1		2								
Okt.															1									
Nov.																								
Dez.		1														1								
S:a							3	4			1	5	2	2	2	4	3	3						1

	1926						1927						1928						1929					
	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8
	lit/sek/ha						lit/sek/ha						lit/sek/ha						lit/sek/ha					
Jan.																								
Febr.																								
März						1	3	1				1												
Apr.						1		3	1			3	1	1	1	1		1						
Maj							2													1	2			1
Juni												2												
Juli												2				1			—	—	—	—	—	—
Aug.																1			—	—	—	—	—	—
Sept.							1					1				1			—	—	—	—	—	—
Okt.								1	1	2	1	1	2	1		1	2		—	—	—	—	—	—
Nov.	1			1		5						2		1	1	1	1	2	—	—	—	—	—	—
Dez.													1	1					—	—	—	—	—	—
S:a	1			1		7	6	5	2	2	1	12	4	4	2	6	3	3						

* Kein Zeichen = Kein Abfluss.
Das Zeichen — = Observation nicht ausgeführt.

Versuchsfeld auf Fjugesta.

Anzahl Wassermessungen mit folg. Mengen bei Messung jede 24. Stunde.

	1927						1928						1929					
	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8
	lit/sek/ha						lit/sek/ha						lit/sek/ha					
Jan.	—	—	—	—	—	—												
Febr.	—	—	—	—	—	—												
März	—	—	—	—	—	—												
Apr.	2		2		1	1		1										
Mai	1												1					2
Juni						1												
Juli			1			2												
Aug.							1											
Sept.																		
Okt.	1	2	1		1	1							1		1		1	1
Nov.			1				1	1				1		1			1	
Dez.												1	—	—	—	—	—	—
S:a							2	2				2						

Versuchsfeld auf Tolvsbröd.

Anzahl Wassermessungen mit folg. Mengen bei Messung jede 24. Stunde.

	1927						1928						1929					
	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8
	lit/sek/ha						lit/sek/ha						lit/sek/ha					
Jan.	—	—	—	—	—	—												
Febr.	—	—	—	—	—	—												
März	—	—	—	—	—	—												
Apr.	—	—	—	—	—	—									1			
Mai	—	—	—	—	—	—							2					3
Juni	—	—	—	—	—	—												
Juli	2																	
Aug.								1										
Sept.	1	1				1												
Okt.	3			1	1	1			2			1		1		1		
Nov.						2			3			2						3
Dez.													—	—	—	—	—	—
S:a								1	5			3						

Versuchsfeld auf Mosås.

Anzahl Wassermessungen mit folg. Mengen bei Messung jede 24. Stunde.

	1926						1927						1928						1929					
	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0 8	über 0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8
	lit/sek/ha						lit/sek/ha						lit/sek/ha						lit/sek/ha					
Jan. . . .	—	—	—	—	—	—																		
Febr. . .	—	—	—	—	—	—																		
März . .	—	—	—	—	—	—	2	6	9	2	2													
Apr. . . .	—	—	—	—	—	—	1	4	1	2				1										
Mai . . .	—	—	—	—	—	—														1				
Juni . . .	—	—	—	—	—	—																		
Juli . . .							1				1								—	—	—	—	—	—
Aug. . .														1					—	—	—	—	—	—
Sept. . .																			—	—	—	—	—	—
Okt. . . .							2	1					2		1	2			—	—	—	—	—	—
Nov. . .	2	1					2				1		1						—	—	—	—	—	—
Dez. . . .													1						—	—	—	—	—	—
S:a							8	11	10	4	4		4	2	1	2								

Versuchsfeld auf Ålsta.

Anzahl Wassermessungen mit folg. Mengen bei Messung jede 24. Stunde.

	1926						1927						1928						1929					
	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	über 0.8
	lit/sek/ha						lit/sek/ha						lit/sek/ha						lit/sek/ha					
Jan. . . .	—	—	—	—	—	—																		
Febr. . .	—	—	—	—	—	—																		
März . .	—	—	—	—	—	—																		
Apr. . . .	—	—	—	—	—	—	1	2	1	1		4											1	3
Mai . . .	—	—	—	—	—	—	1		2											1		1		1
Juni . . .	—	—	—	—	—	—						2												2
Juli . . .							2			2									—	—	—	—	—	—
Aug. . .							1												—	—	—	—	—	—
Sept. . .										1		1							—	—	—	—	—	—
Okt. . . .							4	1					3	2	1				—	—	—	—	—	—
Nov. . .							5						2	2	1	1			—	—	—	—	—	—
Dez. . . .																			—	—	—	—	—	—
S:a							14	3	3	4		7	5	4	2	1								

Die nach Grösse des Abflusses und Länge der Zeit grössten Abflüsse sind nicht durch Niederschlag, sondern durch Bodenfrost- und Schneeschmelze entstanden. Ich will sie in dieser Abteilung, um sie von den nur der

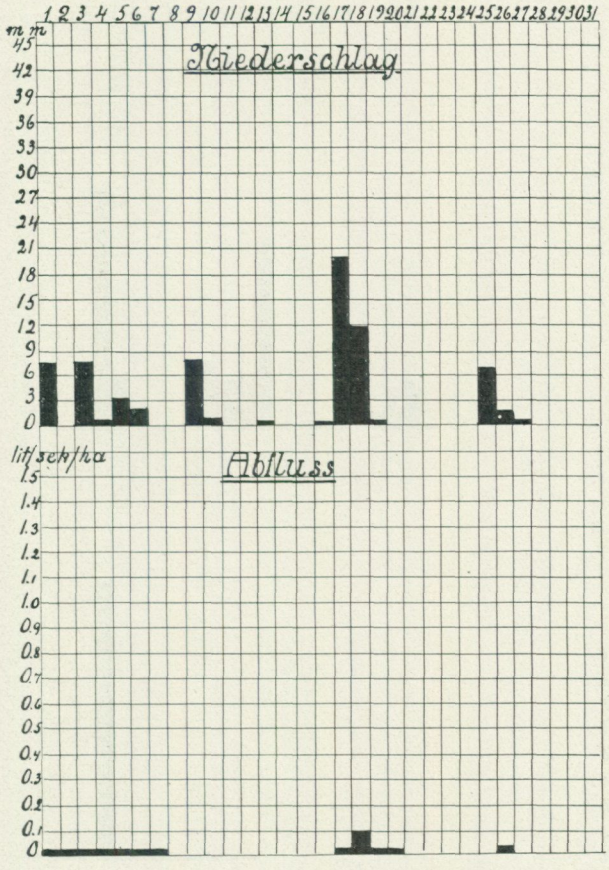

Abb. 53. *Geringer Dränwasserabfluss* wegen hohen Sättigungsdefizits sowie grosser Wasseraufnahme der Vegetation (Hafer).
Versuchsfeld auf Lind, Juli 1922.
Siehe Bericht über den Abfluss Seite 64!

Menge nach grössten Abflüssen zu unterscheiden, mit „grösstem Abfluss" bezeichnen, also grösstem Abfluss in Anführungsstrichen.

Auf dem Mosåsfelde trat der „grösste Abfluss" während der Bodenfrostschmelze im Frühjahr 1927 ein. Dieser Abfluss kann als der am längsten andauernde grössere Abfluss angesehen werden, der überhaupt auf meinen Versuchsfeldern gemessen wurde. Infolge starken Taus stieg zwar während der vier Tage vom 11.—14. 3. das Wasser in der Vorflut etwas, jedoch nur unbedeutend, über den Ausguss, so dass eine Messung während dieser Tage nicht ausgeführt

werden konnte; dieses hindert jedoch nicht, dass man im grossen und ganzen aus vorliegendem Gesichtspunkte die Grösse des Abflusses gut beurteilen kann.

Siehe den Bericht über Niederschlag und Abfluss auf dem Mosåsfelde im März des genannten Jahres! (S. 153).

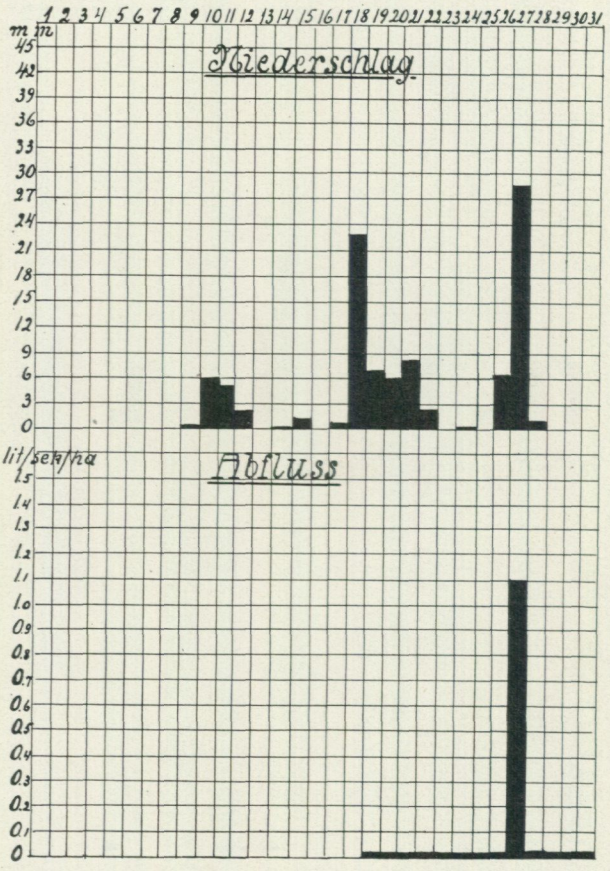

Abb. 54. *Geringer Dränwasserabfluss* (mit Ausnahme eines Tages) wegen grossen Sättigungsdefizits und grosser Wasseraufnahme der Vegetation (Hafer).
Versuchsfeld auf Lind Juni 1921.
Siehe Bericht über den Abfluss Seite 51!

Auf dem Ålstafelde trat der „grösste Abfluss" während der Bodenfrostschmelze ebenfalls im Frühjahr 1927 ein, obgleich hier, bei einem Abstand der Versuchsfelder von nur 12 km die Schmelze etwas später eintrat, nämlich im April. Siehe den Bericht für das Ålstafeld April 1927! (S. 175).

Der „grösste Abfluss" auf dem Lindfelde entstand ebenfalls durch Bodenfrostschmelze, nämlich während der letzten Hälfte des Aprils und ersten Hälfte des Mais 1924. Siehe den Bericht für das Lindfeld und das Diagramm Abb. 56!

Auf den Fjugesta- und Tolvsbördfeldern hat nur kürzere Zeit „grosser Abfluss"

stattgefunden, z. B. 2—3 Tage nacheinander, der teils durch Bodenfrostschmelze, teils durch Regen hervorgerufen wurde.

Während Perioden mit grösserem andauernden Abfluss durch Bodenfrostschmelze ist, infolge von niedriger Lufttemperatur, der Abfluss während der Nacht oft sehr heruntergegangen.

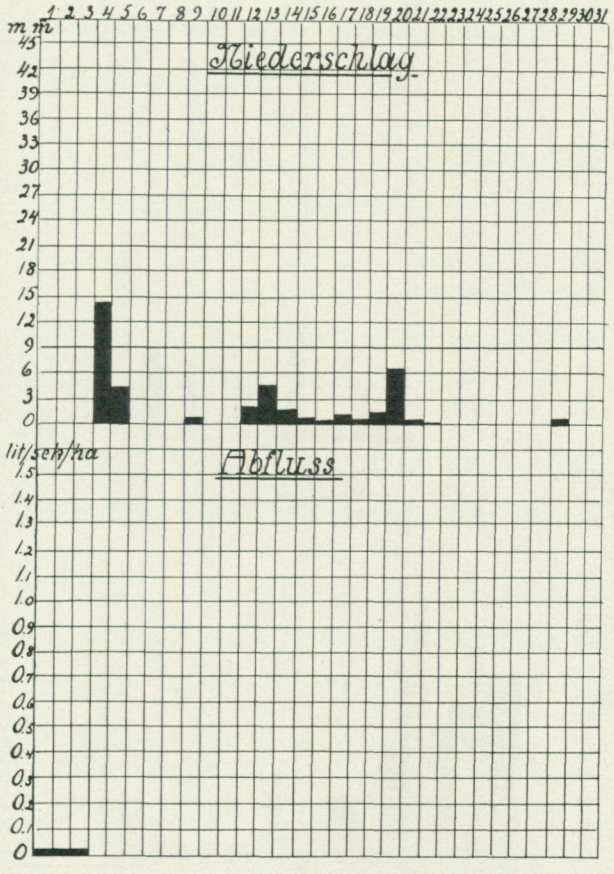

Abb. 55. *Aufhören des Dränwasserabflusses* durch niedrige Temperatur (Bodenfrost). Durch die Periode starken Frosts, welche am 3. 11. begann, endete für dieses Jahr der Abfluss. Der Niederschlag dieses Monats, hauptsächlich Schnee, teilweise aber Regen, zusammen 39,4 mm, fiel auf den gefrorenen Boden und brachte keinen Abfluss mit sich.
Versuchsfeld auf Lind November 1921.
Siehe Bericht über den Abfluss Seite 56!

Durch Regen sind lange andauernde grössere Abflussmengen nicht entstanden.

Betreffs der Resultate der Messungen des Dränwasserabflusses als Funktion des Niederschlags wird im übrigen auf die Monatsberichte vom Lindfelde hingewiesen (Siehe auch Abb. 53—57).

β. Bodengefälle und dessen Einwirkung auf den Dränwasserabfluss.

Es liegt nahe anzunehmen, dass die Grösse des Gefälles auf den Dränwasserabfluss einwirken würde, indem auf stark geneigtem Boden die Wassermenge geringer ist, als auf Boden mit schwachem Gefälle (Pfeiffer 1924).

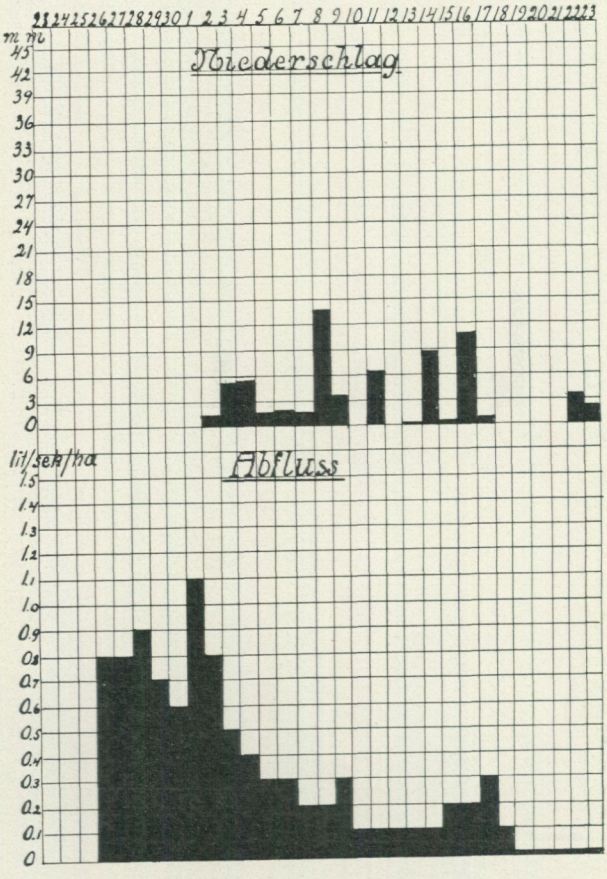

Abb. 56. *Starker Dränwasserabfluss durch Bodenfrostschmelze* d. 23. 4.—1. 5. ohne Niederschlag. Versuchsfeld auf Lind im Frühjahr 1924 d. 23. 4.—23. 5.
Siehe Bericht über den Abfluss Seite 74, 75!

Aus oben angeführter statistischer Darlegung der Ergebnisse der Tagesmessungen auf jedem Versuchsfelde geht indessen hervor, dass eine Gesetzmässigkeit in dieser Hinsicht kaum zu konstatieren ist. Auch nicht bei Entstehung von länger andauernder grösserer Abflussmenge hat die Grösse des Gefälles einen entscheidenden Einfluss gehabt.

Der am längsten andauernde grösste Abfluss hat, wie erwähnt, auf dem Mosåsfelde (Gefälle 2.3 : 1 000) stattgefunden. (S. 153).

Länger andauernder grösserer Abfluss wurde auch auf dem Ålstafelde beobachtet; das Gefälle dieses Sammlers beträgt 6 : 1 000. Bei dem Ålstafeld muss aber beachtet werden, dass auf dem dränierten Gebiete, mit einer Fläche von 1.66 ha, Tagwasser von einem angrenzenden, etwas höher gelegenen Gebiete von 0.45 ha herabgeflossen ist. Siehe die Beschreibumg über das Ålstafeld! (S. 175).

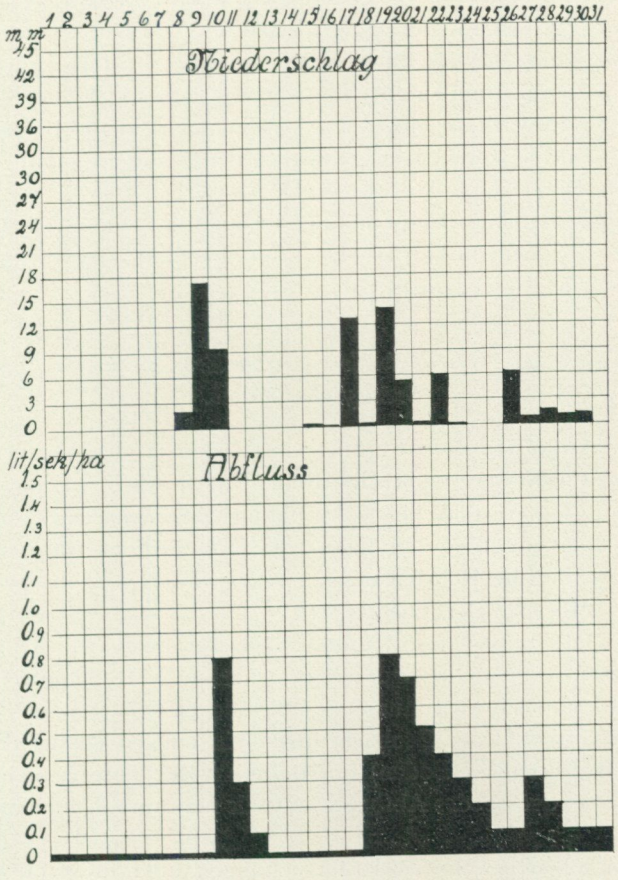

Abb. 57. *Starker Dränwasserabfluss durch Regen.*
Versuchsfeld auf Lind Oktober 1928.
Siehe Bericht über den Abfluss Seite 98!

„Grosser Abfluss" ist aber auch auf dem Lindfelde festgestellt worden. Gefälle 25.8 : 1 000 (Abb. 56), während auf dem Fjugestafelde, Gefälle 2.8 : 1 000, und Tolvsbördfelde, Gefälle 61.5 : 1 000, „grosser Abfluss" nicht vorkam.

Das Gefälle hat also kaum auf den Abfluss eingewirkt. Der Grund zu diesem Verhältnis dürfte darin liegen, dass, wenn der Boden durch Eggen etc. gelockert ist, auch bei grossem Gefälle ein bedeutender Teil des Regenwassers von der Ackerkrume aufgenommen wird. Betreffs des durch schmelzenden Boden-

frost entstehenden Wassers dürfte auch auf Boden mit starkem Gefälle — wenigstens von Schichten, die tiefer als die Wasserfurchen des Feldes oder tiefer als die durchlässigere Ackerkrume liegen — der Hauptteil nach den Leitungen zu sinken.

γ. Verdunstung.

Die Verdunstung hat eine entscheidende Einwirkung auf den Abfluss ausgeübt, indem bei grossem Feuchtigkeitsdefizit und starkem vegetativem Wachstum der Saat, auch bei reichlichem Niederschlag, Abfluss entweder nur in geringer Menge vorgekommen ist, oder sogar vollständig fehlte.

Bezüglich der Einwirkung dieses Faktors wird auf meine Besprechung über den Abfluss auf dem Lindfelde während der Sommermonate hingewiesen, ebenso auf die Diagramme Abb. 53, 54.

Aus den allmonatlichen Besprechungen vom Lindfelde (Abt. I, 3, A) geht auch hervor, dass bei starker Insolation Schnee mitunter direkt von fester Form in Gasform übergegangen ist.

δ. Durchlässigkeit des Bodens in den obersten Erdschichten bis zum Niveau des Dränsystems hinab.

Aus dem detaillierten Bericht über die Bodenart der Versuchsfelder, der oben gegeben ist, geht hervor, dass der Boden auf sämtlichen Feldern im grossen und ganzen aus Ton besteht. Eine Ausnahme davon macht das Ålstafeld, wo die oberste Schicht im grossen und ganzen aus Mo besteht, während die darunter liegende, in die die Rohrleitungen gelegt worden sind, hauptsächlich aus fest gepackter Moräne oder Ton besteht.

Der Abfluss bezieht sich also hauptsächlich auf Tonboden. Ob und in welchem Grade der Abfluss auf anderen Bodenarten, z. B. Schluffboden, ebenso gross ist, kann demnach nicht aus diesen Versuchen hervorgehen.

Auf Grund verschiedener Beobachtungen bin ich jedoch der Ansicht, dass (auf dränungsbedürftigem Boden) die Bodenart des Untergrundes geringeren Einfluss auf die Grösse des Abflusses hat, als man im allgemeinen annehmen dürfte.

Aus meinen oben erwähnten Untersuchungen über die Dränwassermenge bei Messungen in einem Zeitintervall von 1 Stunde geht hervor, dass auch auf Tonboden das Wasser sehr schnell den Leitungen zurinnt. Siehe z. B. Abb. 50 mit dazugehörigem Text!

Dass die Bodenart des Untergrundes nicht eine entscheidende Bedeutung hat, wird darauf beruhen, dass auf den Versuchsfeldern — wie in Abt. II durch meine Durchlässigkeitsuntersuchungen erwiesen werden soll — Wasser in der durchlässigeren Ackerkrume, auf dem Untergrunde den Dränleitungen zurinnt und in den bei der Dränung umgegrabenen Boden sinkt, der im grossen und ganzen eine bedeutend grössere Durchlässigkeit besitzt, als der natürlich gelagerte Boden.

b. *Die durch Dränsysteme abzuleitende Wassermenge.*

Bevor ich näher auf die Frage eingehe, welcher Abfluss pro Zeit- und Flächeneinheit, lit/sek/ha, der Dimensionierung der Dränleitung zu Grunde gelegt werden muss, dürfte es angebracht sein, zuerst darzulegen, welche Gesichtspunkte bei der Beantwortung der Frage beachtet werden müssen.

Zur Beleuchtung der Frage will ich anfangs das Problem vereinfachen und dabei einige allgemein bekannte Fälle anführen. Ich gehe von dem Beispiel aus, dass Wasser durch eine dichte Rohrleitung aus einem Behälter, der nur Wasser und nicht Erdboden enthält, abgeleitet werden soll. Das Wasser soll aus dem Behälter durch eine Seitenöffnung am Boden des Behälters in die Leitung strömen. In diesem Falle sickert also das Wasser nicht durch Rohrfugen ein, wie bei einer Dränleitung. Wenn in diesem Falle dem Behälter dauernd in grösserer Menge Wasser zugeführt wird, als der Kapazität der Rohrleitung entspricht, so steigt die Wasseroberfläche im Behälter. Hierdurch entsteht ein Druck, welcher eine grössere Ausflussgeschwindigkeit erzeugt.

Wenn die Wasserzufuhr, nachdem das Wasser ein gewisses Niveau erreicht hat gleich der Kapazität der Leitung bei der vorliegenden Wassertiefe gehalten wird, bleibt die Wassertiefe konstant. Wird die Zufuhr hinreichend vermindert, so sinkt die Wasseroberfläche und erreicht allmählich des Niveau des Abflusses.

Die Kräfte, die in diesem einfachen, allgemein bekannten Falle die Bewegung des Wassers bestimmen, sind die Schwerkraft und die Reibung. Die Reibung, die hier — abgesehen von der Reibung in der Leitung — beim Einlauf entsteht und die durch geeignete Anordnung des Einlaufs herabgesetzt werden kann, ist im Verhältnis zur Wirkung der Schwerkraft unbedeutend. Die letztere Kraft wird hier für die Bewegung des Wassers entscheidend. Die Grösse der Reibung in solchen Fällen, wie im vorliegenden, ist studiert worden und kann für gewisse Verhältnisse ziemlich genau angegeben werden.

Andere Verhältnisse treten ein, wenn der Behälter mit Erdboden gefüllt wird, durch den das Wasser sickern muss, und wenn das Abflussrohr aus einer in gewöhnlicher Weise gelegten Leitung aus Dränröhren besteht, durch deren Fugen das Wasser einsickert. In diesem Falle entsteht Reibung, einmal beim Rinnen des Wassers im Boden, dann beim Eindringen desselben in die Leitung. Die zurückhaltende Wirkung der Reibung auf die Bewegung des Wassers wird in diesem letzteren Falle, im Verhältnis zur treibenden Wirkung der Schwerkraft, bedeutend grösser. Die hinzugeführte Erde verspätet das Abrinnen des Wassers und gleicht die Variationen des Abflusses aus. Der Boden speichert das Wasser auf; dies bewirkt, dass der Maximumabfluss geringer, die Zeitperiode des Abflusses aber länger wird.

Die Bestimmung der Abmessung einer Dränleitung für das Ableiten des Wassers aus einem mit Erde gefüllten Behälter, um obenstehendes Beispiel weiterzuführen, erfordert nicht in erster Linie Kenntnis darüber, welche

Menge dem Behälter zugeführt wird, sondern welche Menge von dem Boden und den Röhrenfugen durchgelassen wird und also in die Leitung hineinrinnt.

Bei der Dimensionierung der Leitungen bei Dränung von Ackerboden wird die Frage in Wirklichkeit komplizierter. Hier gilt es nämlich nicht, wie im letztgenannten Beispiele, unmittelbar die Menge, welche während einer kurzen Zeitperiode in die Leitungen einströmt, abzuleiten. Hierfür würden zu weite und teuere Sammler erforderlich sein. Es gilt vielmehr zu entscheiden, ob und eine wie grosse und langwierige Aufspeicherung oder Stauung vom Grundwasser im Boden ohne Schaden für den Pflanzenbau stattfinden darf, damit durch Ausdehnung der Zeit des Abflusses Sammler von kleinerem Querschnitt zu geringeren Kosten verwendet werden können.

Es ist indessen geltend gemacht worden, dass bei Dimensionierung der Dränleitungen nicht nur beachtet werden muss, dass das Grundwasser schnell genug abgeleitet werden soll, sondern auch, dass die Leitung infolge der Gefahr der Verschlemmung grössere Dimension als diejenige erhalten muss, welche für das Ableiten des Wassers als erforderlich berechnet wird. Die Leitungen sollten also überdimensioniert werden, um für hineingekommenen Schlamm Platz zu machen, damit der Zeitpunkt ihrer Verschlemmung hinausgeschoben und die Dauerhaftigkeit der Dränung erhöht werde. Man hat hierbei auf die Praxis in den Vereinigten Staaten von Nordamerika hingewiesen, wo die Sauger gewöhnlich einen bedeutend grösseren Durchmesser als in Europa erhalten, nämlich in der Regel 10 cm, in gewissen Staaten sogar mitunter 12.5 cm. (Fredholm 1924).

Zu dieser Frage will ich folgendes anführen.

Unsere Kenntnis von der Wassergeschwindigkeit in Dränleitungen ist unvollständig, besonders was die Geschwindigkeit betrifft, welche für das Entfernen hereingekommenen Schlamms erforderlich ist. Ich habe bereits früher in einem Vortrag vor der Königl. Landwirtschaftsakademie zu Stockholm im Jahre 1921, den Vorschlag gemacht, die Geschwindigkeit auf experimentalem Wege zu ermitteln.

Später sind zwei experimentale Untersuchungen über die Geschwindigkeit in den Dränleitungen veröffentlicht worden, nämlich einmal von den Amerikanern Yarnell und Woodward — über deren Ergebnisse im „Kulturtechniker" Jahrg. 1925 von Fauser Bericht erstattet wird, während die Versuche in derselben Zeitschrift, Jahrgang 1926 von Deubel besprochen werden[1] — sowie zweitens von den Dänen Aage Feilberg und C. L. Feilberg (1928). Diese beiden Untersuchungen sind mit grosser Genauigkeit und Sorgfalt geplant und ausgeführt worden. Die Ergebnisse sind deshalb geeignet, grosses Interesse auf sich zu ziehen.

Die amerikanischen Versuche umfassen indessen nur Rohrleitungen mit mindestens 10 cm Durchmesser und mit Gefälle unter 15 : 1 000.

Die dänischen Versuche sind noch nicht abgeschlossen. Der abgegebene Bericht bringt eine Beschreibung der Anlage der Versuche und das Resultat des ersten Jahres.

[1] Siehe auch eine Berichtigung von Zunker im Jahrgang 1930, Seite 180!

Obgleich also die Kenntnis von der Wassergeschwindigkeit in den Dränleitungen, wie erwähnt, unvollständig ist, kann doch folgendes allgemeine Gesetz als bewiesen gelten, nämlich, dass die Geschwindigkeit v mit steigendem, hydraulischem Radius R steigt, wobei R = das Verhältnis zwischen dem Querschnitt F des Wasserstroms und dem feuchten Umfang P ist. Dieser Verlauf kommt zum Ausdruck in der Formel

$$v = k\sqrt{RI}$$

wo

$$R = \frac{F}{P}$$

Danach ist für dieselbe relative Wassertiefe — d. h. absolute Wassertiefe im Verhältnis zum Durchmesser — die Geschwindigkeit in einer grösseren Leitung grösser, als in einer kleineren. Dieses gilt bei gefüllter Leitung ohne Druck auch bei der grössten Geschwindigkeit des Wassers, welche bei einer Wassertiefe von 81.1 % des Durchmessers eintritt.

Wenn bei konstanter Wassermenge und gefüllter Dränleitung ohne Überdruck die Dimension der Röhre vergrössert wird, wird eine Grenze erreicht, bei welcher die Geschwindigkeit durch verminderten hydraulischen Radius gegenüber der Geschwindigkeit in gefüllten kleineren Leitungen verringert wird. Eine Vergrösserung der Dimension über diese Grenze verursacht also verminderte Geschwindigkeit und in schwachem Gefälle zunehmende Gefahr für Verschlemmung.

Anderseits ist selbstverständlich aus demselben Gesichtspunkt, d. h. Gefahr der Verschlemmung, eine Minimalgrenze notwendig, unter die man nicht gehen darf.

Im folgenden setze ich voraus, dass Überdimensionierung nicht in Frage kommen darf. Ich rechne weiter damit, dass eine Stauung des Grundwassers während einer so kurzen Zeitperiode, dass hierdurch die Entwicklung der Kulturpflanzen nicht herabgesetzt wird oder Verschlemmung des Bodens nicht entsteht, aus ökonomischen Gründen, nämlich der Begrenzung der Rohrdimensionen, berechtigt ist.

In der Kulturtechnik ist, wie oben erwähnt, von verschiedenen Verfassern die Ansicht ausgesprochen worden, dass Dränleitungen so dimensioniert werden müssen, dass das durch schmelzenden Bodenfrost entstandene Grundwasser während einer Zeit von $^1/_2$ Monat (14—15 Tage) abgeleitet wird (Vincent, Schlesische Generalkommission, u. a.).

Hannemann berechnet die entsprechende Zeit auf einen Monat (1876).

Hierbei muss indessen daran erinnert werden, dass die Schneeschmelze selten während einer ganzen Tag- und Nachtperiode stark ist. Infolge niedrigerer Lufttemperatur nimmt sie gewöhnlich während der Nacht ab. Bei einer Dimensionierung nach z. B. den Normen der Schlesischen Generalkommission leitet deshalb das Dränsystem oft jede Tag- und Nachtperiode das während derselben Periode entstandene Schmelzwasser ab.

Die Zeit der Schmelze wechselt je nach der Tiefe des Bodenfrosts, sowie der

Lufttemperatur, der Windstärke, der Insolation, des Niederschlags u.s.w. In Mittel-Schweden kann diese Zeit auf ungefähr 1—4 Wochen berechnet werden.

Mit Rücksicht auf den grossen Schaden, der das in der Ackerkrume gestaute Schmelz- und Regenwasser für die Vegetation verursacht, sowie durch Verschlemmung des Tonbodens während der Vegetationszeit, scheint es mir, dass die Sammler so dimensioniert werden müssen, dass die Systeme das Schmelzwasser und Regenwasser in bedeutend kürzerer Zeit als die angeführte ableiten können, d. h. höchstens in drei Tagen nach Aufhören der Sehmelze oder des Regens. (Betreffs der hierfür erforderlichen Dimensionierung ist zu beachten, dass von dem Wasser so viel wie möglich durch sorgfältige Tagwasserableitung abzuleiten ist).

Selbstverständlich kann ein Material, dass in mehreren Jahren von einer Anzahl Felder gewonnen ist, mit Rücksicht auf die wechselnden Verhältnisse, von denen der Abfluss abhängt, nicht eindeutig die Frage nach der Grösse des Abflusses, die der Rohrdimensionierung zu Grunde gelegt werden muss, beantworten.

Wenn die Abflussmessung nur ein Feld während nur eines Jahres umfasst hätte, wäre ein eindeutiges Ergebnis erreicht worden, selbstverständlich aber ein unsicheres. Das vorliegende Material ist sicherer, aber schwerer zu deuten. Es ist natürlich, dass dieses Material von verschiedenen Personen verschieden gedeutet werden kann.

Nach Verf. soll die Zahl 0.5 lit/sek/ha der Berechnung zu Grunde gelegt werden.

Diese Zahl gilt für Ableitung von direkt durch Niederschlag entstandenem Senk- und Grundwasser. Beim Druckwasserzufluss im Boden oder Tagwasserzufluss auf der Bodenoberfläche von angrenzenden Gebieten in nennenswerter Menge sind die Zahlen höher zu setzen.

Bei Ermittelung der Zahl 0.5 lit/sek/ha habe ich u. a. auch beachtet, dass das Wasser, das bei zufriedenstellender Tagwasserableitung in den Boden einsickert, so schnell durch die Dränsysteme abgeleitet werden muss, dass der Boden, speziell Tonboden, nicht zugeschlemmt wird, sowie auch, dass die Grösse eines Feldes in der Beziehung auf die Grösse des Dränwasserabflusses einwirken wird, dass — unter im übrigen ähnlichen Verhältnissen — auf grösseren Feldern der Tagwasserabfluss pro ha kleiner und also der Dränwasserabfluss entsprechend grösser ist, als auf kleinen Feldern.

In Abt. III, 3 habe ich eine Berechnung der Dränrohrweite angeführt, auf eine Abflussmenge von 0.5 lit/sek/ha berechnet.

4. Genauigkeit des Versuchsmaterials.

A. Über den Wert der Fehlertheorie in der Landwirtschaftsforschung.

Die Fehlertheorie ist nichts Neues auf landwirtschaftlichem Gebiete. Bereits vor mehr als 100 Jahren wurde sie z. B. in der Astronomie und der Geodäsie eingeführt und hat sich dort vollständig eingebürgert. Früher vertrat

man die Auffassung, dass eine astronomische oder geodätische Beobachtung, eine Messung, genau ausgeführt werden könne, und dass der Grund für vorkommende Abweichungen oder Fehler nur ungenügende Genauigkeit sei. In jener Zeit kam man aber zu der Einsicht, dass mangelhafte Genauigkeit nur die Ursache für gewisse grobe Fehler sei, d. h. Fehler, die durch Irrtümer bei den Messungen, sowie durch Anwendung nicht justierter Instrumente etc. verursacht sind, dass aber abgesehen hiervon auch bei der grössten Genauigkeit wiederholte Messungen verschiedene Ergebnisse zeitigen. Diese also unvermeidlichen Fehler, oder wie man sie nennt, die zufälligen Fehler, wurden jetzt Gegenstand eingehenden Studiums und mathematischer Behandlung, um Kenntnis über ihre Häufigkeit, Grösse usw. zu bekommen, und um auf Grund der hierdurch gewonnenen Einsicht die Genauigkeit eines Versuchsmaterials beurteilen, sowie geeignete Beobachtungsmethoden wählen zu können, um dadurch diese Art Fehler soviel wie möglich zu vermeiden.

Einen hervorragenden Anteil an der Entwickelung auf diesem Gebiete hat der Deutsche Gauss durch seine im Anfang des 19. Jahrhunderts veröffentlichten Arbeiten über Fehlergesetze und Fehlerausgleichung; ungefähr gleichzeitig legte der Franzose Legendre dieselbe Theorie vor.

Allmählich gewann diese neue Auffassung immer grösseres Vertrauen und weitere Anwendung. Seit mehreren Jahrzehnten wird gegenwärtig die Fehlertheorie in jedem Kulturlande als ein wichtiges Lehrfach der höheren geodätischen Ausbildung gelehrt.

Späterhin haben neue Wissenschaften von diesen Theorien und Methoden Gebrauch gemacht, so z. B die Nationalöknomie und die Statistik.

Der erste, der den Gedanken aussprach, dass man sich auch in der Landwirtschaftsforschung der Vorteile, die eine mathematische Behandlung der Versuchsergebnisse aufzuweisen hat, bedienen möchte, war Rodewald (Siehe seinen Aufsatz: „Untersuchungen über die Fehler der Samenprüfungen". Arbeiten der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft. Heft 101. 1904). Die Methode wurde von seinem Schüler Mitscherlich aufgenommen und entwickelt, so dass letzterer ein Bahnbrecher auf dem Gebiete dieser Landwirtschaftsforschung wurde.

Dennoch ist auf diesem Gebiet die Einführung der Methode auf Widerstand gestossen. Mancher hervorragende Forscher stand ihr ohne Verständnis gegenüber. Während der letzten Jahre hat sich aber eine andere Auffassung durchgesetzt, und nicht am wenigsten in den nordischen Ländern. In der wissenschaftlichen Zeitschrift: „Nordisk Jordbruksforskning", dem Organ des Nordischen Landwirtschaftsforschervereins, ist das Thema von mehreren Verfassern nach verschiedenen Gesichtspunkten behandelt worden. Die Verfasser waren sich, obgleich sie in gewissen Beziehungen auseinandergehende Meinungen vertraten, doch ohne Ausnahme über den Wert der Methode einig.

Als ein Ausdruck der Wertschätzung der Methode kann erwähnt werden, dass im Jahre 1926 im genannten Verein eine neue Sektion gebildet worden

ist, benannt: Sektion für Versuchstechnik und Versuchsmathematik. Dieses schliesst aber nicht aus, dass auch in den nordischen Ländern mancher Forscher noch nicht Stellung zu der Frage genommen hat, bezw. den Wert der Methode ableugnet.

Bei meinen Studien, auch in der Geodäsie, bin ich zu der Überzeugung gekommen, dass die Einführung einer mathematischen Behandlung der Versuchsresultate auch auf dem Gebiete der Landwirtschaftsforschung eine Entwicklung von grossem Wert bedeutet, und zwar nach zwei Gesichtspunkten hin, nämlich

einmal, weil diese Methode die Möglichkeit bietet, die Genauigkeit, d. h. den Wert der Versuchsergebnisse zu ermessen, und

weiter, weil es erst dann, wenn man diesen Einblick bekommen hat, möglich sein wird, durch geeignete Anstellung späterer Versuche, die Fehler so viel wie möglich zu vermeiden.

An einen Forscher muss der Anspruch gestellt werden, dass er imstande ist, den Wert seiner Ergebnisse zu beurteilen, und dass er die Versuche so anordnet, dass die Fehler auf ein Minimum reduziert werden. Dieses gilt besonders von einer Forschung, die so unmittelbar im Dienste des praktischen Lebens steht, wie die Landwirtschaftsforschung, da die Landwirte oft angewiesen sind, die Forschungsresultate anzuwenden, ohne eine Möglichkeit zu haben, sie vor der Anwendung zu kontrollieren. Solche Beurteilung der Versuchsergebnisse ist jedoch nicht möglich ohne erforderliche Kenntnisse auf dem Gebiet der Fehlertheorie.

Für einen Landwirtschaftsforscher ist es nicht genug, dass er die gegebenen Formeln anwendet, er muss sich auch vollständig den Gedankengang angeeignet haben, der zur Aufstellung derselben den Grund gegeben hat. Nur unter diesen Bedingungen kann der Wert der Fehlertheorie für die Landwirtschaftswissenschaft zu seinem Rechte kommen.

Die Unterschätzung der Fehlertheorie in der Landwirtschaftsforschung, wie auf gewissen anderen Gebieten der Naturwissenschaft, liegt nicht selten in mangelnden Kenntnissen der Fehlertheorie.

Oft ist es auch der Fall, dass derjenige, der nur ein mechanisches Rechnen mit Formeln gelernt hat, den Wert der Fehlertheorie überschätzt, indem er die Formeln unter Verhältnissen anwendet, wo sie genaue Ergebnisse im erforderlichen Grad nicht geben können.

B. Diskussion der Fehlertheorie, besonders des mittleren und des durchschnittlichen Fehlers, im Anschluss an die vorliegenden Beobachtungen, d. h. Wassermessungen.

Um die Genauigkeit einer Beobachtung beurteilen zu können, hat man den Fehler, mit dem die gemessene Grösse behaftet ist, zu ermitteln. Verschiedene Methoden zur Ermittelung der Fehler, d. h. verschiedene Genauigkeitsmasse, sind zur Anwendung gekommen, u. a. der mittlere Fehler:

$$s = \pm \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

und der durchschnittliche Fehler:

$$t = \pm \frac{\Sigma v}{\sqrt{n(n-1)}},$$

wo folgende Bezeichungen angewendet worden sind:
der mittlere Fehler jeder einzelnen Beobachtung: s,
der durchschnittliche Fehler jeder einzelnen Beobachtung: t,
die Abweichungen vom arithmetischen Mittel: v,
das Zeichen für algebraische Summierung: Σ,
die Anzahl der Beobachtungen: n.

Bevor ich zur Wahl eines Genauigkeitsmasses übergehe, will ich — im Anschluss an die hier in Frage kommenden Beoabachtungen — kurz den Gedankengang erörtern, der als Grund für die Aufstellung der beiden Formeln angesehen werden kann, und auch die Herleitungen derselben bringen[1]. Dabei werden ausser oben erwähnten Bezeichnungen auch folgende zur Anwendung kommen:

Die beobachteten Grössen, d. h. Wassermengen, also lit/sek/ha $= a$,
das arithmetische Mittel aller Beobachtungen: A,
der mittlere Fehler des arithmetischen Mittels: m,
der durchschnittliche Fehler des arithmetischen Mittels: T,
der wahre Fehler: ε,
der wahrscheinliche Fehler: r.

(Eggert 1907, Hegemann 1919, Jordan 1920, Mitscherlich 1923 und 1927, Bondorff 1928, R. K. Kristensen 1929.)

Nur selten ist es möglich, einen genauen Wert der zufälligen Beobachtungsfehler zu ermitteln, d. h. Kenntnis von den wahren Fehlern zu erhalten. In der Landwirtschaftswissenschaft wird es kaum vorkommen. Ich habe indessen bei einer geodätischen Untersuchung solche Beobachtungen ausgeführt, wo ich die wahren Fehler ermitteln konnte, eine Untersuchung, die ich zunächst kurz angeben will.

Teils, um zu ermitteln, mit welcher Genauigkeit unter gewissen Bedingungen eine Höhenmessung ausgeführt werden kann,

teils, um einen Vergleich zwischen der von Gauss berechneten Fehlerverteilung und der wirklichen Verteilung der wahren Fehler zu Stande zu bringen, habe ich mit demselben justierten Instrument 100 Nivellements nacheinander von einem Assistenten (Nivellierer) ausführen lassen. Dabei wurde jedesmal als der erste und der letzte Höhenpunkt ein und derselbe feste Punkt gewählt. Da der Höhenunterschied des ersten und des letzten Punktes gleich Null war, wusste ich also, dass andere Differenzen wahre Fehler sein mussten.

Die Nivellements wurden mit einem in der kulturtechnischen Praxis in Schweden viel gebrauchten Nivellierinstrument ausgeführt (Ljungström). Der Ab-

[1] Siehe Anm. S. 207!

stand zwischen Station und Latte war jedesmal 30 m. Die Ablesungen wurden in mm ausgeführt. Zwischen zwei Ablesungen, die mit einander verglichen werden sollten, wurde das Instrument immer auf einem neuen Platz aufgestellt, weshalb solche Ablesungen von zwei verschiedenen Stationen ausgeführt wurden.

Ein Bericht über diese Untersuchung liegt ausserhalb der vorliegenden Darstellung. Nebenbei mag jedoch angeführt werden, dass bei einer grösseren Anzahl Beobachtungen die Verteilung der wahren Fehler im grossen und ganzen dem von Gauss auf theoretischem Wege gefundenen Fehlerverteilungsgesetze folgte:

$$y = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-x^2}$$

Aus der Untersuchung ging aber auch hervor, dass bei einer kleinen Anzahl Beobachtungen, z. B. 3—6, die Fehlerverteilungskurve oft bedeutend von derjenigen Form abwich, welche durch Gauss angegeben ist.

Bei dieser geodätischen Untersuchung habe ich also für jede einzelne Beobachtung den wahren Fehler berechnen können. Die Frage ist nun: Kann man auf Grund des also erhaltenen Materials auch den mittleren und den durchschnittlichen Fehler genau berechnen, d. h. den wahren mittleren Fehler und den wahren durchschnittlichen Fehler bestimmen?

Der mittlere Fehler kann zunächst als ein Mittelwert aller wahren Beobachtungsfehler angesehen werden. Er wird gebildet durch folgende Gleichung:

$$s = \sqrt{\frac{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \cdots + \varepsilon_n^2}{n}},$$

also

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma\varepsilon^2}{n}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Der mittlere Fehler ist also aus den Quadraten der Fehler der einzelnen Beobachtungen abgeleitet.

Für den mittleren Fehler gilt also, dass seine Berechnung aus einer kleinen Anzahl wahrer Fehler wenig zuverlässig sein kann. Je grösser die Anzahl der Fehler ist, desto genauer wird s angegeben. In exakter Definition kann angegeben werden, dass der mittlere Fehler der Grenzwert ist, den der Ausdruck

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma\varepsilon^2}{n}}$$

erhält, wenn n unendlich gross ist.

Obgleich man bei dieser meiner Untersuchung mit wahren Fehlern zu tun hatte, ist es also nicht möglich, einen genauen mittleren Fehler der Beobachtungen zu errechnen, und dies aus dem Grunde nicht, weil die Zahl der Fehler endlich war.

Mit einer so grossen Anzahl Beobachtungen wie 100 kann indessen s — wenn auch nicht exakt — so doch mit genügender, ja man kann sagen, grosser Genauigkeit berechnet werden.

Von diesem Beispiel ausgehend, ist zu erwähnen, dass in der Landwirtschaftswissenschaft der mittlere Fehler selten mit so grosser Genauigkeit angegeben werden kann, wie bei dieser geodätischen Untersuchung, und dies aus folgenden zwei Gründen:

E i n m a l hat man keine Kenntnis von den wahren Fehlern,

w e i t e r i s t die Anzahl der Beobachtungen geringer.

Von den wahren Fehlern wird man bei landwirtschaftlichen Problemen nicht Kenntnis bekommen können. Es bleibt also nichts anderes übrig, als die Anzahl der Beobachtungen so gross zu machen, wie es für die Genauigkeit in jedem vorkommenden Fall erforderlich ist. Die Tatsache, dass — wie später eingehend erörtert werden soll — der mittlere Fehler des arithmetischen Mittels sich im Verhältnis der Quadratwurzel aus der Anzahl der Beobachtungen verkleinert, gibt eine gute Anleitung zur Beurteilung der erforderlichen Anzahl Beobachtungen.

Wenn man, wie es bei den Dränwassermessungen der Fall ist, die wahre Grösse ebensowenig wie die wahren Fehler kennt, bildet man das a r i t h m e t i s c h e M i t t e l, A, aller Beobachtungen. Dieser Wert ist zwar nicht der exakte Mittelwert der Grössen, ist aber als d e r b e s t e W e r t, der erhalten werden kann, anzusehen. Man kann also die Abweichungen der einzelnen Beobachtungen vom arithmetischen Mittel als Beobachtungsfehler b e t r a c h t e n, darf sie aber selbstverständlich nicht mit ε, der Bezeichnung der wahren Fehler, ausdrücken. Hier werden sie, wie erwähnt, mit v bezeichnet.

Bei Berechnung des mittleren Fehlers mit Hilfe des arithmetischen Mittels ist jedoch nicht die Formel (1) anzuwenden.[1]

Ich gehe aus von der oben aufgestellten Formel des mittleren Fehlers aus einer Anzahl wahren Fehler und schreibe sie in dieser Form:

$$s^2 = \frac{\Sigma \varepsilon^2}{n}.$$

Wenn man den wahren Wert einer beobachteten Grösse kennt und mit X bezeichnet, so ist:

$$\begin{aligned} X - a_1 &= \varepsilon_1 \\ X - a_2 &= \varepsilon_2 \\ &\cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ &\cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ &\cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ X - a_n &= \varepsilon_n \end{aligned} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

[1] Weil in der schwedischen landwirtschaftswissenschaftlichen Literatur diese Formel (1) mitunter angewendet wird, sei hier — hauptsächlich nach Eggert (1907) und Jordan (1920) — folgende D e d u k t i o n d e r a n z u w e n d e n d e n F o r m e l, d. h. d e r F o r m e l d e s m i t t l e r e n F e h l e r s, angeführt. Aus der Deduktion geht hervor, dass es als falsch anzuschen sein muss, in der Landwirtschaftsforschung die Formel (1) anzuwenden, und zwar weil man hier die wahren Fehler nicht kennt.

Wenn man dagegen den wahren Wert einer zu beobachtenden Grösse — also im vorliegenden Falle die Wasserabflussmenge — nicht kennt, aber n Beobachtungen ausgeführt und das arithmetische Mittel, A, gebildet hat, so ist:

$$\begin{aligned} A - a_1 &= v_1 \\ A - a_2 &= v_2 \\ &\cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ &\cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ &\cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ A - a_n &= v_n \end{aligned} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Subtrahiert man jetzt von der Summe der Gleichungen (2) die entsprechende Summe der Gleichungen (3), erhält man:

$$n(X - A) = \Sigma\varepsilon - \Sigma v.$$

Indessen ist die Grösse Σv immer, ihrer Bildung zufolge $= 0$.
Also:

$$\frac{\Sigma\varepsilon}{n} = X - A$$

und

$$A - X = -\frac{\Sigma\varepsilon}{n} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Wenn man jetzt von den Gleichungen (3) die Gleichungen (2) subtrahiert, bekommt man:

$$\begin{aligned} v_1 &= \varepsilon_1 - \frac{\Sigma\varepsilon}{n} \\ v_2 &= \varepsilon_2 - \frac{\Sigma\varepsilon}{n} \\ &\cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ &\cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ &\cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ v_n &= \varepsilon_n - \frac{\Sigma\varepsilon}{n} \end{aligned}$$

Durch Quadrieren und Addieren erhält man

$$\Sigma v^2 = \Sigma\varepsilon^2 + \frac{\Sigma\varepsilon^2}{n} - 2\frac{\Sigma\varepsilon^2}{n}$$

$$\Sigma v^2 = \Sigma\varepsilon^2 - \frac{\Sigma\varepsilon^2}{n},$$

und nach Auflösung des zweiten Gliedes rechts

$$\Sigma v^2 = \Sigma\varepsilon^2 - \frac{1}{n}(\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \cdots + \varepsilon_n^2 + 2\varepsilon_1\varepsilon_2 + \cdots + 2\varepsilon_{n-1}\varepsilon_n)$$

Weil die wahren Fehler ε unbekannt sind, lassen sich die Glieder rechts nicht berechnen. Man muss deshalb die Durchschnittswerte der einzelnen Glieder schätzen, die sie bei unendlich vielen Beobachtungen annehmen.

Der Durchschnittswert von $\Sigma\varepsilon^2$ ist gleich $n\,s^2$. Die Durchschnittswerte der Glieder $2\varepsilon_1\varepsilon_2$ usw. $= 0$.

Also

$$\Sigma v^2 = ns^2 - s^2$$

und

$$s^2 = \frac{\Sigma v^2}{n - 1}$$

und also der Wert des mittleren Fehlers jeder eingelnen Beobachtung

$$s = \pm\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n - 1}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

Der mittlere Fehler des arithmetischen Mittels der Beobachtungen, m, d. h. der mittlere Fehler des erhaltenen Versuchsmaterials, wird durch folgende Formel berechnet:

$$m = \pm\frac{s}{\sqrt{n}}$$

zu deren Deduktion und Diskussion ich jetzt im Anschluss an mein Versuchsmaterial übergehe. Zuerst aber zwei Gesetze der Fehlerfortpflanzung.

Wird eine Grösse, a, in diesem Falle lit/sek/ha, welche Grösse einen mittleren Fehler s hat, mit einer Zahl β m u l t i p l i z i e r t, so wird s durch diese Multiplikation β mal vergrössert:

$$\beta\,(a \pm s) = \beta a \pm \beta s,$$

mithin wird der m i t t l e r e F e h l e r d e s P r o d u k t e s:

$$m_P = \pm\,\beta s \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

Der m i t t l e r e F e h l e r e i n e r S u m m e kann durch folgende Formel ausgedrückt werden:

$$m_S = \pm\sqrt{s_1^2 + s_2^2 + \cdots + s_n^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

oder

$$m_S^2 = s_1^2 + s_2^2 + \cdots + s_n^2$$

m^2_S ist dabei der Fehler einer Summe, deren Addenden die Fehler s^2 haben.

Durch Zusammenstellung der beiden Gesetze erhält man den mittleren Fehler einer linearen Funktion der Beobachtungen. Es seien $a_1\ a_2\ .\ .\ a_n$ mit gleicher Genauigkeit ermittelte Grössen und $s_1\ s_2\ \ldots\ s_n$ deren mittlere Fehler.

Hieraus ergibt sich folgende lineare Funktion:

$$A = \beta_1 a_1 + \beta_2 a_2 + \cdots + \beta_n a_n \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (8)$$

und deren mittlere Fehler

$$m = \pm \sqrt{(\beta_1 s_1)^2 + (\beta_2 s_2)^2 + \cdots + (\beta_n s_n)^2} \quad \ldots \ldots \quad (9)$$

und weil die Einzelfehler einander gleich sind

$$m = \pm \sqrt{(\beta_1{}^2 + \beta_2{}^2 + \cdots + \beta_n{}^2)\, s^2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (10)$$

und also:

$$m = \pm \sqrt{(\Sigma \beta^2)\, s^2} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (11)$$

Das arithmetische Mittel kann durch folgende Gleichung veranschaulicht werden:

$$A = \frac{a_1 + a_2 + \cdots + a_n}{n} = \frac{\Sigma a}{n} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (12)$$

welche Gleichung auch wie folgt geschrieben werden kann:

$$A = \frac{1}{n} a_1 + \frac{1}{n} a_2 + \cdots + \frac{1}{n} a_n \quad \ldots \ldots \ldots \quad (13)$$

A ist hier eine lineare Funktion der Beobachtungen a, welche Grössen alle mit dem mittleren Fehler s behaftet sind. Die Koeffizienten der Grössen sind alle $= \frac{1}{n}$.

Die Gleichung (13) ist also dieselbe, wie die oben angegebene Gleichung (8), weshalb m auch wie (10) und (11) geschrieben werden kann.

In Gleichung (10) entspricht der Ausdruck:

$$\beta_1{}^2 + \beta_2{}^2 + \cdots + \beta_n{}^2$$

folgendem Ausdruck abgeleitet aus Gleichung (13):

$$\left(\frac{1}{n}\right)^2 + \left(\frac{1}{n}\right)^2 + \cdots = n \left(\frac{1}{n}\right)^2 = \frac{1}{n}$$

Ersetzt man in Formel (11) $\Sigma \beta^2$ mit diesem Wert, $\frac{1}{n}$, erhält man die Formel, die den mittleren Fehler des arithmetischen Mittels angibt:

$$m = \pm s \sqrt{\frac{1}{n}} = \pm \frac{s}{\sqrt{n}},$$

welche Formel, wenn s nicht ermittelt worden ist, also folgende Form annimmt:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n\,(n-1)}}^{1} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (14)$$

[1] Siehe Anm. S. 207!

Diese Formel ist deswegen von besonderem Interesse, weil aus ihr hervorgeht, dass der Versuchsansteller innerhalb gewisser Grenzen die unvermeidlichen oder zufälligen Beobachtungsfehler vermindern kann. Aus der Formel ersieht man nämlich, dass die Grösse des mittleren Fehlers des arithmetischen Mittels, m, mit der Wurzel aus n abnimmt. Der Versuchsansteller ist also im Stande — selbstverständlich unter Berücksichtigung auch anderer einwirkender Faktoren — die Anzahl der Beobachtungen so zu wählen, dass die möglichst grösste Genauigkeit erreicht wird, d. h. dass m so klein wie möglich wird.

Die Formel (14) wird durch Abb. 58 veranschaulicht.

Die Genauigkeit nimmt am Anfang schnell, allmählich aber langsamer zu. Durch 4-malige Wiederholung der Beobachtungen wird also der Fehler auf

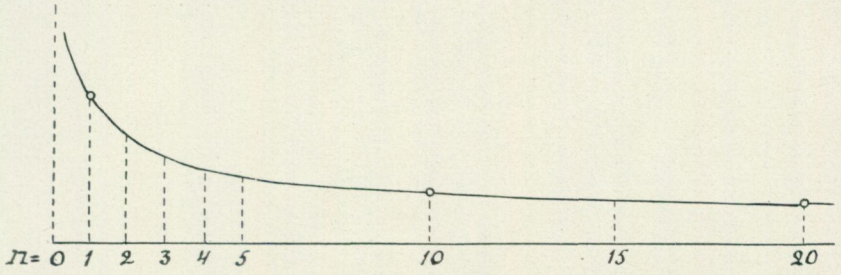

Abb. 58. Kurve, welche die Abnahme des mittleren Fehlers des arithmetischen Mittels veranschaulicht, laut Formel: $m = \pm\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n(n-1)}}$.

50 Prozent vermindert, durch 8-malige Wiederholung auf 35 Prozent, woraus also hervorgeht, dass die neuen 4 Beobachtungen eine Verminderung des betreffenden Fehlers um nur 15 Prozent bewirken. Durch eine Zunahme der Wiederholungen von z. B. 16 auf 20 steigt die erzielte Genauigkeit nur um 2 Prozent.

Aus der Kurve (Abb. 58) geht hervor, dass im grossen und ganzen eine geringere Anzahl wiederholter Beobachtungen als 4—5—6 als unvorteilhaft angesehen werden muss, dass aber durch eine Zunahme der Anzahl auf 6 und mehr nicht viel erreicht wird. Im landwirtschaftlichen Versuchswesen wird man mitunter aus besonderen Gründen, z. B. wegen Ungleichmässigkeit des Bodens etc., die Anzahl der Beobachtungen so gering nehmen müssen, dass es nach obigem als unvorteilhaft angesehen werden muss.

Bei meinen Wassermessungen lagen keine solchen Gründe vor. Ich habe also die Freiheit gehabt, die Anzahl der Wiederholungen so zu wählen dass die zufälligen Fehler in erforderlichem Grade vermindert worden sind. Bei Wiederholung der Beobachtungen betrug die Anzahl der Parallelmessungen 6, bezw. 3, wodurch der zufällige Beobachtungsfehler des arithmetischen Mittels bis auf 41, bezw. 58, Prozent des mittleren Fehlers der einzelnen Beobachtungen vermindert worden ist. Dass ich jedoch in einigen Fällen nur drei Parallel-

beobachtungen habe ausführen lassen, geht aus den Ausführungen in nächstfolgender Abteilung hervor.

Soweit über die Deduktion der Formel des mittleren Fehlers.

Von dieser Formel ausgehend, erhält man die Formel des durchschnittlichen Fehlers durch folgende Herleitung.

Man kann annehmen, dass die Abweichungen vom arithmetischen Mittel, v, demselben Fehlergesetz folgen, wie die wahren Fehler ε. Daraus kann man schliessen, dass die einzelnen ε^2 durchschnittlich im Verhältnis $n : (n-1)$ grösser sind als die entsprechenden v^2.

Die einzelnen ε sind also im Verhältnis $\sqrt{n} : \sqrt{n-1}$ grösser als die entsprechenden v.

Also

$$\frac{\Sigma \pm \varepsilon}{\Sigma \pm v} = \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{n-1}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (15)$$

Der durchschnittliche Fehler:

$$t = \frac{\Sigma \pm \varepsilon}{n} = \frac{\Sigma \pm v}{\sqrt{n(n-1)}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (16)$$

und der durchschnittliche Fehler des arithmetischen Mittels

$$T = \pm \frac{\Sigma v}{n\sqrt{n-1}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (17)$$

Die Formel wurde zuerst von Peters im Jahre 1856 aufgestellt (Jordan 1920, Seite 587, 597 u. f.).

Von den Genauigkeitsmassen ist noch der wahrscheinliche Fehler r zu erwähnen. Dies ist derjenige Fehler, der ebenso häufig überschritten wie unterschritten wird. Bei einer grösseren Anzahl Beobachtungen könnte also der wahrscheinliche Fehler durch Abzählen berechnet werden: Der wahre Fehler ist der Grenzwert, der die Fehlerreihe so teilt, dass die Werte der einen Hälfte grösser und die der anderen Hälfte kleiner als er sind.

Auch bei einer grösseren Anzahl Beobachtungen ist diese Methode, den wahrscheinlichen Fehler zu bestimmen, unsicher, denn es kommt dabei die absolute Grösse der Fehler nicht in Betracht. Noch unsicherer ist das Ergebnis bei einer kleineren Anzahl.

Die Bestimmung des wahrscheinlichen Fehlers geschieht gewöhnlich über den mittleren Fehler, indem man nach Anweisung von Gauss den mittleren Fehler mit 0.674 (0.6744897) multipliziert.

Also

$$r = 0.674\ s.$$

Weil t und s in einem konstanten Verhältnis stehen, indem

$$s = 1{,}2533\ t,$$

und man also den einen aus dem anderen berechnen kann (Jordan 1920, Seite 587, 597; Hegemann 1919), kann man r wie folgt bestimmen

$$r = 0.674 \cdot 1.2533\ t = 0.845\ t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (17)$$

In verschiedenen Wissenschaften sind verschiedene Genauigkeitsmasse zur Anwendung gekommen. In der Landwirtschaftsforschung haben einige Forscher den mittleren, andere den durchschnittlichen Fehler gewählt.

Nachdem ich die Ergebnisse der oben erwähnten geodätischen Untersuchung — 100 Beobachtungen von ein und derselben wahren Grösse — näher studiert habe, bin ich zu der Auffassung gekommen, dass eine Berechnung der Fehler auf Grund einer so kleinen Anzahl Beobachtungen wie sie bei landwirtschaftlichen Untersuchungen vorkommt, die ich gewählt habe, ein unsicheres Resultat gibt. Dies will ich später in einem anderen Zusammenhange durch Veröffentlichung der Messungsresultate zeigen.

Als Genauigkeitsmass könnte deshalb mit ebenso gutem Ergebnis der etwas einfachere durchschnittliche Fehler wie der mittlere Fehler angewendet werden (Mitscherlich 1927).

Weil indessen in der nordisch-deutsch-englischen Vereinbarung in Kopenhagen vom 15. 1. 1930 der mittlere Fehler in der Landwirtschaftsforschung befürwortet wurde, und weil es wertvoll ist, dass immer ein und dasselbe Genauigkeitsmass zur Anwendung kommt, weil weiter die Berechnung des mittleren Fehlers unbedeutend längere Zeit in Anspruch nimmt, als die des durchschnittlichen, habe ich bei Beurteilung vorkommender Fälle der Genauigkeit der Wassermengen den mittleren Fehler gewählt.

Die Fehler sind in Prozenten des arithmetischen Mittels angegeben (Siehe im übrigen nächste Abt.!).

C. Genauigkeitsgrad des Versuchsmaterials.

Bei einer Grössenmessung — Länge, Fläche, Volumen, Gewicht, Niveauunterschied, Ernteertrag usw. — wiederholt man mitunter die Beobachtungen, um mit Hilfe der Abweichungen vom Durchschnitt die „zufälligen Fehler" zu berechnen, und damit Kenntnis über den Grad der Genauigkeit des Beobachtungsmaterials zu erhalten.

Eine Untersuchungsmethode kann indessen einen so hohen Genauigkeitsgrad — im Verhältnis zu dem Genauigkeitsgrad, der erforderlich ist — besitzen, dass das Ergebnis einer einzigen Beobachtung a priori gutgeheissen werden kann. Von den vielen Beispielen, welche als Beweis hierfür angegeben werden können, mag die Untersuchung der Tiefe der verschiedenen Schichten, der Horizonte, in einem Bodenprofil erwähnt werden.

Diese Schichten sind selten durch scharf gekennzeichnete Grenzen geschieden. Mitunter geht eine Schicht sogar ohne Grenze in eine andere über. Es ist deshalb im allgemeinen nicht möglich, mit hohem Genauigkeitsgrade die Tiefe der Schichten zu bestimmen. Selten ist es auch von grosser Bedeutung, diese Bestimmungen mit äusserster Genauigkeit auszuführen. Das Hauptinteresse richtet sich hier im allgemeinen auf die Zusammensetzung, Ordnungsfolge usw. der verschiedenen Schichten.

Im allgemeinen kann die Tiefe der Schichten nicht mit dem Genauigkeitsgrad angegeben werden, welcher für die Angabe des Masses in mm erforderlich

ist. Anderseits kann im allgemeinen ein höherer Grad von Genauigkeit erreicht werden, als ihn eine Angabe in dm aufzuweisen hätte. Gewöhnlich wird daher die Tiefe eines Erdhorizonts in cm angegeben. Bei Beurteilung des Genauigkeitsgrades einer Angabe ist jedoch zu beachten, dass in Fällen, wo die Schichten ohne deutliche Grenzen ineinander übergehen, sogar eine Angabe in cm einen verhältnismässig hohen Grad von Unsicherheit besitzen kann. Man muss und kann sich hier damit begnügen, ein Ergebnis zu erhalten, welches, obgleich an demselben eine gewisse und mitunter nicht geringe Unsicherheit haftet, doch den Genauigkeitsgrad besitzt, welcher erforderlich ist.

Bei Bestimmung der Tiefe der Schichten in einem Erdprofil ist es deshalb berechtigt, eine solche Genauigkeit der Messungsmethode vorauszusetzen, dass das Ergebnis einer einzigen Bestimmung mit in cm gradiertem Masse a priori gutgeheissen werden muss. Dies gilt nicht nur bei Untersuchungen für praktische Zwecke, sondern auch bei wissenschaftlichen Bodenstudien.

Bei Messungen und Niveaubestimmungen für kulturtechnische Zwecke, sowie für Weg- und Wasserbauten, wo oft ein sehr hoher Grad von Genauigkeit verlangt werden muss, wird auch im allgemeinen das Resultat einer einzigen Untersuchung anerkannt. Nur wenn es sich um besonders wichtige Punkte, Linien, Flächen und Niveauunterschiede handelt, werden die Untersuchungen wiederholt. Mit der Wiederholung, die dabei — oft nur einmal — bewerkstelligt wird, wird gewöhnlich beabsichtigt zu prüfen, ob Fehler von der Art, welche in der Fehlertheorie als „grobe Fehler" bezeichnet werden, mit unterlaufen sind, z. B. durch Fehllesen, Fehlschreiben, Missverständnis seitens eines Mitarbeiters oder dergleichen. Dagegen beabsichtigt man kaum mit derartiger Wiederholung die „zufälligen" oder wie man sie auch nennen könnte „unvermeidlichen Fehler" zu berechnen, d. h. die Fehler, welche durch Unvollständigkeit des Wahrnehmungsorgans des Beobachters, oder durch mangelnde Genauigkeit, auch bei vollständig justiertem Instrument, usw. immer vorkommen müssen.

Auch in diesen letzteren Fällen geht man also von der Voraussetzung aus, dass die Messungsmethode so hohen Grad von Genauigkeit besitzt, dass das Ergebnis einer einzigen Bestimmung gutgeheissen werden muss.

Tatsächlich ist dieses bei einer grossen Anzahl Untersuchungen für sowohl wissenschaftliche, als auch praktische Zwecke der Fall.

Die Frage, inwiefern die Messungen der aus Dränsystemen abrinnenden Wassermengen, welche bei vorliegenden Untersuchungen gemacht worden sind, den Genauigkeitsgrad besitzen, dass man von jeder Messung ohne Wiederholung das Resultat a priori gutheissen könnte, ist natürlich für mich von grossem Interesse. Auf diese Frage will ich hier eingehen.

Bei Beurteilung der Grösse eines Fehlers ist es im allgemeinen angebracht, nicht nur den absoluten Fehler festzustellen, sondern auch die Grösse dieses Fehlers im Verhältnis zu der Grösse, welche bestimmt werden

soll, d. h. den relativen Fehler. Dieser ist dabei in Prozenten der Grösse anzugeben.

Da bei vorliegenden Wassermessungen die Grösse, lit/sek/ha, wechselt, so wechselt bei konstantem absolutem Fehler auch der relative Fehler und wird grösser, je geringer der Abfluss ist. Wenn der absolute Fehler a ist, so ist also bei einer Wassermenge von z. B. 0.6 lit/sek/ha der relative Fehler in Prozent ausgedrückt $= \frac{100\ a}{0.6}$ bei einem Wasserabfluss aber von z.B. 0.2 lit/sek/ha $= \frac{100\ a}{0.2}$. D. h. obgleich in beiden Fällen der absolute Fehler gleich gross ist, wird in dem letztgenannten der beiden Beispiele der relative Fehler dreimal so gross, wie in dem erstgenannten.

Die Absicht geht bei den Abflussbestimmungen, wie oben erwähnt, dahin,

einmal und in erster Linie ein Material zur Anleitung der Dimensionierung der Dränleitungen zu erhalten,

weiter auch einen aus allgemein wissenschaftlichem Gesichtspunkt vertieften Einblick in die Bewegung des Grundwassers im Boden zu gewinnen.

Bei der Dimensionierung der Leitungen ziehen die grösseren Abflüsse das Hauptinteresse auf sich, denn hiernach ist die Rohrdimension zu berechnen. Auch in theoretisch-wissenschaftlicher Hinsicht interessieren in erster Linie die grösseren Abflüsse. Ein aussergewöhnliches Maximum von kurzer Dauer — z. B. während nur eines Tages oder weniger Tage — kann indessen nicht der Dimensionierung zu Grunde gelegt werden. Das Hauptinteresse muss sich auf grössere Abflüsse richten, die oft wiederkehren und so lange Dauer besitzen, dass sie der Dimensionierung der Leitungen zu Grunde gelegt werden müssen.

Nach Abt. I, 3, F, b untersteigt diese Wassermenge nicht 0.5 lit/sek/ha, die der Dimensionierung zu Grunde gelegt werden muss. Ein Abfluss von 0.5 lit/sek/ha ist also die kleinste Wassermenge, welche mit hinreichend kleinem relativem Fehler gemessen werden muss. (S. 202).

Bei Zunahme des Abflusses über 0.5 lit/sek/ha nimmt bei konstantem absolutem Fehler der relative Fehler ab, d. h. die Genauigkeit nimmt zu.

Die Grösse des relativen Fehlers bei einem absoluten Fehler von 0.05 lit/sek/ha, d. h. an der Fehlergrenze ± 0.05 lit/sek/ha.

Abfluss lit/sek/ha	Fehlergrenze lit/sek/ha	Relativer Fehler Prozent
0.5	± 0.05	10.0
0.6	»	8.3
0.7	»	7.1
0.8	»	6.3
0.9	»	5.6
1.0	»	5.0
1.1	»	4.5
1.2	»	4.2
1.3	»	3.8
1.4	»	3.6
1.5	»	3.3

Von grosser Bedeutung für den erforderlichen Genauigkeitsgrad beim Bestimmen des Abflusses aus einem Dränsystem ist die Grösse des Systems. Bei Angabe des Abflusses wird als Flächeneinheit, soviel ich weiss, in allen Ländern 1 ha angewendet. Wenn das Dränsystem eine grössere Fläche als 1 ha umfasst, wird beim Reduzieren auf lit/sek/ha ein Fehler verkleinert, während, bei kleinerer Fläche, der Fehler bei der Reduzierung vergrössert wird.

Die Einwirkung dieses Faktors bei Flächen von solcher Grösse, wie sie bei vorliegender Untersuchung in Frage kommen kann, habe ich durch zwei Diagramme veranschaulicht.

Wenn die Grösse des Feldes z. B. 0.01 ha beträgt, erhöht sich der Fehler in der Grösse lit/sek/ha durch das Reduzieren bis 1 000 % (Abb. 60). Wenn

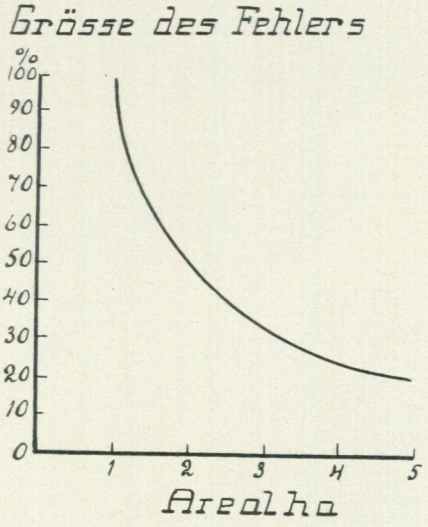

Abb. 59. Abnahme eines Versuchsfehlers der Grösse lit/sek/ha bei einer 1 ha übersteigenden Fläche.

wiederum das Areal, z. B. dieselbe Fläche wie das Lindfeld, d. h. 2.29 ha, umfasst, wird der Fehler bis auf 44 % verkleinert (Abb. 59).

Dieses Verhältnis ist, soweit es möglich war, bei der Wahl der Versuchsfelder von mir beachtet worden. Die Felder umfassen, wie erwähnt, ein Areal von 2.29, 2.17, 1.66, 0.97 und 0.92 ha. Danach läge es nahe anzunehmen, dass die Wahl noch grösserer Versuchsfelder wünschenswert gewesen wäre. Aus der Erfahrung, welche aus der von mir angewandten Messungsmethode gewonnen worden ist, geht indessen hervor, dass eine Vergrösserung über ein Areal von ungefähr 2.0—2.5 ha hinaus kaum zu empfehlen ist, denn dadurch würde bei grösseren Abflüssen die Wassermenge so gross werden, dass bei der Messung Schwierigkeiten entstehen würden, durch die die Genauigkeit heruntergesetzt werden könnte.

Der Vorteil, welcher durch weitere Vergrösserung des Systems möglicherweise gewonnen werden könnte, würde auf Kosten eines weiteren Wertfaktors

erreicht werden. Es ist vorteilhaft, dass die Bodenart möglichst gleichartig ist, denn nur dann könnte sich — unter im übrigen denselben Verhältnissen — zeigen, ob und in welchem Grade die Bodenart auf den Dränwasserabfluss einwirkt. Bei einer Vergrösserung des Areals steigt indessen auch die Schwierigkeit, ein Feld mit gleichmässiger Bodenart zu finden.

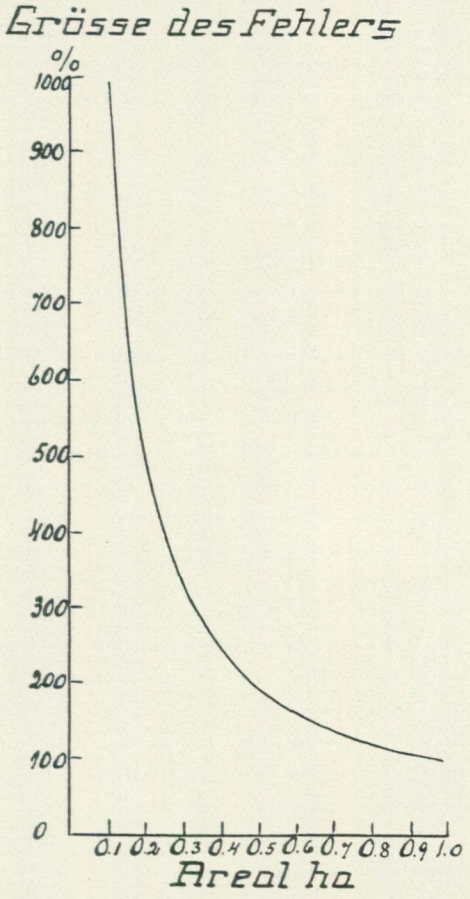

Abb. 60. Zunahme eines Fehlers der Grösse lit/sek/ha bei einer unter 1 ha bleibenden Fläche.

Aus mehreren Gründen — geeignete Beschaffenheit der ausgewählten Felder mit Rücksicht auf die Bodenart, das Gefälle etc., und bei der Schwierigkeit passende Felder zu finden — habe ich, wie erwähnt, zwei Felder mit einer Grösse von nur ungefähr 1.00 ha mitgenommen.

Aus Abb. geht hervor, dass die Messungen der Grundwassermenge von kleinen Parzellen, z. B. mit einer Fläche von 5—10, 20 ar usw., welche mitunter auf Versuchsfeldern ausgeführt worden sind, so grosse Fehler aufweisen, dass das Material, sowohl für die Beurteilung der Röhrendimensionierung, als auch für andere wissenschaftliche Gesichtspunkte wertlos ist.

Um bei Anwendung der von mir gewählten Messungsmethode möglichst genaue Resultate zu gewinnen, ist es auch von Bedeutung, dass Masse geeigneten Volumens angewendet werden. Ein zu kleines Mass wird so schnell gefüllt, so dass hierdurch die Genauigkeit der Beobachtungen herabgesetzt werden kann. Ein zu grosses Mass, welches nur bei den kleinsten Abflüssen in Frage kommen kann, bringt Zeitverlust mit sich. Bei den Messungen, welche hier in Frage kamen, habe ich versucht, diesem Übelstande dadurch abzuhelfen, dass Masse verschiedener Grösse angewendet wurden, also dem Volumen der Wassermenge angepasst werden konnten. —

Mit Rücksicht

einmal auf den Umstand, dass das Versuchsfeld auf Lind 2.29 ha gross ist, also 1 Hektar übersteigt, wodurch bei Reduzierung zu lit/sek/ha der Fehler bis zu 44 % verkleinert wird,

ferner auf die Einfachheit der Messungsmethode wie

endlich, und vor allem, auf die von mir bei verschiedenen Gelegenheiten ausgeführten Kontrollmessungen für die Beurteilung des Genauigkeitsgrades der Messungsmethode, habe ich beim Ingangsetzen der Messungen auf diesem Felde vorausgesetzt, dass das Ergebnis einer einzigen Beobachtung a priori gutgeheissen werden kann. Um Gewissheit zu erhalten, dass sich nicht grobe Fehler eingestellt haben, wurden jedoch die Messungen mitunter, besonders bei den grösseren Zuflüssen, wiederholt.

Ebenso war es mit dem Versuchsfeld von Mosås (Grösse 2.17 ha und Fehlerreduzierung von 46 %) sowie Ålsta (Grösse 1.66 ha und Fehlerreduzierung zu 60 %).

Auf den beiden übrigen Feldern, Fjugesta und Tolvsbörd, mit einer Grösse von 0.92 bezw. 0.97 ha, also Versuchsfeldern mit etwas kleineren Flächen als die drei erstgenannten, sind Parallelmessungen in einer Anzahl von 6 oder 3 ausgeführt worden, wobei die Beobachtungen unmittelbar nacheinander angestellt worden sind. Aus diesen systematisch durchgeführten Beobachtungen ist hervorgegangen, dass bei einer Wassermenge von 0.4 lit/sek/ha und darüber der mittlere Fehler — mit Ausnahme von vier Messungen die eingeschaltet sind, Tolvsbördfelde Mai und Nov. 1929 — nicht 5 % überstieg, im allgemeinen viel niedriger war, z. B. 1—2 % betrug. Siehe Abt. I, 3, Versuchsfeld auf Fjugesta und auf Tolvsbörd!

Mit Rücksicht darauf, dass auf den erstgenannten drei Feldern: Lind, Mosås und Ålsta, bei der Reduktion des Abflusses auf lit/sek/ha ein Fehler verkleinert wird, scheint auch für diese die Annahme berechtigt zu sein, dass der relative Fehler für Wassermengen von 0.5 lit/sek/ha und darüber im grossen und ganzen 5 % nicht übersteigt.

In der kulturtechnischen Literatur ist die Grösse lit/sek/ha mitunter mit einer, häufig mit zwei, zuweilen sogar mit drei Dezimalen angegeben.

Wenn die betreffende Grösse mit einem Dezimal angegeben wird, liegt die Fehlergrenze bei $\pm$ 0.05, wenn sie mit zwei Dezimalen angegeben wird, bei Abrundung der letzten Dezimale auf 5 oder 0 bei $\pm$ 0.025 und in den Fällen

wo sie mit zwei Dezimalen ohne Abkürzung angegeben wird, bei 0.005 lit/sek/ha. Bei drei Dezimalen ohne Abkürzung liegt die Fehlergrenze bei ± 0.0005 lit/sek/ha.

Oben ist die Grösse des relativen Fehlers bei einer Fehlergrenze von 0.05 lit/sek/ha angeführt worden. Zum Vergleich bringe ich hier für Wassermengen von 0.5 lit/sek/ha und darüber folgende Angaben über die Grösse des relativen Fehlers bei den Fehlergrenzen ± 0.025 und ± 0.005 lit/sek/ha.

Grösse des relativen Fehlers bei den Fehlergrenzen ± 0.025 und ± 0.005 lit/sek/ha.

Zufluss lit/sek/ha	Fehlergrenze lit/sek/ha	Rel. Fehler %	Fehlergrenze lit/sek/ha	Rel. Fehler %
0.5	± 0.025	5.0	± 0.005	1.0
0.6	»	4.2	»	0.8
0.7	»	3.6	»	0.7
0.8	»	3.1	»	0.6
0.9	»	2.8	»	0.6
1.0	»	2.5	»	0.5
1.1	»	2.3	»	0.5
1.2	»	2.1	»	0.4
1.3	«	1.9	»	0.4
1.4	»	1.8	»	0.4
1.5	»	1.7	»	0.3

Beim Vergleich dieser Angaben mit den Fehlern, die an den Versuchsergebnissen bei Wassermengen von 0.5 lit/sek/ha und darüber haften, geht hervor, dass ich bei diesen Mengen die Grösse lit/sek/ha mit zwei Dezimalen mit Abkürzung des letzten Dezimals zu 5 oder 0 hätte angeben können, so dass die Genauigkeit des Materials nicht nur einer Angabe mit einer Dezimale entsprechen, sondern eine noch grössere Genauigkeit besitzen würde.

Dass ich dennoch die erwähnte Grösse mit nur einer Dezimale angegeben habe, beruht darauf, dass es bei dem bedeutenden Wechsel der Faktoren, von denen der Abfluss eine Funktion ist, zwecklos ist mit grösserer Genauigkeit zu rechnen, als einer Dezimale entspricht.

Mit einer Dezimale liegt, wie angegeben, die Fehlergrenze bei einer Wassermenge von 0.5 lit/sek/ha bei 10 %. Mit grösserer Genauigkeit als diesen Prozentzahlen wird man bei Dränungen die Dimensionierung nicht ausführen können. —

Gegen die Anwendung von Gauss' Gesetzen um die Genauigkeit zu beurteilen, könnte vielleicht der Einwand gemacht werden, dass diese Gesetze nur für gleichbleibende Voraussetzungen gelten, also für Fehler, die durch die Zufälligkeiten der Messungen bedingt sind. Weil im allgemeinen der Abfluss sich allmählich verändert, wäre ein solcher Einwand theoretisch richtig.

Unter Voraussetzung, dass die Parallelmessungen unmittelbar nacheinander ausgeführt werden — was hier immer der Fall gewesen ist — und mit Gefässen von passender Grösse, wird indessen die Differenz der Grösse des

Abflusses zwischen der ersten und letzten Parallelmessung so unbedeutend, dass er innerhalb der Versuchsfehler liegt. Dass dies der Fall bei so geringen Wechslungen ist, wie bei denjenigen, welche z. B. durch Abb. 47. und 48. (S. 185) angegeben werden, ist selbstverständlich. Es gilt aber auch für die grössten Wechslungen, die bei Messung jede Stunde von mir konstatiert sind, nämlich auf dem Versuchsfeld auf Fjugesta d. 19.—20. 10. 1929, was aus der Tabelle über diese Messungen (S. 187) hervorgeht. Trotz der grossen Wechslungen sind hier bei drei Messungen, unmittelbar nacheinander, unbedeutende oder im allgemeinen keine Abweichungen entstanden.

ABTEILUNG II.

Bewegung des Grundwassers, besonders in dräniertem Boden.

Wie oben in der Beschreibung der fünf Versuchsfelder angeführt worden ist, habe ich über die Durchlässigkeit des Bodens und Bewegung des Grundwassers auf sämtlichen Feldern, sowie auf einem weiteren für den Zweck besonders geeigneten Felde, Untersuchungen angestellt. Da diese Untersuchungen geeignet waren, eine „allgemeine Regel" für die Bewegung des Grundwassers in dräniertem Boden unter gewissen Verhältnissen aufzustellen, habe ich die Berichte über diese Untersuchungen in dieser Abteilung zusammengefasst.

Im folgenden werde ich über die Versuche berichten, und auf Grund der gewonnenen Ergebnisse diese „allgemeine Regel" über die Bewegung des Grundwassers in dräniertem Boden darlegen.

Um eine zusammenhängende Klarlegung zu geben, werde ich erst eine Übersicht über die theoretischen Herleitungen der Bewegung des freien, ungebundenen Wassers im Boden, sowohl unter natürlichen Verhältnissen wie auch in dräniertem Boden geben.

1. Theoretische Herleitung der Bewegung des Grundwassers in undräniertem Boden.

Bei dem grossen Werte, welchen das Grundwasser, das sogenannte Quellenwasser, unter gewissen Verhältnissen aus sanitären und anderen Gründen als Trinkwasser besitzt, sowie bei der Schwierigkeit, solches für grössere Orte in erforderlicher Menge zu beschaffen, ist das Grundwasser seit Jahrzehnten Gegenstand eingehenden Studiums gewesen. Hierbei hat man, neben der Frage über die Beschaffenheit des Grundwassers, d. h. ob es als Trinkwasser verwendet werden kann, der Erforschung der Gesetze für das Vorkommen und die Bewegung des Grundwassers grosse Aufmerksamkeit zugewendet, als den grundlegenden Faktoren für die Beurteilung des Problems: Die Grösse der Wassermenge.

Durch diese Forschungen sind die Gesetze für das Vorkommen des Grundwassers und dessen Bewegung im Boden im grossen und ganzen klargelegt worden.

Das Grundwasser, welches durch Infiltration von Tagwasser gebildet wird, kommt, ebenso wie das Tagwasser, teils in Form von stillstehenden Gewässern, teils als Strom vor.

In den Grundwasserströmen bewegt sich das Wasser unter der Einwirkung der beiden Faktoren Schwerkraft und Reibung nach denselben Gesetzen, wie in den fliessenden, offenen Gewässern; durch bedeutend grössere Einwirkung der Reibung erhält aber ein Grundwasserstrom geringere Geschwindigkeit und grösseren Fallverlust. Während in Strömen mit freier Wasserfläche — abgesehen von der Reibung, welche zwischen den Wasserpartikeln untereinander und zwischen Wasser und Luft entsteht — der Reibungswiderstand nur gegen die Sohle und die Böschungen entsteht, findet sich ausserdem in den Grundwasserströmen zwischen Wasser und Erdpartikeln beim Hervorsickern des Wassers ein bedeutender Reibungswiderstand, der durch eine gewisse Druckhöhe überwunden wird. Obgleich hierbei das Gefälle der Wasseroberfläche steigt, nimmt die Geschwindigkeit ab.

Als Beispiel für die Grösse der Geschwindigkeit eines Grundwasserstroms kann angeführt werden, dass beim städtischen Wasserwerk Örebros (Schweden) in Skråmsta für das Rinnen des Wassers in einem Lager von „feinem Sand" längs einer Strecke von ca. 300 m, d. h. vom Infiltrationsgraben bis zu den Pumpen, eine Zeit von 6 Monaten vergeht. (Hållén 1924.)

In einem Bodenbereich, wo die Erdpartikel gröber als in dem umgebenden Boden sind, z. B. aus Kies bestehen und von einem Bodenmaterial feinen Sandes umgeben sind, entstehen schneller fliessende Ströme, sogenannte Adern.

In grösseren Aushöhlungen im Boden, z. B. in Klüften, rinnt das Wasser, unter der Voraussetzung, dass es nicht unter Druck steht, so, wie das Wasser auf der Erdoberfläche fliesst.

Bei den Regulierungen offener Wasserläufe, welche für verschiedene Zwecke ausgeführt werden — Entwässerung von versumpftem Boden, Aufdämmung zwecks Gewinnung grösserer Wasserkraft, Regulierung zum Nutzen der Seefahrt usw. — zieht ein Faktor, nämlich die Wassermenge, das Hauptinteresse auf sich. Unter Berücksichtigung der Maximal-, Minimal- und Mittelwassermenge wird die erforderliche Änderung des Gefälles und des Flussquerschnittes bestimmt, um die gewünschte Höhe des Wasserstandes zu erhalten.

Ebenso ist für andere Zwecke, z. B. um die Menge von Trinkwasser zu berechnen, der angeführte Faktor in unterirdischen Strömen, die Wassermenge, Gegenstand der Untersuchung.

Die Bestimmung der Wassermenge in unterirdischen Strömen kann auf zwei Wegen ausgeführt werden:

1) einmal durch unmittelbare Bestimmung durch Messung der Wassermenge,

2) weiter durch mittelbare Bestimmung aus einem Untersuchungsmaterial.

Die unmittelbare Bestimmung geschieht durch direkte Messung des Wassers, welches in Form von Quellen aus dem Boden hervorrinnt,

oder welches durch Pumpenanlagen im Zusammenhange mit Untersuchungen des Sinkens der Grundwasseroberfläche erhalten wird. (Richert 1911, Forchheimer 1914, Prinz 1919, Budau 1920.)

Die mittelbare Bestimmung kann geschehen

entweder durch Berechnung des in den Boden versickerten Wassers als Teil des Niederschlages im Wassergebiet,

oder durch Berechnung des Grundwasserquerschnittes und der Wassergeschwindigkeit.

Im folgenden werde ich in Kürze auf eines dieser Verfahren eingehen und wähle dabei das letztgenannte: Bestimmung der Wassermenge durch Berechnung des Querschnittes und der Wassergeschwindigkeit eines Grundwasserstromes.

Die Methode ist nur in solchen Fällen anwendbar, wo das wasserführende Lager von homogener Beschaffenheit ist, welches durch Boh-

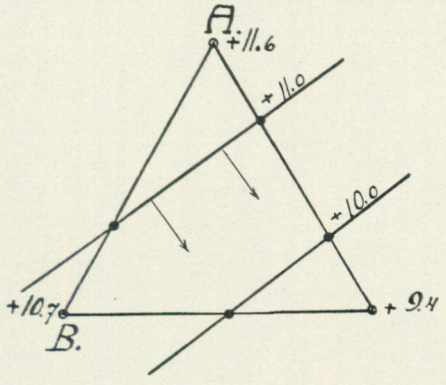

Abb. 61. Bestimmung der Richtung eines Grundwasserstroms.

rungen festgestellt werden muss. Solche Lager von bedeutender Grösse kommen in den Urstromtälern Nord- und Mitteldeutschlands, in den schwedischen glazifluvialen Osen usw. oft vor.

Bevor der Querschnitt eines Grundwasserstromes bestimmt wird, muss die Richtung desselben erforscht werden. Da das Wasser in gleicher Richtung wie das Gefälle der Wasseroberfläche strömt, kann man die Richtung dem Gefälle nach beurteilen. Dieses wird durch Beobachtung der Höhenlage der Grundwasseroberfläche in mindestens drei Grundwasserstandsröhren bestimmt, welche ein Dreieck bilden.

Wenn z. B. die Wasseroberfläche in der Röhre A 11.6 m über dem Nullplane steht, in B 10.7 m und in C 9.4 m, so kann man durch Interpolierung die Punkte auf den Linien A—B und A—C finden, wo die Höhenlage der Wasseroberfläche als 11.0 angesehen werden kann, und ebenso auf den Linien A—C und B—C die Punkte finden, wo sie mit 10.0 m angegeben werden kann.

Nach Beobachtungen in der erforderlichen Anzahl von Bohrlöchern wird eine hydrologische Karte aufgestellt, d. h. eine Karte, auf welcher

durch Horizontalkurven die Stromrichtung innerhalb eines Gebietes angegeben wird.

Weil sich ein Wasserpartikel unter der Einwirkung der Schwerkraft in der Richtung des stärksten Gefälles bewegt, wird die Bewegungsrichtung des Wassers in der Hauptsache winkelrecht gegen die angrenzende, niedriger liegende Kurve sein.

Nachdem also die Richtung eines Grundwasserstroms bestimmt worden ist, wird dessen Querschnitt und gleichzeitig auch durch Bohrungen die Beschaffenheit des Sandes bestimmt. Die Bohrungen müssen bis zu solcher Tiefe ausgeführt werden, dass das undurchlässige Lager erreicht wird.

Von grossem Wert ist, dass die verschiedenen Schichten des Bodens mit Rücksicht auf ihre Durchlässigkeit bestimmt werden, und besonders, dass Kenntnis von eventuell vorkommenden schwerer durchlässigen oder undurchlässigen Lagern erhalten wird, auch wenn diese nur sehr dünn sind. Solche Lager können aus Ton, Schluff, aus durch Eisenverbindungen zusammengekitteten Sand usw. bestehen.

Nachdem der Querschnitt des Stromes und die Beschaffenheit des Sandes bestimmt sind, ist für die Berechnung der Wassermenge auch die Kenntnis der Wassergeschwindigkeit erforderlich. Diese kann erhalten werden

entweder durch Messungen,

oder durch Berechnung auf Grund von Beobachtungen der Senkung der Wasseroberfläche beim Probepumpen.

Im folgenden wird ein kurzer Bericht über dieses letztgenannte Verfahren gegeben, hauptsächlich nach der Berechnungsmethode des schwedischen Grundwasserforschers Richert (1911). Zuvor aber zum Vergleich einige Worte über die Berechnung der Wassermenge in offenen Wasserläufen.

Die in einem Gewässer mit freier Oberfläche fliessende Wassermenge wird oft nach folgenden beiden Formeln (neben anderen) berechnet:

$$Q = v \cdot F$$

und

$$v = k\sqrt{RI},$$

wobei

Q = die Wassermenge,
v = die Geschwindigkeit,
F = die Quersektionsarea,
P = der benetzte Umfang,
R = der hydraulische Radius oder das Verhältnis zwischen dem Querschnitt und benetztem Umfang, $\frac{F}{P}$,
I = das Gefälle der Wasseroberfläche pro Längeneinheit $\frac{H}{L}$, d. h. das relative Gefälle oder Sinus des Neigungswinkels (Forchheimer 1914. S. 62),

k = ein Koeffizient, welcher von der Beschaffenheit des Flussbettes und von R abhängig ist.

Aus der letzten Formel geht hervor, dass in offenen Gewässern die Geschwindigkeit direkt proportional der Quadratwurzel aus dem Sinus des Neigungswinkels ist.

Wird ein an der Bodenoberfläche fliessendes Gewässer mit Sand gefüllt, so entsteht ein bedeutend grösserer Widerstand, welcher durch gesteigerte Druckhöhe überwunden werden muss.

Nach Darcys Untersuchungen ist die Geschwindigkeit des Grundwassers beim Versinken in vertikaler Richtung direkt proportional der verbrauchten Druckhöhe H und umgekehrt proportional der Tiefe T des Sandlagers

$$v = k \cdot \frac{H}{T}.$$

k ist hierbei ein Koeffizient, welcher nach der Beschaffenheit des Sandes wechselt.[1]

Bei horizontaler Bewegung des Grundwassers ist

$$v = k \cdot \frac{H}{L} = k \cdot I,$$

denn dieselben Gesetze, welche für die Bewegung des Grundwassers in senkrechter Richtung gelten, gelten auch für die Bewegung in wagrechter Richtung.

Während die Geschwindigkeit des Oberflächenwassers der Quadratwurzel aus dem Sinus des Neigungswinkels proportional ist, ist also die Geschwindigkeit des Grundwassers der ersten Potenz von I proportional. Die Geschwindigkeit des Grundwassers ist von der Beschaffenheit des wasserführenden Lagers abhängig, nicht aber von dessen Tiefe oder Dimensionen im übrigen.

Die Wassermenge Q wird durch folgende Gleichung erhalten:

$$Q = k \cdot F \cdot I \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Der Wert k muss für jeden einzelnen Fall auf experimentalem Wege bestimmt werden; d. h. durch Probepumpen aus einem oder mehreren Brunnen mit Messung der Wassermenge, wobei k unter Berücksichtigung der Änderung der Wasseroberfläche berechnet werden kann, die durch die neue Gleichgewichtslage geschaffen worden ist.

Die Berechnung wird verschieden ausgeführt, je nachdem die Grundwasseroberfläche vor dem Pumpen unter Druck steht oder nicht, das Wasser vor dem Pumpen stillstehend ist oder sich in Bewegung befindet usw.

[1] Betreffs Darcys Gesetz äussert Prinz, im „Handbuch der Hydrologie", Seite 174, nach einer ausführlichen Begründung:

„Die praktische Anwendbarkeit des Darcyschen Gesetzes hat man vielfach angezweifelt und bestritten. In neuerer Zeit hat namentlich Smreker dasselbe bekämpft, doch sind seine Einwendungen von Rother, Lummert, Hocheder u. a. widerlegt worden. Aus all den Widerlegungen ergibt sich, das zwar in Einzelfällen dass Darcysche Gesetz versagt, dass aber die Darcysche Grundformel für die Praxis hinreichend genaue Werte ergibt und zur Zeit durch eine bessere, allgemeingültige noch nicht ersetzt worden ist."

Folgende Berechnung gilt unter nachstehenden Voraussetzungen:

1. Die Grundwasseroberfläche steht nicht unter Druck.
2. Die natürliche Geschwindigkeit des Grundwassers ist O.
3. Die Grundwasseroberfläche ist vor dem Ingangsetzen des Pumpens horizontal.
4. Das Flussbett ist gleichfalls horizontal.
5. Der Brunnen reicht bis zum Boden des Flusses herunter und lässt Wasser durch die Öffnungen gleichmässig über die ganze gebogene Manteloberfläche herein.

Wenn das Wasser des Brunnens — welches, wie man annimmt, beim Beginn des Pumpens auf demselben Niveau wie das Grundwasser im Boden steht — durch Pumpen gesenkt wird, sinkt auch das Grundwasser um den Brunnen herum, da das Wasser von allen Seiten nach diesem rinnt. Der Brunnen wird also ein Rezipient, welcher das Wasser von einem begrenzten Gebiete aufnimmt.

Wie weit vom Brunnen aus, nach verschiedenen Richtungen hin, Grundwassersenkung vorkommt, sowie welche Veränderungen der Höhenlage in verschiedener Entfernung vom Brunnen vorkommen, wird durch Beobachtungen in Grundwasserstandsröhren bestimmt.

Durch fortgesetztes Pumpen sinkt die Wasseroberfläche immer tiefer und die Senkung verbreitet sich immer weiter, während sich die geförderte Wassermenge vermindert. Schliesslich tritt eine Gleichgewichtslage ein, indem die Wassermenge und der Wasserstand in den Röhren konstant werden. Die Senkung hat sich jetzt, wenn das Bodenmaterial homogen ist, im grossen und ganzen gleichförmig nach allen Richtungen hin bis zu einer gewissen Grenze ausgebreitet, wo sie in der Tat aufzuhören scheint. Eigentlich nähert sich die Grundwasseroberfläche nach aussen hin asymptotisch dem Niveau der ursprünglichen Wasseroberfläche.

Von dieser im grossen und ganzen kreisförmigen Grenze gerechnet, fällt also die Wasseroberfläche in der Richtung gegen den Brunnen und bis zu dessen Wasseroberfläche herab. In einem Senkungsgebiete bildet die Oberfläche des Wassers einen Trichter.

Auf der dazugehörigen Zeichnung (Abb. 62) wird der Radius des Senkungsgebietes mit R, der Radius des Brunnens mit r, die Tiefe des Grundwassers bei der Senkungsgrenze mit T und im Brunnen mit t bezeichnet.

Da in den Voraussetzungen einbegriffen war, dass das Grundwasser vor dem Pumpen die Geschwindigkeit O hatte, ist also die Wassergeschwindigkeit unmittelbar ausserhalb der Senkungsgrenze $= O$. Innerhalb der Senkungsgrenze befindet sich das Wasser nach dem Brunnen zu in Bewegung.

Aus Untersuchungen in Beobachtungsröhren über das Gefälle der Wasseroberfläche geht hervor, dass das Gefälle bei der Senkungsgrenze am schwächsten ist, und dass es dann ununterbrochen nach dem Brunnen zu zunimmt, bis das Grundwasser an der Aussengrenze des Brunnens mit der Wasseroberfläche desselben zusammenfällt.

Dass das Gefälle nach dem Brunnen zu zunehmen muss, geht aus Folgendem

hervor. Wenn man sich den Brunnen ringförmig von vertikalen Zylindern umgeben denkt, wird die Mantelfläche dieser Zylinder und ihre Höhe also auch ihre durchlassende Fläche, immer kleiner, je näher die Zylinder sich am Brunnen befinden. Da dieselbe Wassermenge auch durch die näher dem Brunnen gedachten Zylinder rinnen muss, muss die Geschwindigkeit hier grösser sein, woraus wiederum folgt, dass der Reibungswiderstand wächst. Da grösserer Widerstand nur durch gesteigertes Gefälle überwunden werden kann, muss auch das Gefälle zunehmen, je mehr sich der Abstand vom Brunnen verringert.

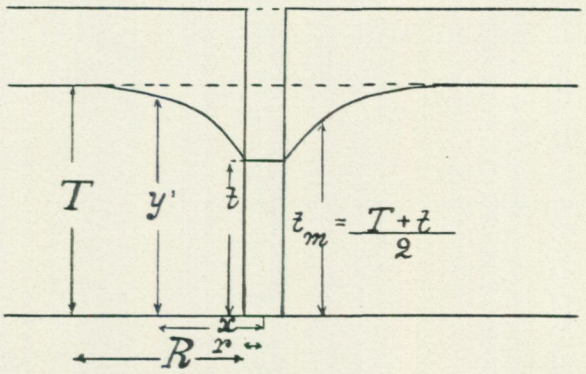

Abb. 62. Berechnung des Konstanten k durch Bestimmung der Senkungsgrenze und des Radius

Form der Grundwasserfläche bei fortgesetztem Aufpumpen des Wassers aus dem Brunnen. Vertikalsektion durch die Mitte des Brunnens.

Alle auf gleichem Abstande vom Brunnen befindlichen Wasserpartikel haben also dieselbe Geschwindigkeit und alle auf demselben Radius haben dieselbe Richtung, nicht aber dieselbe Geschwindigkeit.

Wenn man sich in beliebigem Abstande einen vertikalen Zylinder mit dem Radius x denkt, kann man die Geschwindigkeit für alle dort befindlichen Wasserpartikel v_x angeben. Wenn die Höhe des Zylinders y ist, wird also dessen Mantelfläche $= 2\pi xy$.

Die Neigung der Senkungskurve $= \frac{dy}{dx}$.

Die aufbeförderte Wassermenge, die durch direkte Messung bestimmt werden kann, kann also angegeben werden

$$q = 2\pi xy \cdot v_x,$$

woraus folgt, dass

$$v_x = \frac{q}{2\pi xy}.$$

Da, wie in vorhergehendem erwähnt ist, die Geschwindigkeit des Grundwassers proportional dem Sinus des Neigungswinkels ist, beträgt die Geschwindigkeit

$$v_x = k \cdot \frac{dy}{dx},$$

somit

$$\frac{dy}{dx} = \frac{q}{2\pi xy \cdot k} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Für $x = r$ ist $y = t$
» $x = R$ » $y = T$

$$\int_t^T y dy = \int_r^R \frac{q}{2\pi xk} dx$$

Integriert und die Grenzwerte eingesetzt:

$$q = \frac{\pi k (T^2 - t^2)}{e_{\log} \frac{R}{r}}.$$

Diese Gleichung kann auch wie folgt geschrieben werden:

$$q = \frac{2\pi k \frac{(T + t)}{2} (T - t)}{e_{\log} R - e_{\log} r}.$$

$\frac{T + t}{2}$ = das arithmetische Medium zwischen T und t und gibt also die Mitteltiefe der Grundwasseroberfläche in dem Senkungsgebiete an, wenn man annimmt, dass sie eine gerade Linie bildet.

$T - t$ = Senkung der Wasseroberfläche im Brunnen.

Setzt man die Mitteltiefe $= t_m$ und die Senkung $= s$, so erhält man

$$q = \frac{2\pi k \cdot t_m \cdot s}{e_{\log} R - e_{\log} r} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Aus dieser Gleichung, worin q die aufgepumpte gemessene Wassermenge ist, kann der Koeffizient k berechnet werden und darnach die Wassermenge des Grundwasserstromes Q aus der Gleichung (1).

Dieses Verfahren bei Berechnung der Wassermenge gilt, wie erwähnt, unter den oben angeführten Voraussetzungen, sowie weiter unter der Bedingung, dass das Bodenmaterial homogen ist, und dass die aus einem Grundwassergebiet geförderte Wassermenge im Verhältnis zur Wassermenge des Gebietes nur so gross ist, dass sie von dem hinzurinnenden Grundwasser ersetzt wird.

Wenn es oft schwierig ist, die Senkungsgrenze und also auch den Radius R genau zu bestimmen, kann k auf Grund der Senkung des Wasserstandes, die zwischen zwei in bekanntem Abstand vom Brunnen gelegenen Grundwasserstandsröhren eintritt, berechnet werden (Abb. 63).

Wenn für

$$x = r_1 \quad y = t_1$$

und für

$$x = r_2 \quad y = t_2,$$

so erhält man durch Integration der Gleichung (2) und Einsetzung der Grenzwerte

$$q = \pi \cdot k \frac{(t_2^2 - t_1^2)}{e_{\log} r_2 - e_{\log} r_1}$$

oder

$$q = \frac{2\pi k \frac{(t_2 + t_1)}{2} (t_2 - t_1)}{e_{\log} r_2 - e_{\log} r_1}$$

und

$$q = \frac{2\pi k \cdot t_m \cdot s}{e_{\log} r_2 - e_{\log} r_1}, \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (4)$$

aus welcher Gleichung k berechnet werden kann.

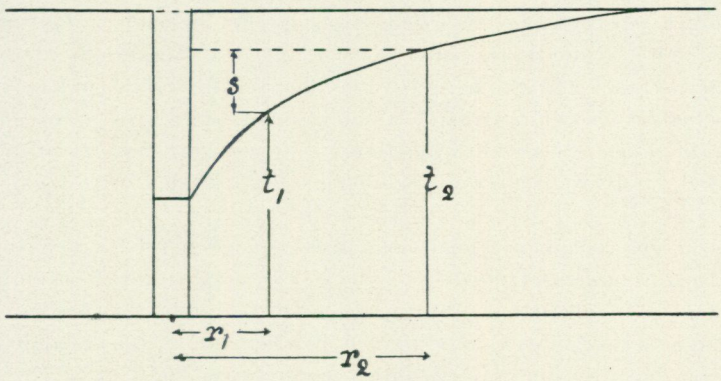

Abb. 63. Berechnung des Konstanten k ohne Bestimmung der Senkungsgrenze und des Radius.

In Fällen, wo der Grundwasserstrom unter Druck steht, die natürliche Geschwindigkeit des Grundwassers nicht $= 0$ ist, die Grundwasseroberfläche und der Boden des Stromes nicht horizontal sind usw., werden die Berechnungen des Koeffizienten k nach einem modifizierten Verfahren angestellt, welcher jedoch hier nicht angeführt werden kann.

2. Theoretische Herleitung der Bewegung des Grundwassers in dräniertem Boden.

Über die Bewegung des Grundwassers in dräniertem Boden hat man versucht Kenntnis teils auf theoretischem Wege zu gewinnen, durch Herleitungen, die sich auf diejenigen Kräfte gründen, welche die Bewegung des Wassers bestimmen: die Schwerkraft und die Reibung, teils auch auf experimentellem Wege: durch Untersuchungen.

Einer der in Deutschland zuerst auftretenden Repräsentanten für die theoretische Richtung ist Spöttle. Über seine Theorien, die er durch Grundwasser-

standsbeobachtungen kontrollierte, hat er u. a. im „Handbuch der Ingenieurwissenschaften" (1907) berichtet.

Spöttles Ergebnisse wurden seinerzeit allgemein anerkannt und waren lange Zeit für die Auffassung in dieser Frage grundlegend. In der im Jahre 1921 herausgegebenen Arbeit: „Kulturtechnischer Wasserbau" gibt Krüger ausführlich und im grossen und ganzen zustimmend Spöttles Resultate an.

Später, im Jahre 1924, hat Rothe in der Zeitschrift „Landwirtschaftliche Jahrbücher" Einwendungen gegen Spöttles Deduktion erhoben, und eine auf Darcys Satz für die Bewegung des freien ungebundenen Bodenwassers gegründete Theorie für die Bewegung des Grundwassers in dräniertem Boden aufgestellt, welche nunmehr als allgemein anerkannt angesehen werden dürfte.

Aus den Untersuchungen über Lage und Form der Grundwasseroberfläche in dräniertem Boden, welche durch Wasserstandsmessungen in verschiedenen Ländern und auch von mir ausgeführt worden sind, ist hervorgegangen, dass die Grundwasseroberfläche zwischen zwei parallel liegenden Leitungen im allgemeinen die Form einer Kurve mit dem Maximum in der Mitte zweier Dränstränge hat, d. h. gewöhnlich die Form, welche man auf theoretischem Wege gefunden hat, dass aber nicht selten grosse Unregelmässigkeiten vorkommen. So ist mitunter festgestellt worden, dass die Grundwasseroberfläche — z. B. während der Vegetationszeit — in der Mitte sogar am tiefsten lag.

Diese Unregelmässigkeiten entstehen aus verschiedenen Ursachen: Ungleichheit in der Zusammensetzung des Bodens, Ungleichheit im Vorkommen von Rissbildung, Wurzelkanälen, Wurmgängen etc., durch verschieden kräftige Entwicklung der Vegetation, wodurch je Flächeneinheit verschiedene Mengen Wasser von den Pflanzen aufgenommen werden usw.

In dem folgenden, nämlich in Abt. II, 3, werde ich durch die Ergebnisse meiner Untersuchungen beweisen, dass auf einem Ackerboden, welcher *aus einer leichtdurchlässigen Ackerkrume und aus schwerdurchlässigem Untergrund besteht, in gewissen Fällen in der Grundwasserbewegung zwischen zwei Dränleitungen zwei Vorgänge unterschieden werden können, einer mit grösserer Wassergeschwindigkeit in der Ackerkrume und einer mit geringerer Geschwindigkeit im Untergrunde. Auf solchem Boden rinnt ein Teil des Grundwassers in der Ackerkrume den Dränleitungen zu und sinkt in den bei der Dränung umgegrabenen Boden herab, welcher im allgemeinen grössere Durchlässigkeit besitzt, als der natürlich gelagerte Boden.*

Trotzdem aus verschiedenen Gründen die Grundwasseroberfläche in dräniertem Boden nicht unter allen Umständen die regelmässige Form einnimmt, welche man rechnerisch gefunden hat, sind derartige Untersuchungen dennoch von grossem Interesse. Sie sind nämlich, wie erwähnt, auf diejenigen Kräfte gegründet, die bei der Bewegung des freien Wassers im Boden wirksam sind: die Schwerkraft und die Reibung, und geben — in dem Masse, in dem sie den Verlauf richtig darstellen — an, nach welcher Lage und welcher Form hin die Grundwasseroberfläche zwischen zwei Dränleitungen unter allen Umständen sich einzustellen strebt. Diese Berechnungen

geben den Verlauf in grossen Zügen an und geben weiter eine Erklärung für den Wechsel der Form der Grundwasseroberfläche.

Dass infolge der Einwirkung lokaler Faktoren Ausnahmen von den allgemeinen Gesetzen vorkommen, verringert nicht den Wert der Gesetze.

Um an einem bestimmten Ort Kenntnis von der Lage und Bewegung der Grundwasseroberfläche zu erhalten, müssen dort Grundwassermessungen ausgeführt werden. Solche Messungen geben indessen keine Erklärung über die gewonnenen Ergebnisse. Eine solche geben, wie erwähnt, die Herleitungen.

Derjenige, welcher sich beim Grundwasserstudium damit begnügt, die Lage der Wasseroberfläche nur durch Messungen festzustellen, ohne sich die Erklärung der Wasserbewegung in dräniertem Boden angeeignet zu haben, befindet sich auf betreffendem Gebiete auf demselben Standpunkte, wie derjenige Landwirt, der seinen Ackerboden pflügt und besät, ohne die physischen, chemischen und biologischen Kräfte, die auf die Beschaffenheit des Bodens einwirken, zu kennen.

Gegen die Auffassung, welche mitunter ausgesprochen wird, dass mathematische Deduktionen über die Form der Grundwasseroberfläche der Bedeutung entbehren, muss Widerspruch erhoben werden. Sowohl von theoretisch-wissenschaftlichem, als auch von ökonomisch-kulturtechnischem Gesichtspunkte aus, ist es von Bedeutung, die Einwirkung der angegebenen Kräfte auf die Bewegung des Grundwassers, sowie auf die Höhenlage und Form der Grundwasseroberfläche zu studieren.

Beiläufig mag hier auch angeführt werden, dass eine Ursache der mitunter mangelhaften Übereinstimmung zwischen der auf theoretischem und auf experimentellem Wege gefundenen Grundwasserfläche in gewissen Fällen in systematischen Fehlern der technischen Ausführung der Grundwasserstandsmessungen liegt, eine Frage, auf die ich in dieser Abhandlung nicht eingehe, auf die ich aber, auf Grund gewonnenen Materials, bei einer späteren Gelegenheit zurückkommen werde.

Bevor ich über die Ergebnisse meiner eigenen Versuche über die Bewegung des Grundwassers in dräniertem Boden berichte, werde ich eine Zusammenfassung der von Spöttle und Rothe dargelegten mathematischen Herleitungen über die Bewegung des Grundwassers und die Form der Grundwasseroberfläche in dräniertem Boden geben. Den Bericht für die Theorie von Spöttle gründe ich hierbei teilweise auf Krügers Erläuterungen (Krüger 1921). Die Darstellung von Rothes Theorie ist dem Bericht Rothes in den „Landwirtschaftlichen Jahrbüchern" entnommen (1924).

Wenn man von einem Boden, in dem die Grundwasseroberfläche horizontal ist, d. h. in welchem sich das Grundwasser in Ruhe befindet, Wasser durch Dränleitung ableitet, entsteht eine Störung in der Gleichgewichtslage. Die Wasseroberfläche erhält ein Gefälle, und das Wasser wird durch die Einwirkung der Schwerkraft in Bewegung gesetzt. Es bewegt sich hierbei im grossen und ganzen nach den Gesetzen, welche oben für die Bewegung des Grundwassers gegen einen Brunnen angegeben sind, aus welchem das Wasser gepumpt wird. In

letztgenanntem Falle ist das Gebiet, welches berührt wird, kreisförmig während das Gebiet beim Ableiten des Wassers durch eine Dränleitung rechteckig ist.

Da sich die Grundwasseroberfläche von dem ursprünglichen Niveau G gegen die Dränleitung D senkt, nimmt die Tiefe des Grundwasserstromes von G nach D ab, wodurch auch die Fläche, durch welche die Wassermenge strömen muss, abnimmt (Abb. 64).

Da diese Wassermenge konstant ist, muss die Geschwindigkeit des Wassers steigen, wodurch sich auch der Reibungswiderstand erhöht, und da dieser Wi-

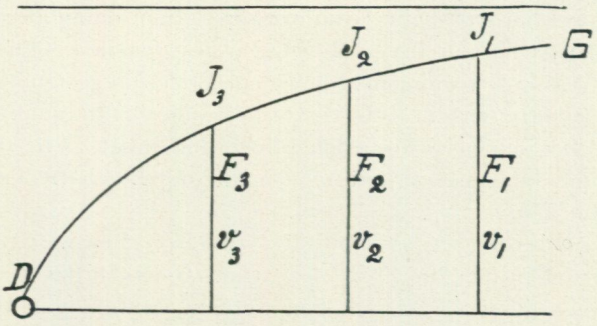

Abb. 64. Form der Grundwasserfläche in dräniertem homogenen Boden.

derstand durch zunehmendes Gefälle überwunden wird, muss die Neigung der Grundwasseroberfläche von G nach D zunehmen.

Wenn also

$$F_3 < F_2 < F_1$$

so ist

$$v_3 > v_2 > v_1$$

und

$$I_3 > I_2 > I_1$$

Auf dem Gebiet, welches von einer Dränleitung berührt wird, also auf beiden Seiten desselben, erhält die Grundwasseroberfläche die Form einer Logarithmenkurve.

Zwischen zwei parallel und auf gewöhnlichen Abstand liegenden Dränleitungen nimmt die Grundwasseroberfläche eine mehr oder weniger regelmässige Bogenform ein. Auf einem dränierten Felde entsteht hierdurch, so lange sich das Wasser nach den Leitungen in Bewegung befindet, eine Senkung des Grundwassers von verschiedener Tiefe, und erst dann, wenn die Wasseroberfläche bis zum Niveau der Leitungen gesunken ist, ist die Senkung gleich der Dräntiefe. Infolge des Gefälles der Leitungen wird im letztgenannten Falle die Grundwasseroberfläche nicht horizontal, sondern bildet geneigte Flächen. Auf horizontalem Boden vergrössert sich dabei der Abstand zwischen der Bodenoberfläche und der Grundwasseroberfläche mit dem Gefälle der Leitungen.

Gewisse Forscher (Risler et Very 1916) haben geltend gemacht, dass die Wasseroberfläche in dräniertem Boden niemals durch das Dränsystem bis zu dem Niveau der Dränleitungen herabsinken würde. Die Bewegung des Wassers würde aufhören, wenn das Gefälle der Wasseroberfläche die Kapillarkraft und den Reibungswiderstand nicht länger zu überwinden vermag. Dass diese Auffassung richtig ist, ist noch nicht bewiesen. Jedenfalls steht sie mit dem Resultat von Darcys Untersuchungen im Widerspruch (Krüger 1921).

Es liegt sehr nahe anzunehmen, dass nur das Grundwasser, welches sich auf höherem Niveau als die Dränleitungen befindet, durch die Schwerkraft nach

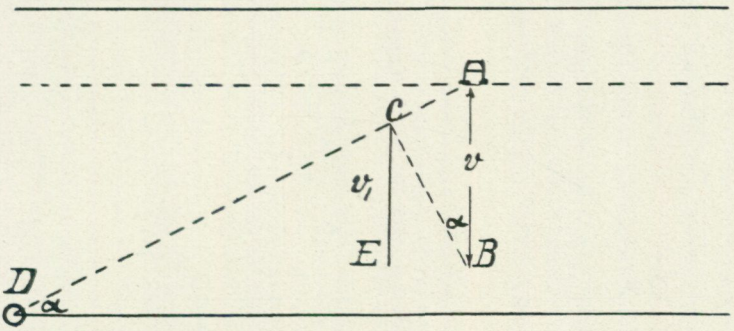

Abb. 65. Bewegung des Grundwassers in dräniertem homogenem Boden, nach Spöttle.

diesen Leitungen zu in Bewegung gesetzt wird. Aus Untersuchungen von Penningk geht jedoch hervor, dass eine solche Annahme unrichtig ist.

Penningks Versuche wurden allerdings in offenen Gräben ausgeführt. Was aber in dieser Hinsicht für offene Gräben gilt, muss auch für Dränleitungen Geltung haben. Aus seinen Versuchen geht hervor, dass von allen Seiten Wasser gegen eine Dränleitung strömt, auch von unten, und dass Kurven, welche durch Punkte mit demselben Druck gezogen werden, konzentrische, wenn auch selbstverständlich mehr oder weniger unregelmässige, Ringe um die Dränleitungen herum bilden. Die Richtung des Wasserstroms gegen die Drucklinien wird hierbei hauptsächlich winkelrecht.

Durch Ableiten von Grundwasser mittelst Dränleitungen wird also auch Wasser in Bodenschichten tieferen Niveaus in Bewegung gesetzt.

Spöttle hat versucht, die Bewegung des Grundwassers, insbesondere die Senkungskurve der Grundwasseroberfläche in dräniertem Boden, teils auf graphischem, teils auf analytischem Wege theoretisch abzuleiten.

Er setzte voraus, dass ein Wasserpartikel bei A (Abb. 65) auf Grund der Schwerkraft streben muss, sich gegen D längs der Linie $A\ D$ zu bewegen. Von der Schwerkraft wirkt jedoch nur die Komponente $A\ D$. Da man die Versickerungsgeschwindigkeit v bestimmen kann — z. B. $A\ B$ in 24 Stunden, kann man auch auf graphischem Wege angeben, wo sich ein Wasserpartikel in A nach einer gewissen Zeit befindet.

Man erhält nämlich

$$A\,C = v \cdot \sin \alpha.$$

Ein Wasserpartikel in A wird sich also nach einer Zeiteinheit nicht in B, sondern in C befinden. Dadurch, dass für verschiedene Punkte: A_1, A_2 usw. die Punkte C_1, C_2 usw. bestimmt werden, kann die Form der Senkungskurve in einem gewissen Zeitpunkt bestimmt werden.

Die Theorie von Spöttle kann selbstverständlich nur unter der Voraussetzung Geltung haben, dass das Grundwasser des Bodens sich nicht nach unten hin

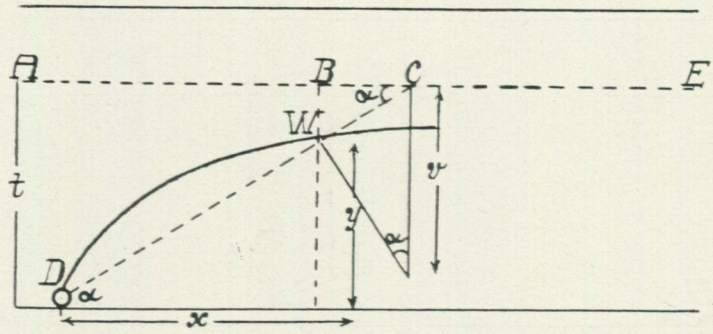

Abb. 66. Bewegung des Grundwassers in dräniertem homogenen Boden, nach Spöttle.

in Bewegung befindet, d. h. nur unter der Voraussetzung, dass der Untergrund undurchlässig ist.

Befindet sich das Grundwasser im Sinken z. B. mit der Geschwindigkeit v_1, dann muss sich ein Wasserpartikel in A nach einer Zeiteinheit nicht in C sondern in E befinden. Auch dieser Punkt kann auf graphischem Wege dargestellt werden.

Da die Form der Senkungskurve von einer trigonometrischen Funktion abhängig ist, muss bei Darstellung der Kurve auf graphischem Wege eine Zeichnung in ein und demselben Längen- und Höhenmassstab ausgeführt werden. Hierin liegt in dieser Methode eine Schwäche. Die Schnittpunkte werden nämlich für eine genaue Wiedergabe der Form sehr ungünstig.

Aus diesem Grunde wird der anderen analytischen Methode für das Bestimmen der Grundwasserkurve von Spöttle grössere Bedeutung beigelegt. (Krüger 1921.)

Wenn man (Abb. 66) die Grundwasseroberfläche mit den Linien $A\,B\,C\,E$ bezeichnet, die Dränleitung mit D und die Wassertiefe über dem Niveau der Dränleitungen mit t, und wenn die auf experimentalem Wege gefundene Versickerungsgeschwindigkeit v ist, so kann nach Spöttle die Senkungskurve durch folgende Rechnung bestimmt werden.

W ist ein beliebiger Punkt auf der Grundwasseroberfläche, der Versickerungsgeschwindigkeit v entsprechend und durch die Koordinaten x und y bestimmt.

Hierbei ist

$$DW = \sqrt{x^2 + y^2}$$

und

$$BW = v \cdot \sin^2 \alpha.$$

Also ist

$$y = t - v \cdot \sin^2 \alpha \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

ferner

$$\sin \alpha = \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

und

$$\sin^2 \alpha = \frac{y^2}{x^2 + y^2}. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Aus den Gleichungen (1) und (2) geht hervor

$$y = t - \frac{v y^2}{x^2 + y^2}.$$

Hieraus erhält man

$$y^3 + y^2 (v - t) + y x^2 - t x^2 = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

sowie schliesslich

$$x = y \sqrt{\frac{y - t + v}{t - y}}. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Die Senkung der Wasseroberfläche s beträgt

$$s = t - y.$$

Bei Berechnung der Senkung der Grundwasseroberfläche nach n Zeiteinheiten, z. B. einem Tag (24 Stunden), wendet man bei konstanter Versickerungsgeschwindigkeit an Stelle der Grösse v in oben angeführtem Beispiel die Grösse $n\,v$ an.

Gegen diese Deduktion von Spöttle hat, wie erwähnt, Rothe Einwand erhoben. Er führt an (1924), dass nach dieser Deduktion kein Maximum in der Dränmitte erhalten wird, sondern dass dort zwei Kurvenäste dachförmig zusammenstossen, was als eine Unstetigkeit, die nicht vorkommt, bezeichnet werden muss.

Rothe geht davon aus, dass die Grundwasserkurve von folgenden vier Faktoren abhängig ist:

1. Von der auf die Flächeneinheit gefallenen und abzuleitenden Wassermenge,
2. Von der Dräntiefe,
3. Von der Dränweite und
4. Von der Durchlässigkeit des Bodens.

Bei gegebener Wassermenge und Stranglage, und wenn die Durchlässigkeit bekannt ist, muss sich also die Kurve berechnen lassen.

Wenn Darcys Gesetz

$$Q = k \cdot I,$$

worin k eine vom Boden abhängige Grösse ist, als zutreffend angenommen wird, wird die Grundwasserspiegelkurve wie folgt berechnet (Abb. 67).[1]

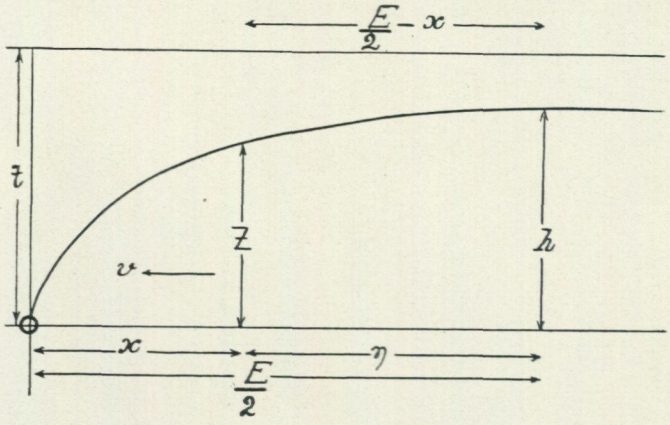

Abb. 67. Bewegung des Grundwassers in dräniertem homogenem Boden, nach Rothe.

Für einen Schnitt zwischen den Strängen ist

$$v = k \cdot \frac{dz}{dx}.$$

Wenn die Ordinate durch die Rohrmitte gelegt wird, fliesst durch den Querschnitt z bei der Breite 1 folgende Wassermenge

$$Q = k \cdot z \frac{dz}{dx} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Ist die von der Flächeneinheit versickerte Wasserquantität q, wird also

$$\frac{dz}{dx} k \cdot z = \left(\frac{E}{2} - x\right) \cdot q \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

$$dz \cdot z = \left(\frac{E}{2} - x\right) \frac{q}{k} dx$$

und wenn $\alpha = \frac{q}{k}$ gesetzt wird

$$\int dz \cdot z = \int \left(\alpha \frac{E}{2} dx - \alpha x \cdot dx\right)$$

Integriert

$$\frac{z^2}{2} = \frac{\alpha E}{2} x - \frac{\alpha x^2}{2} + C.$$

[1] Siehe Anm. Seite 225!

Für $x = O$ wird z gleich dem äusseren Durchmesser des Dränrohres d, also

$$C = \frac{d^2}{2}$$

$$z^2 = \alpha E x - \alpha x^2 + d^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

für $x =$ die halbe Dränentfernung, $\frac{E}{2}$:

$$h^2 = \alpha \frac{E^2}{2} - \alpha \frac{E^2}{4} + d^2 = \alpha \frac{E^2}{4} + d^2.$$

$\frac{q}{k} = \alpha$ ist eine Zahl, die berechnet werden kann.

$q = \mathrm{m^3/sek/m^2}$ ·
$k = \mathrm{m/sek}$.

Wenn q, nach der Zahl für Dränwasserabfluss der schlesischen General-Kommission, angenommen wird, also

$$0.65 \text{ lit/sek/ha} = 0.0056 \text{ m}^3/\text{Tag/m}^2$$

und k in einem gewissen Boden $= 3.25$ m/Tag ist, so ist

$$\alpha = \frac{0.0056}{3.25} = 0.0017$$

Bei 12 m Strangentfernung

$$h^2 = \frac{\alpha E^2}{4} + d^2 = \frac{0.0017}{4} \; 1\,440\,000 + 6^2 = 648 \text{ cm}. \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

$$h = 25.5 \text{ cm}.$$

Mit abnehmender Durchlässigkeit wird der Wert k kleiner, dann steigt der Koeffizient α: die Kurve steigt schneller an.

Bei dränbedürftigen Böden wird der Rohrdurchmesser d im Verhältnis zur Höhe h so gering, dass er vernachlässigt werden kann, also:

$$h^2 = \alpha \frac{E^2}{4} = \alpha \left(\frac{E}{2}\right)^2$$

$$h = \frac{E}{2} \sqrt{\alpha} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

Wenn die x-Achse durch die Mitte des Dränfeldes gelegt wird, also

$$x = \frac{E}{2} - \eta$$

kann die Gleichung (3) wie folgt geschrieben werden

$$z^2 = \alpha E \left(\frac{E}{2} - \eta\right) - \alpha \left(\frac{E}{2} - \eta\right)^2$$

$$z^2 = \alpha \frac{E^2}{4} - \alpha \eta^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

Für $\eta = o$ wird

$$h^2 = \alpha \frac{E^2}{4}$$

Durch Subtraktion bekommt man

$$z^2 - h^2 = \alpha \frac{E^2}{4} - \alpha \eta_i^2 - \alpha \frac{E^2}{4} = -\alpha \eta_i^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

Dieses ist die Gleichung einer Ellipse von der Form

$$\frac{z^2}{\alpha\left(\frac{E}{2}\right)^2} + \frac{\eta_i^2}{\left(\frac{E}{2}\right)^2} = 1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

Die grosse wagrechte Achse ist die Dränentfernung E. Die kleine senkrechte Achse ist

$$h = \frac{E}{2}\sqrt{\alpha} = \frac{E}{2}\sqrt{\frac{q}{k}}.$$

Auf Grund dieser Deduktion hebt Rothe hervor, dass — unter Voraussetzung der Gültigkeit des Satzes von Darcy, also der Proportionalität zwischen Gefälle und Geschwindigkeit, und wenn ein Aufstau nicht statt findet — die Spiegelkurven des Grundwassers bei Dränungen Ellipsen sind. (Siehe Anm. S. 225!)

Wird der Boden undurchlässiger und steigt die Sickerwassermenge, so steigt mit abnehmender Geschwindigkeitskonstante die Kurve nach der Mitte hin zu grösserer Höhe an.

Wird

$$h = t,$$

so ist die Kurve in der Mitte bis an die Bodenoberfläche gestiegen.

Wird h noch grösser, so wird die Ellipse von der Bodenoberfläche geschnitten. Bei ebenem Gelände wird in diesem Falle der Boden gleichmässig auf beiden Seiten der Mitte von Grundwasser gesättigt.

Der Däne Colding hat für die Grundwasserbewegung auf dräniertem Boden und für die Strangentfernung, E, folgende Formel aufgestellt

$$E = 1.8\,(D - d)\sqrt{\frac{k}{q}},$$

in der D die Dräntiefe und d die zulässige Grundwasserhöhe unter Flur angibt, also auch Colding ging davon aus, dass in dräniertem Boden die Grundwasserkurven Ellipsen seien.

Colding war ein auf dem Gebiet der Kulturtechnik bedeutender Forscher, der in der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts lebte, dessen Schriften aber dänisch geschrieben sind, und deswegen ausserhalb der Grenzen der nordischen Länder wenig bekannt sein werden.

Seine Deduktion schliesst Rothe mit folgenden Worten:

„Ist der Boden nicht gleichmässig, sondern wechselt er hinsichtlich seiner

Durchlässigkeit, so wechselt auch k. Die Grundwasserkurve setzt sich dann aus einzelnen Stücken von Ellipsen mit verschiedenen Senkrechten zusammen."

Betreffs des Wertes des theoretisch-mathematischen Studiums der Grundwasserbewegung in dräniertem Boden habe ich folgende Auffassung ausgesprochen:

„Die Deduktionen sind — — — — — — — auf diejenigen Kräfte gegründet, die bei der Bewegung des freien Wassers im Boden wirksam sind: die Schwerkraft und die Reibung, und geben an — in dem Masse, in dem sie den Verlauf richtig darstellen — nach welcher Form die Grundwasseroberfläche zwischen zwei Dränleitungen unter allen Umständen sich einzustellen strebt."

Dies ist im grossen und ganzen, obgleich in anderen Worten, dieselbe Auffassung wie diejenige, die Rothe äussert.

Der Umstand, dass theoretische Herleitungen „in dem Masse, in dem sie den Verlauf richtig wiedergeben", generell, ohne Ausnahme gelten, bringt mit sich, dass sie grosses Interesse auf sich ziehen. Dieses ist auch der Grund weswegen ich hier — als Einleitung zum folgenden Bericht über meine Untersuchungen über Bodendurchlässigkeit und Grundwasserbewegung — die erwähnten Deduktionen so ausführlich wiedergegeben habe.

3. Eine „allgemeine Regel" für die Bewegung des Grundwassers in dräniertem Boden, nach Untersuchungen des Verfassers.[1]

Mit den Versuchen über die Durchlässigkeit, über deren Ergebnisse im folgenden berichtet wird, beabsichtigte ich nähere Kenntnis über die Schwankungen der Durchlässigkeit an verschiedenen Stellen der Versuchsfelder zum gleichen Zeitpunkt zu gewinnen, das heisst:

zu untersuchen, ob der Boden, der bei Ausführung der Dränung ausgegraben wurde und, nach Anbringung der Röhren, über dieselben wieder aufgelegt wurde, denselben Grad von Durchlässigkeit besitzt, wie der Boden in natürlicher Lagerung, oder ob in der Durchlässigkeit irgend welche Veränderung eingetreten ist, d. h. ob sie vermehrt, oder etwa verringert worden ist, letzteres durch Verschlemmung im feuchten Zustande.

Diese Feststellungen über die Durchlässigkeit schienen mir nicht zum mindesten deshalb wertvoll zu sein, um eine Aufklärung über die wichtige Frage zu gewinnen, innerhalb welcher Grenzen der auf den Feldern festgestellte Abfluss verallgemeinert werden kann. Aber auch nach anderer Richtung hin können solche Untersuchungen begründet erscheinen. Die Frage hat Bedeutung auch für die Beurteilung verschiedener anderer Massnahmen bei der Dränung als nur die, die hier in den Vordergrund tritt, d. h. die Dimensionierung der Röhren.

[1] Siehe Anm. Seite 14!

Verschiedenes spricht dafür, dass eine grössere Durchlässigkeit durch das Umgraben des Bodens nicht entstehen könnte.

So kann z. B. angeführt werden, dass ein bei langen Niederschlagsperioden schwerdurchlässiger Tonboden in natürlicher Lagerung sich bei Trockenperioden zusammenzieht und von einem Netz von Rissen, oft mehr als centimeterbreit, an der Oberfläche durchzogen wird. (Ekström und Flodkvist 1926.) In solchem Zustande ist ein Tonboden, wie angeführt, der durchlässigste aller Bodenarten (Sahlström 1913).

Es sollte jedoch kaum Veranlassung zu der Annahme vorliegen, dass der durch Umgraben gelockerte Boden grössere Fähigkeit haben sollte, seine Durchlässigkeit beizubehalten, als der durch kräftige, vertikale Rissbildung gelockerte Tonboden.

Als Grund zu der Annahme, dass der umgegrabene Boden wenigstens an gewissen Stellen grössere Durchlässigkeit als der natürlich gelagerte besitzt, könnte angeführt werden, dass bei der Auffüllung ab und zu durch etwas humusreichen Boden aus der Ackerkrume durchlässigere Stellen entstehen, in welche das Wasser schneller hinabsinken könnte. Es wäre jedoch voreilig, aus diesem Grunde ohne Experimente grössere Durchlässigkeit der umgegrabenen Erde vorauszusetzen. In Trockenperioden, wo der Tonboden von Rissen durchzogen ist, fällt auch in diese bei der Bestellung der Felder Erde aus der Ackerkrume hinein.

Zwei Beobachtungen hatten mich jedoch zu der Annahme veranlasst, dass der umgegrabene Boden, wenigstens unter gewissen Voraussetzungen, grössere Durchlässigkeit als der natürlich gelagerte besitzt, nämlich teils die Wahrnehmung, dass in gewissen Fällen in Pflugfurchen langsam hervorsickernde Feuchtigkeit über Dränleitungen in den Untergrund hinabgesunken ist, teils auch die Beobachtung, dass mehrere Jahrzehnte nach Ausführung einer Dränung ein weit höherer Grad von Lockerheit beim umgegrabenen Boden als beim natürlich gelagerten vorhanden war. Diese grössere Lockerheit festzustellen habe ich bei Untersuchung älterer Dränsysteme Gelegenheit gehabt.

Westermann gibt indessen an (1909), dass, wenn beim Füllen der Gräben der Tonboden sehr feucht ist, er durch Verschlemmung undurchlässig gemacht werden könne. Ich habe mehrmals selbst beobachtet, wie auf Tonboden Wasser längere Zeit nach dem Aufhören der Niederschläge über neuangelegten Dränsträngen stehen geblieben ist, und zwar nur, weil der aufgegrabene, feuchte Boden verschlemmt und undurchlässig war.[1]

Um näheren Einblick in die Frage zu bekommen habe ich auf sämtlichen fünf Versuchsfeldern, und ausserdem auf einem weiteren, das Problem durch Experimente studiert. Die Experimente wurden in Form von Feldversuchen ausgeführt.

In kulturtechnischer Hinsicht ist es von Interesse festzustellen, ob und inwiefern ein Unterschied in der Durchlässigkeit des umgegrabenen und des natürlich gelagerten Bodens vorhanden ist, besonders zu Zeiten, wo der natürlich gelagerte Boden schwerdurchlässig ist, d. i. während längerer Feuchtigkeitsperioden.

[1] Wer ohne Versuchsresultate als selbstverständlich annimmt, dass der umgegrabene Boden durchlässiger als der natürlich gelagerte sein muss, zeigt dadurch mangelnde Kenntnisse betreffs dieses Problems.

Da man indessen davon ausgehen kann, dass die Schwankungen der Durchlässigkeit, ausser von wechselndem Wassergehalt, auch vom Bodenfrost abhängig sind, wobei anzunehmen ist, dass die Durchlässigkeit des Bodens unmittelbar n a c h einer Frostperiode grösser sei, als kurz v o r einer solchen Periode, so wurden die Versuche über die Durchlässigkeit des Bodens auf folgende Jahreszeiten verlegt, nämlich:

t e i l s auf den Spätherbst „nach längerer Feuchtigkeitsperiode" (November oder Dezember),

t e i l s auf das Frühjahr „kurz nachdem der Boden frostfrei geworden war" (April oder Mai).

Die Untersuchungen wurden in den Jahren 1928—1929 ausgeführt.

Der Kontrolle halber wurden die Versuche, im Herbst sowie im Frühjahr, auf jedem Felde auf drei verschiedenen Stellen ausgeführt. Die im Frühjahr fortgesetzten Untersuchungen wurden im allgemeinen so nahe an die Stellen der Untersuchungen des Herbstes verlegt, wie es die Verhältnisse erlaubten, d. i. so nahe wie es überhaupt möglich war, um die Versuche i n u n b e r ü h r t e m B o d e n ausführen zu können.

Ehe ich auf die von mir angewendete Methode und die bei den Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse näher eingehe, will ich kurz folgende Methoden erwähnen, die zur Bestimmung der Durchlässigkeit in natürlich gelagertem Boden zur Verwendung gelangt sind.

Zwecks Feststellung der Durchlässigkeit des natürlich gelagerten Bodens, aber nicht nur zu diesem Zwecke, sondern auch zwecks Feststellung anderer Faktoren, wie z. B. der Wasserkapazität etc., sowie um überhaupt im Laboratorium mit dem Boden in natürlicher Lagerung und Konsistenz arbeiten zu können, hat Kopecky (1904) eine Methode ausgearbeitet. Nach dieser Methode wird die Durchlässigkeit im Laboratorium an einer Bodenprobe festgestellt, an der die natürliche Lagerung und der Zusammenhang nicht, oder nur unwesentlich, gestört wird. Die Probe wird mit einem von Kopecky konstruierten Apparat genommen, bestehend aus einem 20 cm hohen Stahlzylinder, dessen untere Kante geschärft ist. Innerhalb dieses Zylinders befinden sich übereinander drei Metallzylinder mit einem Durchmesser von 50.5 mm, d. i. mit einer Bodenfläche von 20 cm^2. Der untere und der obere dieser Zylinder sind 35.4 mm und der mittlere 100 mm hoch. Durch Gewinde wird an dem Apparat ein Deckel befestigt, und an diesem kann ein Stiel angebracht werden. Kopecky hat später den Apparat so geändert, dass die Höhe auf 40 und der Durchmesser der Zylinder auf 80 mm kommt.

Während der Herabsenkung des Apparates in den Boden füllen sich die Zylinder mit Erde. Nach dem Emporziehen werden sie getrennt, beispielsweise mit Hilfe eines gespannten Fadens. Die Erde wird in den Zylindern durch ein Drahtnetz zurückgehalten, das an jedem Ende durch einen Gummiring festgehalten wird.

Die im mittleren Zylinder enthaltene Probe verwendet Kopecky zur Bestimmung der Durchlässigkeit, wobei er wie folgt vorgeht:

16—311544. *S. G. U., Ser. C, N:o 371. Herman Flodkvist.*

Der Zylinder wird in einem Trichter derart gebracht, dass eine Bodenfläche nach unten kommt. Das Netz am oberen Ende des Zylinders wird abgenommen und Wasser durch ein Glasrohr aufgegossen, bis am unteren Ende Wasser durchsickert. Hiernach wird in das Glasrohr Wasser bis 50 mm oberhalb der Oberfläche gefüllt. Die Durchlässigkeit wird nach 24 Stunden festgestellt und in so viel cm^3 Wasser angegeben, wie während der Zeit durch eine Bodensäule von 10 cm Höhe und 10 cm^2 Durchschnittsfläche durchgesickert ist.

Freckmann und Janert haben zur Feststellung der Durchlässigkeit des natürlich gelagerten Bodens auf dem Felde folgenden Apparat konstruiert. (Freckmann und Janert 1924.)

Der Apparat besteht aus zwei Hauptbestandteilen, einem Erdbohrer und dem eigentlichen Durchlässigkeitsmesser. Als Bohrer wird ein 1.35 m langes, nahtloses Stahlrohr verwendet, dessen äusserer Durchmesser bei 2 mm Wandstärke 34 mm beträgt. Am unteren Ende ist das Rohr von innen nach aussen geschärft. Am oberen Ende ist das Rohr mit einem Stiel versehen.

Der Bohrer kann im allgemeinen ohne Hammer, nur durch Druck und Drehung, 5 bis 10 cm in den Boden eingepresst werden.

Nach Emporziehen des Bohrers wird die Erde mit einem Stock oder dergleichen ausgestossen, worauf das Bohren in gleicher Weise fortgesetzt wird.

Der zweite Teil des Apparates besteht unten aus einem dicht mit Löchern versehenen Rohr von demselben Durchmesser wie der Bohrer. Wasser, das in dieses Sieberohr gegossen wird, wird durch den Druck des Wassers seitwärts in die Erde hineingedrückt. Am oberen Ende des Rohres befindet sich ein gradiertes Wasserstandrohr mit Hahn und Gummirohr versehen, zur Regulierung des zulaufenden Wassers. Der Wasserstand wird durch den Hahn stets gleich gehalten, wodurch auch der Wasserdruck konstant bleibt.

Die Durchlässigkeit wird auf die Weise festgestellt, dass die Zeiten, die für das Herabsinken von 500 cm^3 Wasser erforderlich sind, notiert werden. Solche Bestimmungen werden in jedem Bohrloch auf 3 verschiedenen Tiefen ausgeführt.

In Frankreich, Dänemark und Schweden hat man ebenfalls die Durchlässigkeit des Bodens in natürlicher Lagerung durch Feldversuche festgestellt.

Die französischen Versuche wurden von Müntz, Faure et Lainé ausgeführt (1905 und 1907) zwecks Feststellung der Wirkung künstlicher Bewässerung auf Böden verschiedenartiger Durchlässigkeit. Die Versuche gaben ein positives Ergebnis, indem dadurch nachgewiesen wurde, dass die Wirkung künstlicher Bewässerung in hohem Masse von der Durchlässigkeit des Bodens abhängig ist. Auf undurchlässigem oder nur schwerdurchlässigem Boden war die Wirkung der Bewässerung gering, während sie auf durchlässigem Boden gute Erfolge aufwies. Durch eine Bestimmung der Durchlässigkeit des Bodens konnte man also gewissermassen entscheiden, ob der Boden für Bewässerung geeignet war.

Die Durchlässigkeit wurde in Zylindern von 11.2 cm Durchmesser und 250 cm Höhe bestimmt, welche durch Drehung und Druck 7 cm tief in den Boden hineingepresst wurden. Mittelst eines besonders für den Zweck konstruierten

Apparates wurde die Wasseroberfläche in gleichmässiger Höhe, 3 cm oberhalb der Bodenoberfläche, gehalten.

Als Einheit bei der Bestimmung der Durchlässigkeit hatte man die Menge Wasser gewählt, die während einer Stunde 1 cm tief heruntersank. Diese Menge war an der Gradierung der Flasche, durch die Wasser hinzugeführt wurde, direkt abzulesen. Die Einheit wurde also in cm pro Stunde heruntersinkendem Wasser angegeben.

Aus den Versuchen ging hervor, dass die Durchlässigkeit in hohem Masse von gewissen zufälligen Faktoren abhängig war, wie z. B. vom Feuchtigkeitsgehalt und der Lockerung des Bodens, von der Vegetation, dem Vorhandensein von Wurzelkanälen etc. wie auch vom Wasserdruck, d. h. von der Höhe der Wassersäule im Zylinder.

Es wurde festgestellt, dass das Herabsinken auf Tonboden am grössten war, wenn der Boden am Anfang der Versuche trocken und von Spalten durchzogen war, dass es aber allmählich nachliess, bis Konstanz eintrat. Diese konstante Durchlässigkeit war es, die man feststellte.

Gleichzeitig mit diesen Feldversuchen wurden Laboratorienversuche ausgeführt. Hierbei stellte man fest, dass irgend ein bestimmtes Verhältnis zwischen der Durchlässigkeit des Bodens und den Ergebnissen der mechanischen Bodenanalyse nicht vorhanden war. Im allgemeinen war der Boden mit höherem Tongehalt schwerer durchlässig, aber auch das Gegenteil kam vor. So stellte es sich z. B. heraus, dass der Boden des Ariège-Tales, mit einem Tongehalt von 11.9 % sehr durchlässig war, während ein Boden mit einem Tongehalt von 10.5 % nahezu undurchlässig war. Dasselbe Verhältnis fand man im Garonne-Tal bei einem Tongehalt von 6, bezw. 13.8 %, wobei also der Boden mit dem höheren Tongehalt sich als der durchlässigere herausstellte.

Bei diesen französischen Versuchen wurden Zylinder mit verhältnismässig geringem Durchmesser, oder, wie angegeben, 1 dm^2 angewendet.

Bei den in Dänemark von Westermann (1909) und in Schweden von Sten De Geer und Sahlström ausgeführten Feldversuchen zwecks Bestimmung der Durchlässigkeit des Bodens (Sahlström 1913) sind Zylinder mit bedeutend grösserem Durchmesser angewendet worden. Westermann wendete Zylinder mit einem Durchmesser von 798 mm und einer Höhe von etwa 300 mm an, De Geer wählte 1 128 mm und 180 mm, in welch letzterem Falle die Versuchsfläche 1 m^2 betrug.

Westermann führte die Versickerungsversuche auf dem Experimentalfelde der landwirtschaftlichen Hochschule in Kopenhagen aus, wo der Boden aus Tonerde besteht. Vor den Versuchen wurde die humusreiche Oberschicht bis zur Tiefe von 20 cm weggenommen. Bei neun Versuchen sickerten in die Versuchsflächen pro Stunde durchschnittlich 148 mm Wasser ein.

Als Ursache der Schwankung in der Durchlässigkeit des Bodens führt Westermann in erster Linie das Vorhandensein von Rissen und Kanälen, von Wurzeln oder Würmern an.

Bei den von Sahlström beschriebenen, an verschiedenen Orten in Schweden ausgeführten Versuchen (43 an der Zahl), wurde folgende Methode angewendet.

Der Zylinder, dessen Dimensionen oben angeführt sind, wurde unter Drehung 10 cm in den Boden versenkt. Das Wasser wurde durch Brause oder im Strahl vorsichtig über die durch den Zylinder isolierte Versuchsfläche gegossen, und zwar bis zur Menge von 100 liter, bisweilen auch in bedeutend grösseren Mengen, von jeweilig 10 litern. Hierbei wurde die Zeit notiert, die zur Versickerung jeder Menge von 10 liter erforderlich war.

Bei sämtlichen Versuchen wurden für den Einlauf der ersten 50 liter, d. i. eine Wasserschicht von 50 mm durchschnittlich folgende Zeiten notiert:

Für	Moräne	9	Min.	13	Sek.
»	Kies	21	»	24	»
»	Ton	22	»	19	»
»	Sand	35	»	4	»

Unter den erzielten Untersuchungsergebnissen werden folgende angeführt, die in dem vorliegenden Zusammenhang von grossem Interesse sind.

Längere Zeit war dann für die Versickerung erforderlich, wenn die Ackerkrume und die Vegetation entfernt waren. Dies erklärt Sahlström teils damit, dass in letzterem Falle die Versuchsfläche während der Bewässerung in bedeutend höherem Masse als im ersteren Falle von Wasser bedeckt gewesen ist, teils auch mit der Veränderung, die die Bodenfläche selbst bei der Entfernung der Vegetation und der Ackerkrume erfährt, indem lockeres Erdreich in die Risse herabfällt, teils auch damit, dass in einer derart freigemachten Fläche die Risse während der Wasserbegiessung leichter verschlemmen, als wenn die Fläche durch eine Vegetationsdecke geschützt ist.

Sahlström hebt hervor, dass es zur Erzielung einer sicheren, absolut objektiven Bestimmung der Versickerungsgeschwindigkeit nötig wäre, die gesamte Versuchsfläche dauernd unter Wasser zu halten. Um zu grosse Schwankungen im Wasserdruck zu vermeiden, kann die Wasserzufuhr in einer Menge geschehen, die einer 10 mm Wasserschicht jedes Mal entspricht. Ein besonderer Begiessungsapparat ist dann nicht nötig. Bei Beurteilung der Durchlässigkeit eines Bodens sollte dieselbe sowohl im ausgetrockneten Zustande als auch bei vollständiger Sättigung mit Wasser berücksichtigt werden; ebenso auch die Schwankungen der Durchlässigkeit im Laufe der Bewässerung.

Der Kies hat eine Durchlässigkeit gezeigt, die im grossen und ganzen vom Feuchtigkeitsgehalt ziemlich unabhängig ist, während auf Tonboden die Durchlässigkeit bei trockenem Boden anfangs überraschend gross war, sogar grösser noch als bei Kies und Sand. Bei fortgesetzter Bewässerung sank aber die Durchlässigkeit des Tonbodens rascher, als bei irgend einer anderen Bodenart.

Bei der Durchlässigkeit auf Sandboden hebt Sahlström hervor, dass diese bedeutend geringer als angenommen gewesen sei, während bei den meisten Versuchen auf Moränen der Einlauf sich unerwartet rasch vollzogen habe.

Durchlässigkeitsversuche des Verfassers.[1]

Meine Durchlässigkeitsversuche wurden auf einer Fläche von $^1/_4$ m² von folgenden Dimensionen vorgenommen: Länge 1 000 mm, Breite 250 mm. Die Fläche wurde durch einen Blechrahmen mit einer Höhe von 250 mm isoliert. Die später verwendeten Blechrahmen waren 300 mm hoch.

Der Blechrahmen erhielt die nötige Festigkeit durch ein an der oberen Kante angebrachtes, solides Bandeisen, um welches das Blech gebogen war. Ausser-



Abb. 68. Versickerungsbestimmung durch den Assistenten der Landwirtschaftskammer E. Hörelt mit Beihilfe. Bild des angewandten Apparats.

dem war der Rahmen durch kräftige Querstreifen verstärkt, die die Längsseiten in richtiger Entfernung auseinander hielten. Diese Querstreifen waren so hoch angebracht, dass sie beim Herabsenken des Apparates nicht bis zur Bodenoberfläche reichten. Die untere Kante des Rahmens war geschärft, damit er so leicht wie möglich in den Boden hineindringen sollte. An den beiden Kurzseiten war der Apparat mit Handgriffen versehen. (Abb. 68, 69.)

Der Grund, weswegen ich mich für einen Apparat mit rechteckiger Form und obenerwähnter Länge und Breite entschied, war folgender:

Ich ging davon aus, dass der Apparat in der einen Richtung so grosse Ausdehnung haben sollte, dass er mehrere, einigermassen ausgeprägte Risse überspannen konnte, doch ohne so lang zu sein, dass eine gleichmässige Verteilung des Wassers unmöglich wurde. Aus diesem Gesichtspunkte wählte ich eine Länge von 1 000 mm.

[1] Siehe S. 31—34, „Durchlässigkeitsversuche"!

Die Breite des Apparates wurde aus dem Grunde auf 250 mm festgesetzt, weil bei der Ausführung von Dränungsarbeiten die Breite eines Drängrabens an der Bodenoberfläche zuweilen auf etwa 3 dm herabgehen kann. Um aber ganz sicher zu gehen, dass bei den Durchlässigkeitsbestimmungen auf umgegrabenem Boden kein Teil der Versuchsfläche Boden in natürlicher Lagerung berühren sollte, wurde die Breite um 50 mm verringert.



Abb. 69. Versickerungsbestimmung. Bild des angewandten Apparats.

Am Anfang der eigentlichen Untersuchungen wurde von mir eine Reihe orientierender Durchlässigkeitsversuche vorgenommen. Durch diese beabsichtigte ich teils einen für den Zweck geeigneten Typ des Apparates zu finden, teils Erfahrung in der Ausführung der Versuche zu sammeln.

Nach diesen orientierenden Versuchen gewonnenen Erfahrungen wurde der Apparat in Einzelheiten erst einmal verbessert. Darauf wurde ein neuer Apparat bestellt. Nach weiteren Erfahrungen wurde noch ein dritter Apparat bestellt.

Während der orientierenden Versuche machte ich auch sonst mehrere interessante Erfahrungen; u. a. hatte ich Gelegenheit, neue Beobachtungen über

eine Erscheinung, die ich früher beobachtet und behandelt habe, (Flodkvist 1924) zu machen, nämlich, dass Tonboden mit geringem Humusgehalt durch Verschlemmung äusserst schwerdurchlässig werden kann. Bei der Ausführung der Versuche auf dem offenen Felde ist es von grosser Bedeutung, dass diese Eigenschaft des Tonbodens gehörige Beachtung findet.

Der Blechrahmen wurde in den Boden so tief eingeführt, dass dessen Unterkante in den Untergrund hineingriff. Ton wurde rings um den Rahmen angebracht, um vorzubeugen, dass Wasser unter dessen Unterkante hervordrang.

Bei der Einführung des Rahmens in den Boden wurde grösste Vorsicht beobachtet, um eine Störung in der Lagerung des Bodens zu verhüten.

Beim Auswählen der Versuchsstellen wurde genau darauf geachtet, dass nur solche in Frage kamen, wo der Boden in keiner Hinsicht, z. B. durch Betreten od. dergl., in seiner natürlichen Lagerung und Durchlässigkeit gestört worden war.

Bei der Ausführung der Versuche befanden sich sowohl die Ackerkrume als auch der Untergrund in natürlicher Lagerung, jedoch mit der Ausnahme, dass, bei den Versuchen auf dem Felde bei Karlslund im Frühjahr 1929, die Ackerkrume, die stark ausgetrocknet war, vor Ausführung der Versuche entfernt wurde. Bei diesen Versuchen wurde also das Wasser direkt auf den Untergrund gegossen, was auch im Bericht über die Versuche besonders erwähnt wird. Diese Abweichung vom Plane im angeführten Falle wirkt aber auf den Vergleich zwischen der Durchlässigkeit einerseits des natürlich gelagerten und anderseits des umgegrabenen Bodens nicht ein.

Um bei den Versuchen auf umgegrabenem Boden sicher zu sein, dass die Versuchsfläche richtig gewählt war, wurde erforderlichenfalls der Dränstrang unter Zuhilfenahme zweier Eisenstangen an zwei Stellen aufgesucht, durch in die Löcher eingetriebene Stangen kenntlich gemacht und dann der Blechrahmen eingefluchtet.

Bei der Wahl der Art der Wasserzuführung benutzte ich die von Sahlström (1913) gewonnene Erfahrung. S. macht geltend, dass ein besonderer Apparat zwecks Haltung der Wasseroberfläche in konstanter Höhe nicht erforderlich wäre, wenn man beachtet, dass jedesmal ein geringeres Quantum Wasser aufgegossen wird, beispielsweise 10 liter pro m^2, wobei die Schwankung des Wasserdruckes unbedeutend wird. Bei meinen Versuchen wurde jedesmal Wasser in einer Menge von 5 lit. je $^1/_4$ m^2, einer Wasserschicht von 2 cm entsprechend, zugeführt. Der Druck überstieg also nicht 2 g/cm^2. Sobald diese Menge unter die Bodenoberfläche herabgesunken war, wurden sofort weitere 5 lit. zugeführt.

Es war meine Absicht, bei jedem Versuche 25 Lit., entsprechend 100 mm Niederschlag, gegebenenfalls evt. mehr, zuzuführen. Bei der Ausführung der Versuche ergab sich aber, dass infolge der Schwerdurchlässigkeit des Bodens in natürlicher Lagerung so grosse Mengen nicht immer zugeführt werden konnten. Hierfür wäre zu lange Zeit nötig gewesen. Als Beispiel hierfür kann, unter Hinweis auf den Versuchsbericht, angeführt werden, dass bei den Versuchen in natürlich gelagertem Boden auf dem Felde bei Karlslund im Herbst 1928 (Versuch 1, a, α) für die Versickerung von 12 lit. eine Zeit von 24 Stunden 4

Min. nötig war. Es wurde sogar eine noch geringere Durchlässigkeit bei mehreren Versuchen beobachtet.

Bei Ausführung der Versuche wurde festgestellt, dass, auch in Fällen, wo die Durchlässigkeit unbedeutend war, die Ackerkrume allgemein grosse Durchlässigkeit aufwies, sodass die geringe Durchlässigkeit des Bodens in solchen Fällen auf die Beschaffenheit des Untergrundes zurückzuführen war.

Es liegt in der Natur der Sache, dass die Durchlässigkeit des natürlich gelagerten Bodens, auf einer Fläche von der Grösse der betreffenden Versuchsfelder (d. h. bis zu 2 ha und mehr), auch bei gleichzeitig ausgeführten Versuchen, innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwanken muss. Die Ursachen hierzu sind Ungleichmässigkeit der Beschaffenheit des Bodens, Ungleichmässigkeit in Bezug auf Verteilung von Rissen, Wurzelkanälen, Wurmgängen etc.

Einige der von mir ausgeführten Versuche, die immer drei Parallelversuche umfasst haben, weisen auch solche Schwankungen der Durchlässigkeit auf. Die grosse Mehrzahl derselben zeigt jedoch gute Übereinstimmung. Im grossen und ganzen ist die Übereinstimmung grösser, als ich, mit Rücksicht auf oben genannte Umstände, beim Beginn der Versuche anzunehmen wagte.

Da bei den hier in Frage kommenden Untersuchungen die Abweichungen von dem Mittel nicht nennenswert auf „zufällige Fehler" zurückzuführen waren, sondern auf ganz natürliche Schwankungen in der Fähigkeit des Bodens Wasser aufzunehmen, schien es mir nicht angebracht, an dieser Stelle das Versuchsmaterial nach den Regeln der Fehlertheorie zu behandlen, sondern ich habe in der Zusammenfassung das gesamte Material angeführt, woraus also die Schwankungen ersichtlich sind.

Um einen Vergleich zwischen den Geschwindigkeiten der Versickerung bei den verschiedenen Versuchen zu ermöglichen sowie der besseren Übersichtlichkeit des Versuchsmateriales wegen, habe ich die versickerte Wassermenge auf eine bestimmte Zeit- und Flächeneinheit reduziert, nämlich auf Minute und m^2. Die Reduktion auf eine bestimmte Flächen- und Zeiteinheit hat grosse Vorteile, es liegt aber in der Natur der Sache, dass auch gewisse Nachteile und eine Fehlerquelle damit verbunden sind.

Durch die Reduktion verschwindet die Unmittelbarkeit, welche die primären Versuchsangaben besitzen, und eine Fehlerquelle entsteht dadurch, dass die Durchlässigkeit nicht immer mit der Zeit direkt proportional, sondern in der Regel etwas abnehmend ist. Aus dem Studium der von Sahlström oben angeführten Versuche (1913) geht jedoch hervor, dass diese Fehlerquelle bei der geringen Reduktion von $^1/_4$ m^2 auf 1 m^2 so gering sein muss, dass sie, mit Rücksicht auf den bedeutenden Unterschied in der Durchlässigkeit des natürlich gelagerten und des umgegrabenen Bodens festgestellt wurde, ohne Bedeutung ist.

Da der Abfluss des Dränwassers in der Kulturtechnik im allgemeinen auf die Zeiteinheit Sekunde, und die Flächeneinheit hektar reduziert wird, kann es fraglich sein, ob es zweckmässiger gewesen wäre, die Durchlässigkeit auf diese Einheiten zu reduzieren.

Gegen eine Reduzierung auf die Flächeneinheit hektar spricht der Umstand, dass ein Versuchsfehler hierdurch sehr vergrössert würde.

Diese Einwendung gegen die Reduktion auf 1 hektar gilt selbstverständlich grundsätzlich für jede Reduktion auf grössere Flächeneinheit als $^1/_4$ m², somit auch für die Fläche von 1 m². Die Einwände gelten aber hier in so geringem Masse, dass ich es trotzdem mit Rücksicht auf die dadurch erreichten Vorteile, zweckmässig erachtet habe, diese Reduktion zu machen. —

Betreffs der Genauigkeit der Versuchsresultate kann angeführt werden, dass, in den Fällen, wo die Durchlässigkeit gross gewesen ist, die Angaben eine grosse Genauigkeit besitzen. Wenn, wie es auf umgegrabenem Boden im allgemeinen der Fall war, 25 lit. Wasser in so kurzer Zeit wie z. B. 20—25—30 Minuten versickerten, sind nennenswerte Fehlerquellen nicht vorgekommen.

Wo die Durchlässigkeit sehr gering gewesen ist, z. B. wenn die Versickerung einer Menge von nur 12 lit. 23—24—25 Stunden dauerte, kann in gewissen Fällen eine Fehlerquelle dadurch entstanden sein, dass eine, wenn auch unbedeutende, Menge Wasser unter der Unterkante des Rahmens trotz aller Massnahmen, die zwecks Verhütung einer solchen Möglichkeit getroffen worden sind, herausgedrungen ist, wie auch durch Verdunstung, die doch unbedeutend gewesen sein muss. Diese Fehlerquellen wären also die Ursache dafür, dass der natürlich gelagerte Boden in Wirklichkeit undurchlässiger gewesen wäre, als aus dem Versuchsmaterial ersichtlich ist.[1]

Hieraus würde folgen, dass der bedeutende Unterschied in der Durchlässigkeit auf natürlich gelagertem und umgegrabenen Tonboden, der durch meine Versuche nach längerer Regenzeit festgestellt wurde, in der Tat etwas grösser ist, als aus dem Versuchsmaterial hervorgeht. Die Fehlerquelle kann also jedenfalls nicht Grund sein, für eine Überschätzung des von mir festgestellten Unterschiedes der Durchlässigkeit herbeizuführen, sondern eher für eine Unterschätzung.

Eine völlig fehlerlose Methode für die Bestimmung der Durchlässigkeit des natürlich gelagerten Bodens, insbesondere des Tonbodens, dürfte es nicht geben. Auch gegen die von mir gewählte Methode kann Einwand erhoben werden. Gewisse Einwendungen gegen das Prinzip sind von Freckmann und Janert (1925) gemacht worden. Es soll jedoch betont werden, dass einige der von diesen Verfassern erhobenen Einwände gegen dieses Verfahren bei Bestimmung der Durchlässigkeit auch gegen den von ihnen selbst konstruierten, vorstehend beschriebenen, an und für sich sehr interessanten Apparat, geltend gemacht werden können.

In einer Hinsicht aber bietet die von mir gewählte Methode einen bestimmten Vorzug. Es wird durch dieselbe die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser aus der Ackerkrume in den Untergrund versickert, zum Ausdruck gebracht. Der Untergrund zeigt oft bedeutend geringere Durchlässigkeit unmittelbar unter der Ackerkrume als etwas tiefer. (Ekström und Flodkvist 1926, Holdack 1929.)

[1] In der „Zusammenfassung der Resultate der Durchlässigkeitsversuche" bin ich auf die Frage betr. der Genauigkeit der Versuchsmethode weiter eingegangen. S. 280 u. f.

Für den Zweck, der hier in Betracht kommt, d. i. um festzustellen, ob ein Unterschied in der Durchlässigkeit bei natürlich gelagertem und umgegrabenem Boden vorhanden ist, besitzt die von mir angewendete Methode den erforderlichen Grad von Genauigkeit. Dass dies der Fall ist, geht aus den Versuchsresultaten klar und deutlich hervor.

Die Durchlässigkeitsversuche.[1]

Durchlässigkeitsversuche, ausgeführt
teils „nach längerer Feuchtigkeitsperiode" (Nov. 1928),
teils „kurze Zeit nachdem der Frost aus dem Boden gegangen war" (Mai 1929).

Betreffs der Lage, Topographie, Dränung der Felder usw. wird auf die Beschreibung in Abt. I, 3 hingewiesen.

Der Wassergehalt des Bodens. Der Wassergehalt der Ackerkrume und des Untergrundes zur Zeit der Ausführung der Versuche wird hier unten angegeben. Damit die Feuchtigkeit des Bodens in einiger Beziehung auch nach dem Niederschlage kurz vor Ausführung der Versuche beurteilt werden kann, wird darüber auf die Angabe in Abt. I, 3 hingewiesen.

Das Versuchsfeld auf Lind.

Alter der Dränung 1928: 13 Jahre.

1. *NACH LÄNGERER FEUCHTIGKEITSPERIODE.*

Vegetation. Das Feld nach Hafer gepflügt.
Wassergehalt des Bodens.

Ackerkrume	32.6 %
Untergrund (40 cm Tiefe)	20.7 %

Versuch 1, a.

a. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.

Ausgeführt den 21. 11. 1928.

Bodenart.

0— 23	cm	Mullreicher, leichter Ton
23— 98	»	Leichterer Mittelton
98—115	»	Schwererer Mittelton
115—150	»	» »

Humusgehalt der Ackerkrume. 7 %.
Versuchsresultat.

13 lit. Wasser wurden zugeführt. Während der Versuchszeit fielen 4.8 mm Regen, d. h. 1.2 lit. auf $^1/_4$ m². Diese letztere Menge und die hinzugeführte Menge, zusammen 14.2 lit., versickerten in einer Zeit von 20 Stunden 22 Min. Es war beabsichtigt, 25 lit. = 100 mm zuzuführen. Infolge der langsamen Versickerung wurde der Versuch zur angegebenen Zeit abgebrochen.

Versickerungsgeschwindigkeit. 0.05 lit/Min/m².

[1] Siehe Anm. Seite 14!

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 21. 11. 1928.

Versuchsresultat.
25 lit. versickerten in einer Zeit von 28 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 3.57 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so war sie in dem natürlich gelagerten = 1.4.

Versuch 1, b.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 23. 11. 1928.

Bodenart und Humusgehalt der Ackerkrume.
Gleich 1, a.

Versuchsresultat.
6 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 4 Stunden 17 Min. Es war auch hier beabsichtigt 25 lit. zuzuführen. Infolge des langsamen Sinkens des Wassers wurde der Versuch zur angegebenen Zeit abgebrochen.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.09 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 22. 11. 1928.

Versuchsresultat.
25 lit. versickerten in einer Zeit von 1 Stunde 18 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 1.28 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so war sie in dem natürlich gelagerten = 7.0.

Versuch 1, c.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 23. 11. 1928.

Bodenart und Humusgehalt der Ackerkrume.
Gleich 1, a.

Versuchsresultat.
6.5 lit. versickerten in einer Zeit von 4 Stunden 16 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.10 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 22. 11. 1928.

Versuchsresultat.
25 lit. versickerten in einer Zeit von 1 Stunde 52 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.89 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so war sie in dem natürlich gelagerten Boden = 11.2.

2. *KURZE ZEIT NACHDEM DER FROST AUS DEM BODEN GEGANGEN WAR.*

Vegetation. Hafer.

Wassergehalt des Bodens.

Boden in natürlicher Lagerung. Ackerkrume . . . . . 24.1 %
Untergrund (40 cm Tiefe) . . . . . 17.0 %
Umgegrabener Boden über der Dränleitung. Ackerkrume . . . . . 24.7 %
Untergrund (40 cm Tiefe) . . . . . 18.8 %

Versuch 2, a.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 27. 5. 1929.

Bodenart. 0— 21 cm Mullhaltiger, leichter Ton.
21—150 » Leichterer Mittelton.

Humusgehalt der Ackerkrume. 6 %.

Versuchsresultat.
25 lit. versickerten in einer Zeit von 6 Stunden 47 Min.

Versickerungsgeschwindigkeit. 0.25 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 27. 5. 1929.

Versuchsresultat.
25 lit. versickerten in einer Zeit von 12 Min.

Versickerungsgeschwindigkeit. 8.33 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so war sie in dem natürlich gelagerten = 3.0.

Versuch 2, b.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 27. 5. 1929.

Bodenart und Humusgehalt der Ackerkrume.
Gleich 2, a.

Versuchsresultat.
25 lit. versickerten in einer Zeit von 4 Stunden 57 Min.

Versickerungsgeschwindigkeit. 0.34 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 27. 5. 1929.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 11 Min.

Versickerungsgeschwindigkeit. 9.09 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so war sie in dem natürlich gelagerten = 3.7.

Versuch 2, c.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 28. 5. 1929.

Bodenart und Humusgehalt der Ackerkrume.
Gleich 2, a.

Versuchsresultat.
25 lit. versickerten in einer Zeit von 6 Stunden 3 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.28 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 28. 5. 1929.

Versuchsresultat.
25 lit. versickerten in einer Zeit von 11 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 9.09 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so war sie in dem natürlich gelagerten Boden = 3.1.

Das Versuchsfeld auf Fjugesta.

Alter der Dränung 1928: 3 Jahre.

1. *NACH LÄNGERER FEUCHTIGKEITSPERIODE.*

Vegetation. Klee und Timothy.
Wassergehalt des Bodens.

Ackerkrume	22.7 %
Untergrund (40 cm Tiefe)	20.2 %

Versuch 1 a.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 15. 11. 1928.

Bodenart. 0— 26 cm Mullhaltiger, leichter Ton
26—115 » Schwerer Ton
115—150 » Sehr schwerer Ton

Humusgehalt der Ackerkrume. 6 %.
Versuchsresultat.
5 lit. Wasser wurden zugeführt. Es bestand die Absicht allmählich 25 lit. in Mengen von je 5 lit. zuzuführen, einem Niederschlag von 100 mm entsprechend. Da indessen das Wasser so langsam versickerte, dass nach 2 Stunden 30 Min. nur eine unbedeutende Menge herabgesunken war, wurde der Versuch abgebrochen. Das auf der Bodenoberfläche zurückgebliebene Wasser betrug 4.2 lit. In der angegebenen Zeit waren demnach nur 0.8 lit. versickert.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.02 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 16. 11. 1928.

Versuchsresultat.
25 lit. versickerten in einer Zeit von 18 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 5.56 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so war sie in dem natürlich gelagerten Boden = 0.4.

Versuch 1, b.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 15. 11. 1928.

Bodenart. 0— 22 cm Mullhaltiger, leichter Ton
22— 70 » Schwererer Mittelton
70—110 » Sehr schwerer Ton
110—150 » Leichter Ton

Humusgehalt der Ackerkrume. 5 %.
Versuchsresultat.
5 lit. Wasser wurden zugeführt. Auch in diesem Falle sollten allmählich 25 lit. zugeführt werden. Infolge des langsamen Herabsinkens wurde der Versuch nach 2 Stunden 35 Min. abgebrochen. Das auf der Bodenoberfläche zurückgebliebene Wasser wurde auf 3.7 lit. gemessen. In angegebener Zeit waren also 1.3 lit. herabgesunken.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.03 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 16. 11. 1928.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 28 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 3.57 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so war sie in dem natürlich gelagerten = 0.8.

Versuch 1, c.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 16. 11. 1928.

Bodenart. 0— 20 cm Mullhaltiger, leichter Ton
20—100 » Schwererer Mittelton
100—150 » Sehr schwerer Ton.

Humusgehalt der Ackerkrume. 6 %.

Versuchsresultat.

5 lit. Wasser wurden zugeführt. Es bestand die Absicht 25 lit. zuzuführen. Da aber auch in diesem Falle das Wasser sehr langsam versickerte, wurde der Versuch nach 5 Stunden 43 Min. abgebrochen. Während dieser Zeit war nur ein Teil der hinzugeführten Menge versickert. Das auf dem Boden zurückgebliebene Wasser wurde — da an Quantität sehr gering — nicht gemessen. (Von sämtlichen Versuchen war dieses der einzige, bei dem keine solche Messung vorgenommen wurde.)

Der Boden war etwas weniger durchlässig, als bei den Parallelversuchen, d. h. 1, a, und 1, b, denn wenn die ganze zugeführte Wassermenge in der angegebenen Zeit versickert wäre, so hätte die Versickerungsgeschwindigkeit nur 0.06 lit/Min/m² betragen. Hier war sie etwas geringer, obgleich unbedeutend. Da die wirkliche Versickerungsgeschwindigkeit so minimal von dieser Zahl abwich, dass die Abweichung aller Bedeutung entbehrt, rechne ich in folgendem die Versickerungsgeschwindigkeit bei diesem Versuche = 0.06 lit/sek/ha.

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 16. 11. 1928.

Versuchsresultat.
25 lit. versickerten in einer Zeit von 30 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 3.33 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so war sie in dem natürlich gelagerten = 1.8.

Mit Rücksicht auf die unerwartet grosse Durchlässigkeit, welche man bei oben angeführten Versuchen auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung feststellte, wurden ausserdem drei Durchlässigkeitsversuche auf derartigem Boden auf beliebigen Stellen des Feldes ausgeführt.

Das Ergebnis wird hier angegeben.

Durchlässigkeitsversuche auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung.

Nr. 1. *Versuchsresultat.* 25 lit. versickterten in einer Zeit von 32 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 3.12 lit/Min/m².

Nr. 2. *Versuchsresultat.* 25 lit. versickerten in einer Zeit von 26 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 3.85 lit/Min/m².

Nr. 3. *Versuchsresultat.* 25 lit. versickerten in einer Zeit von 19 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 5.26 lit/Min/m².

2. *KURZE ZEIT NACHDEM DER FROST AUS DEM BODEN GEGANGEN WAR.*

Vegetation. Klee und Timothy.

Versuch 2, a.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 6. 5. 1929.

Bodenart und Humusgehalt der Ackerkrume.
Gleich 1, a.

Versuchsresultat.
10 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 14 Stunden 34 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.05 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 7. 5. 1929.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 9 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 11.11 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so war sie in dem natürlich gelagerten Boden = 0.4.

Versuch 2, b.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 10. 5. 1929.

Bodenart und Humusgehalt der Ackerkrume.
Gleich 1, b.

Versuchsresultat.
10 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 3 Stunden 35 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.19 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 7. 5. 1929.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 10 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 10 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit in dem umgegrabenen Boden = 100, so war sie in dem natürlich gelagerten = 1.9.

Versuch 2, c.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 10. 5. 1929.

Bodenart und Humusgehalt der Ackerkrume.
Gleich 1, c.

Versuchsresultat.
8 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 4 Stunden 25 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.12 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 7. 5. 1929.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 7 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 14.29 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit in dem umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 8.0.

Das Versuchsfeld auf Tolvsbörd.

Alter der Dränung 1928: 2 Jahre.

1. *NACH LÄNGERER FEUCHTIGKEITSPERIODE.*

Vegetation. Klee und Timothy.
Wassergehalt des Bodens.

Ackerkrume	30.8 %
Untergrund (40 cm Tiefe)	15.2 %

Versuch 1, a.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 21. 11. 1928.

Bodenart. 0— 22 cm Mullhaltiges Feinmo
22— 75 » Feinmo
75—150 » Schwererer Mittelton.

Humusgehalt der Ackerkrume. 5 %.
Versuchsresultat.
2.3 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 6 Stunden 6 Min. Es bestand die Absicht 25 lit. zuzuführen; infolge des langsamen Sinkens des Wassers wurde der Versuch abgebrochen.

Versickerungsgeschwindigkeit. 0.03 lit/Min/m².

17—311544. *S. G. U., Ser. C, N:o 371. Herman Flodkvist.*

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 20. 11. 1928.

Versuchsresultat.
25 lit. versickerten in einer Zeit von 2 Stunden 45 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.61 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit in dem umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 4.9.

Versuch 1, b.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 19. 11. 1928.

Bodenart. 0— 22 cm Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo
22—150 » Schwerer Ton.

Versuchsresultat.
Die Absicht war 25 lit. Wasser zuzuführen. Da das Herabsinken des Wassers sehr lange Zeit beanspruchte, wurde der Versuch abgebrochen, nachdem 8 lit. versickert waren. Dies geschah in 17 Stunden 19 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.03 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 19. 11. 1928.

Versuchsresultat.
25 lit. versickerten in einer Zeit von 32 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 3.12 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit in dem umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 1.0.

Versuch 1, c.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 20. 11. 1928.

Bodenart. 0— 22 cm Mullreiches, schwach tonhaltiges Feinmo
22—150 » Schwerer Ton.

Versuchsresultat.
7.5 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 18 Stunden 33 Min. Auch in diesem Falle beabsichtigte man 25 lit. zuzuführen; infolge des langsamen Herabsinkens des Wassers wurde aber der Versuch nach der angegebenen Zeit abgebrochen.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.03 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 19 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 5.26 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 0.6.

Ausserdem wurde am 20. 11. auf einer weiteren Stelle eine Durchlässigkeitsbestimmung über der Dränleitung mit folgendem Resultat ausgeführt:
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 35 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 2.86 lit/Min/m².

2. *KURZE ZEIT NACHDEM DER FROST AUS DEM BODEN GEGANGEN WAR.*

Vegetation. Klee und Timothy.
Wassergehalt des Erdbodens.

Boden in natürlicher Lagerung. Ackerkrume	25.4 %
Untergrund (40 cm Tiefe)	16.3 %
Umgegrabener Boden. Ackerkrume	25.1 %
Untergrund (40 cm Tiefe)	16.3 %

Versuch 2, a.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 14. 5. 1929.

Bodenart. 0— 22 cm Mullhaltiges Feinmo
22— 75 » Feinmo
75—150 » Schwererer Mittelton.
Humusgehalt des Bodens. 5 %.
Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in 2 Stunden 45 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.61 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 14. 5. 1929.

Versuchsresultat.
25 lit. versickerten in einer Zeit von 24 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 4.17 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit in dem umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 14.6.

Versuch 2, b.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 14. 5. 1929.

Bodenart. 0— 22 cm Mullhaltiges, schwach tonhaltiges Feinmo.
22—150 » Schwerer Ton.

Humusgehalt der Ackerkrume. 6 %.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 3 Stunden 15 Min.

Versickerungsgeschwindigkeit. 0.51 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 14. 5. 1929.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 20 Min.

Versickerungsgeschwindigkeit. 5.00 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 10.2.

Versuch 2, c.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 14. 5. 1929.

Bodenart. 0— 22 cm Mullreiches, schwach tonhaltiges Feinmo.
22—150 » Schwerer Ton.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 3 Stunden 13 Min.

Versickerungsgeschwindigkeit. 0.52 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 14. 5. 1929.

Versuchsresultat.
25 lit. versickerten in einer Zeit von 12 Min.

Versickerungsgeschwindigkeit. 8.33 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 6.2.

Das Versuchsfeld auf Mosås.

Alter der Dränung 1928: 8 Jahre.

1. *NACH LÄNGERER FEUCHTIGKEITSPERIODE.*

Vegetation. Klee und Timothy.
Wassergehalt des Erdbodens.

Ackerkrume . . . . . 28.5 %
Untergrund (35 cm Tiefe) . . . . . 20.8 %

Versuch 1, a.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 16. 11. 1928.

Bodenart. 0— 25 cm Mullreicher. schwerer Ton
25— 88 » Sehr schwerer Ton
88—145 » Schwererer Mittelton.

Humusgehalt der Ackerkrume. 8 %.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 5 Stunden 21 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.31 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 21. 11. 1928.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 48 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 2.08 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 14.9.

Versuch 1, b.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 19. 11. 1928.

Bodenart und Humusgehalt der Ackerkrume.
Gleich 1, a.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 9 Stunden 51 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.17 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 17. 11. 1928.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 1 Stunde 44 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.96 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 17.7.

Versuch 1, c.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 20. 11. 1928.

Bodenart. 0— 27 cm Mullreicher, sehr schwerer Ton
27— 80 » Sehr schwerer Ton
80—160 » Sehr schwerer Ton.

Humusgehalt der Ackerkrume. 10 %.
Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 6 Stunden 56 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.24 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 17. 11. 1928.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 1 Stunde 11 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 1.41 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 17.

2. *KURZE ZEIT NACHDEM DER FROST AUS DEM BODEN GEGANGEN WAR.*

Vegetation. Klee und Timothy.
Wassergehalt des Bodens.

Natürlich gelagerter Boden, Ackerkrume . . . . . 29.3 %
» » » Untergrund (35 cm Tiefe) . . . . . 14.9 %
Umgegrabener Boden, Ackerkrume . . . . . 25.3 %
» » Untergrund (35 cm Tiefe) . . . . . 16.2 %

Versuch 2, a.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von der Dränleitung.
Ausgeführt den 16. 5. 1929.

Bodenart und Humusgehalt der Ackerkrume.
Gleich 1, a.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 34 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 2.94 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 16. 5. 1929.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 10 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 10 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 29.4.

Versuch 2, b.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 16. 5. 1929.

Bodenart und Humusgehalt der Ackerkrume.
Gleich 1, a.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 33 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 3.03 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 16. 5. 1929.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 23 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 4.35 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 69.7.

Versuch 2, c.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 16. 5.1929.

Bodenart und Humusgehalt der Ackerkrume.
Gleich 1, c.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 35 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 2.86 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 16. 5. 1929.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 17 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 5.88 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 48.6.

Das Versuchsfeld auf Ålsta.

Alter der Dränung 1928: 10 Jahre.

1. *NACH LÄNGERER FEUCHTIGKEITSPERIODE.*

Vegetation. Klee und Timothy.
Wassergehalt des Bodens.

Ackerkrume	18.8 %
Untergrund (40 cm Tiefe)	12.4 %

Versuch 1, a.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 23. 11. 1928.

Bodenart. 0—40 cm. Mullarmes Feinmo
40—55 » Feinmo.

Darunter hart gepackte Moräne.

Humusgehalt der Ackerkrume. 2 %.

Versuchsresultat.
Es bestand die Absicht 25 lit. Wasser zuzuführen. Da aber das Herabsinken von 5 lit. die Zeit von 2 Stunden und 2 Min. in Anspruch nahm, wurde der

Versuch nach dieser Zeit abgebrochen. Durch den Steingehalt des Bodens wurde das Niederschieben des Blechrahmens in den Boden erschwert. Möglicherweise sickerte infolgedessen eine, wenn auch unbedeutende, Menge Wasser unter dem Blechrahmen hervor. Die Versickerungsgeschwindigkeit wird deshalb hier etwas zu hoch angegeben.

Versickerungsgeschwindigkeit. 0.16 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 23. 11. 1928.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 51 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 1.96 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 8.2.

Versuch 1, b.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 24. 11. 1928.

Bodenart. 0—32 cm Mullarmes Mo
32—42 » Mo
42—72 » Schwererer Mittelton
Darunter hart gepackte Moräne.

Humusgehalt der Ackerkrume. 2 %.

Versuchsresultat.
10 lit. zugeführtes Wasser sowie 9 mm Regenwasser (= 2.25 lit.) zusammen 12.25, versickerten in einer Zeit von 34 Stunden 44 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.02 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 23. 11. 1928.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 32 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 3.12 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 0.6.

Versuch 1, c.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 4 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 27. 11. 1928.

Bodenart. 0—35 cm Mullarmes Feinmo
35—47 » Feinmo
47—81 » Schwererer Mittelton
81—88 » Leichter Moränenton.
Darunter hart gepackte Moräne.

Humusgehalt der Ackerkrume. 3 %.

Versuchsresultat.
Auch hier bestand die Absicht 25 lit. Wasser zuzuführen. Da das Wasser aber sehr langsam herabsank, wurde der Versuch nach 4 Stunden 24 Min. abgebrochen, nachdem 2.3 lit. Wasser herabgesunken waren.

Versickerungsgeschwindigkeit. 0.03 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 24. 11. 1928.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 36 Min.

Versickerungsgeschwindigkeit. 2.78 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 1.1.

Ausserdem wurde den 22. 11. auf einer weiteren Stelle derselbe Versuch über der Dränleitung mit folgendem Resultat ausgeführt.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 31 Min.

Versickerungsgeschwindigkeit. 3.23 lit/Min/m².

2. *KURZE ZEIT NACHDEM DER FROST AUS DEM BODEN GEGANGEN WAR.*

Vegetation. Klee und Timothy.

Wassergehalt des Bodens.

Boden in natürlicher Lagerung: Ackerkrume . . . . . 18.2 %
» » » » : Untergrund (40 cm Tiefe) . . . . 15.4 %
Umgegrabener Boden: Ackerkrume . . . . . 13.1 %
» » : Untergrund (40 cm Tiefe) . . . . . 14.1 %

Versuch 2, a.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 17. 5. 1929.

Bodenart. 0—35 cm Mullarmes Feinmo
35—47 » Feinmo
47—81 » Schwererer Mittelton
81—88 » Leichter Moränenton.
Darunter hart gepackte Moräne.

Humusgehalt der Ackerkrume. 3 %.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 2 Stunden 9 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.78 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 17. 5. 1929.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 1 Stunde 32 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 1.09 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 71.6.

Versuch 2, b.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 17. 5. 1929.

Bodenart und Humusgehalt der Ackerkrume.
Gleich 2, a.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 45 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit.[1] 2.22 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 17. 5. 1929.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 15 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 6.67 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 33.3.

[1] Siehe Anm. Seite 277 sowie Seite 249, Zeile 8 u. f.!

Versuch 2, c.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 17. 5. 1929.

Bodenart und Humusgehalt der Ackerkrume.
Gleich 2, a.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 1 Stunde 16 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit.[1] 1.32 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 17. 5. 1929.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 15 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 6.67 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 19.7.

Das Versuchsfeld auf Karlslund.

Dieses Feld ist nicht in den fünf Versuchsfeldern, auf welchen Dränwasserabrinnungen bestimmt wurden, miteinbegriffen. Doch sind Durchlässigkeitsbestimmungen auf demselben ausgeführt worden. Das hohe Alter der Dränung — 48 Jahre — veranlasste mich festzustellen, ob und inwieweit der umgegrabene Boden auch nach so langer Zeit grössere Durchlässigkeit als der natürlich gelagerte zeigt.

Durchlässigkeitsversuche, ausgeführt
teils „nach längerer Feuchtigkeitsperiode" (Dez. 1928),
teils „kurze Zeit nachdem der Boden frostfrei geworden war" (Mai 1929).

Karlslund liegt 4 km südwestlich von Örebro in der Gemeinde Längbro. Das dränierte Feld umfasst ein Areal von ungefähr 5 ha, in schwachem Gefälle liegend, ungefähr 4: 1000.

Wassergehalt des Bodens. Der Wassergehalt der Ackerkrume und des Untergrundes zur Zeit der Ausführung der Versuche wird unten angegeben.

Alter der Dränung 1928: 48 Jahre.

1. *NACH LÄNGERER FEUCHTIGKEITSPERIODE.*

Vegetation. Das Feld nach Hafer gepflügt.
Wassergehalt des Bodens.

Ackerkrume	20.4 %
Untergrund (50 cm Tiefe)	21.1 %

[1] Siehe Anm. Seite 277!

Versuch 1, a.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 12. 12. 1928.

Bodenart.

Bodenprobe	Hygroskopizität	Glühverlust	Humusgehalt	Hygroskopizität der Mineralsubstanz der Ackerkrume	Bodenart
0— 24 cm[1] . . .	6.0	7.9	6	3.2	Mullhaltiger, leichter Ton
24—105 » . . .	9.5	3.5			Schwerer Ton
105—150 » . . .	10.8	3.7			Sehr schwerer Ton

Versuchsresultat.
Es bestand die Absicht, 25 lit. = 100 mm Wasser zuzuführen. Infolge des langsamen Sinkens des Wassers, wurde der Versuch abgebrochen, nachdem 12 lit. versickert waren. Dieses hatte eine Zeit von 24 Stunden 4 Min. in Anspruch genommen.

Versickerungsgeschwindigkeit. 0.03 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 10. 12. 1928.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 36 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 2.78 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 1.1.

Versuch 1, b.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 11. 12. 1928.

Bodenart und Humusgehalt der Ackerkrume.
Gleich 1, a.

Versuchsresultat.
Es bestand die Absicht, 25 lit. Wasser zuzuführen. Infolge des langsamen Sinkens des Wassers wurde der Versuch abgebrochen, als 21 lit. versickert waren. Dieses hatte eine Zeit von 10 Stunden 36 Min. in Anspruch genommen.

Versickerungsgeschwindigkeit. 0.13 lit/Min/m².

[1] Unter der Bodenoberfläche.

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 10. 12. 1928.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 32 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 3.12 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 4.2.

Versuch 1, c.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 11.—13. 12. 1928.

Bodenart und Humusgehalt der Ackerkrume.
Gleich 1, a.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 48 Stunden 2 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.03 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 10. 12. 1928.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 13 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 7.69 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 0.4.

Der Versuch 1, c, β (umgegrabener Boden) wurde, nachdem die erste Quantität Wasser von 25 lit. versickert war, unmittelbar weiter fortgesetzt, indem weitere 25 lit. zugeführt wurden. Diese waren in 37 Min. versickert.

Eine Wassermenge von 25 + 25 = 50 lit., einem Niederschlage von 200 mm entsprechend, war also in einer Zeit von 13 + 37 = 50 Min. versickert.

Beiläufig mag folgende Untersuchung erwähnt werden.

Es wurde zwei Gruben gegraben, die eine 3 m von einer Dränleitung, die andre über einer Dränleitung. Die Tiefe der Gruben betrug ungefähr 0.5 m. 10 lit. Wasser wurde in jede Grube gegossen.

In der Grube *neben* der Dränleitung war das Wasser nach 48 Stunden nicht versickert.

In der Grube *über* der Dränleitung versickerte es in einer Zeit von 10 Min.

2. *KURZE ZEIT NACHDEM DER FROST AUS DEM BODEN GEGANGEN WAR.*[1]

Vegetation. Das Feld vor der Haferaussaat geeggt.
Wassergehalt des Bodens.

Boden in natürlicher Lagerung: Ackerkrume . . . . . 23.8 %
» » » » : Untergrund (40 cm Tiefe) . . . . 18.5 %
Umgegrabener Boden: Ackerkrume . . . . . 19.2 %
» » : Untergrund (40 cm Tiefe) . . . . . 17.1 %

Versuch 2, a.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 21. 5. 1929.

Bodenart und Humusgehalt der Ackerkrume.
Gleich 1, a.

Versuchsresultat.
16 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 8 Stunden 50 Min. Auch bei diesem Versuche war beabsichtigt, 25 lit. Wasser zuzuführen; infolge des langsamen Sinkens des Wassers aber wurde der Versuch zur angegebenen Zeit abgebrochen.

Versickerungsgeschwindigkeit. 0.12 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 21. 5. 1929.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 17 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 5.88 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 2.0.

Versuch 2, b.

Wassergehalt des Bodens.
Boden in natürlicher Lagerung: Ackerkrume . . . . . 19.0 %
» » » » : Untergrund (40 cm Tiefe) . . . 18.2 %
Umgegrabener Boden: Ackerkrume . . . . . 18.0 %
» » : Untergrund (40 cm Tiefe) . . . . . 17.0 %

[1] Da bei der Ausführung der Versuche 2, a, 2, b und 2, c auf Karlslund die Ackerkrume ausgetrocknet war, wurde hier dieselbe weggenommen. Sämtliche übrigen Versuche auf diesem und den andern Feldern wurden, wie schon erwähnt, mit der Ackerkrume in ihrem natürlichen Zustande ausgeführt. Im Vergleich zur Durchlässigkeit *neben* und *über* der Dränleitung übt das Wegnehmen der Ackerkrume keinen Einfluss aus.

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 21. 5. 1929.

Bodenart und Humusgehalt der Ackerkrume.
Gleich 1, a.

Versuchsresultat.
20.5 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 20 Stunden 36 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.07 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 21. 5. 1929.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 26 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 3.85 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 1.8.

Versuch 2, c.

Wassergehalt des Bodens.

Boden in natürlicher Lagerung: Ackerkrume	21.1 %
» » » » : Untergrund	15.1 %
Umgegrabener Boden: Ackerkrume	20.8 %
» » : Untergrund (40 cm Tiefe)	16.3 %

α. Auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung.
Ausgeführt den 21. 5. 1929.

Bodenart und Humusgehalt der Ackerkrume.
Gleich 1, a.

Versuchsresultat.
18.5 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 13 Stunden 3 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 0.09 lit/Min/m².

β. Auf umgegrabenem Boden über der Dränleitung 2 m von α.
Ausgeführt den 21. 5. 1929.

Versuchsresultat.
25 lit. Wasser versickerten in einer Zeit von 30 Min.
Versickerungsgeschwindigkeit. 3.33 lit/Min/m².

Setzt man die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden = 100, so betrug sie in dem natürlich gelagerten = 2.7.

Zusammenfassung der Resultate der Durchlässigkeitsversuche.

Das Versuchsfeld auf Lind.

Alter der Dränung 13 Jahre (1928).

1. Versickerungsgeschwindigkeit nach längerer Feuchtigkeitsperiode (Nov. 1928).

In natürlich gelagertem Boden 2 m von der Dränleitung.		Im Boden, welcher bei der Dränung umgegraben wurde. Über der Dränleitung.
lit/Min/m²		lit/Min/m²
	0.05	3.57
	0.09	1.28
	0.10	0.89
Mittelwert	0.08	1.91

Setzt man den Mittelwert der Versickerungsgeschwindigkeit auf dem bei der Dränung umgegrabenen Boden = 100, so betrug er auf dem natürlich gelagerten = 4.2.

2. Versickerungsgeschwindigkeit kurze Zeit nachdem der Frost aus dem Boden gegangen war (Mai 1929).

In natürlich gelagertem Boden 2 m von der Dränleitung.		Im Boden, welcher bei der Dränung umgegraben wurde. Über der Dränleitung.
lit/Min/m²		lit/Min/m²
	0.25	8.33
	0.34	9.09
	0.28	9.09
Mittelwert	0.29	8.84

Setzt man den Mittelwert der Versickerungsgeschwindigkeit auf dem bei der Dränung umgegrabenen Boden = 100, so betrug er auf dem natürlich gelagerten = 3.3.

18—311544. *S. G. U., Ser. C, N:o 371. Herman Flodkvist.*

Das Versuchsfeld auf Fjugesta.

Alter der Dränung 3 Jahre (1928).

1. Versickerungsgeschwindigkeit nach längerer Feuchtigkeitsperiode (Nov. 1928).

In natürlich gelagertem Boden 2 m von der Dränleitung.	Im Boden, welcher bei der Dränung umgegraben wurde. Über der Dränleitung.
lit/Min/m²	lit/Min/m²
0.02	5.56
0.03	3.57
0.06	3.33
Mittelwert 0.04	4.15

Setzt man den Mittelwert der Versickerungsgeschwindigkeit auf dem bei der Dränung umgegrabenen Boden = 100, so betrug er auf dem natürlich gelagerten = 1.0.

2. Versickerungsgeschwindigkeit kurze Zeit nachdem der Frost aus dem Boden gegangen war (Mai 1929).

In natürlich gelagertem Boden 2 m von der Dränleitung.	Im Boden, welcher bei der Dränung umgegraben wurde. Über der Dränleitung.
lit/Min/m²	lit/Min/m²
0.05	11.11
0.19	10.00
0.12	14.29
Mittelwert 0.12	11.80

Setzt man den Mittelwert der Versickerungsgeschwindigkeit auf dem bei der Dränung umgegrabenen Boden = 100, so betrug er auf dem natürlich gelagerten = 1.0.

Das Versuchsfeld auf Tolvsbörd.

Alter der Dränung 2 Jahre (1928).

1. Versickerungsgeschwindigkeit nach längerer Feuchtigkeitsperiode (Nov. 1928.

In natürlich gelagertem Boden 2 m von der Dränleitung.	Im Boden, welcher bei der Dränung umgegraben wurde. Über der Dränleitung.
lit/Min/m²	lit/Min/m²
0,03	0.61
0.03	3.12
0.03	5.26
Mittelwert 0.03	3.00

Setzt man den Mittelwert der Versickerungsgeschwindigkeit auf dem bei der Dränung umgegrabenen Boden = 100, so betrug er auf dem natürlich gelagerten = 1.0.

2. Versickerungsgeschwindigkeit kurze Zeit nachdem der Frost aus dem Boden gegangen war (Mai 1929).

In natürlich gelagertem Boden 2 m von der Dränleitung.	Im Boden, welcher bei der Dränung umgegraben wurde. Über der Dränleitung.
lit/Min/m²	lit/Min/m²
0.61	4.17
0.51	5.00
0.52	8.33
Mittelwert 0.55	5.83

Setzt man den Mittelwert der Versickerungsgeschwindigkeit auf dem bei der Dränung umgegrabenen Boden = 100, so betrug er auf dem natürlich gelagerten = 9.4.

Das Versuchsfeld auf Mosås.

Alter der Dränung 8 Jahre (1928).

1. Versickerungsgeschwindigkeit nach längerer Feuchtigkeitsperiode (Nov. 1928).

In natürlich gelagertem Boden 2 m von der Dränleitung.	Im Boden, welcher bei der Dränung umgegraben wurde. Über der Dränleitung.
lit/Min/m²	lit/Min/m²
0.31	2.08
0.17	0.96
0.24	1.41
Mittelwert 0.24	1.48

Setzt man den Mittelwert der Versickerungsgeschwindigkeit auf dem bei der Dränung umgegrabenen Boden = 100, so betrug er auf dem natürlich gelagerten = 16.2.

2. Versickerungsgeschwindigkeit kurze Zeit nachdem der Frost aus dem Boden gegangen war (Mai 1929).

In natürlich gelagertem Boden 2 m von der Dränleitung.	Im Boden, welcher bei der Dränung umgegraben wurde. Über der Dränleitung.
lit/Min/m²	lit/Min/m²
2.94	10.00
3.03	4.35
2.86	5.88
Mittelwert 2.94	6.74

Setzt man den Mittelwert der Versickerungsgeschwindigkeit auf dem bei der Dränung umgegrabenen Boden = 100, so betrug er auf dem natürlich gelagerten = 43.6.

Das Versuchsfeld auf Ålsta.

Alter der Dränung 10 Jahre (1928).

1. Versickerungsgeschwindigkeit nach längerer Feuchtigkeitsperiode (Nov. 1928).

In natürlich gelagertem Boden 2 m von der Dränleitung.	Im Boden, welcher bei der Dränung umgegraben wurde. Über der Dränleitung.
lit/Min/m²	lit/Min/m²
0.16	1.96
0.02	3.12
0.03	2.78
Mittelwert 0.07	2.62

Setzt man den Mittelwert der Versickerungsgeschwindigkeit auf dem bei der Dränung umgegrabenen Boden = 100, so betrug er auf dem natürlich gelagerten = 2.7.

2. Versickerungsgeschwindigkeit kurze Zeit nachdem der Frost aus dem Boden gegangen war (Mai 1929).

In natürlich gelagertem Boden 2 m von der Dränleitung.	Im Boden, welcher bei der Dränung umgegraben wurde. Über der Dränleitung.
lit/Min/m²	lit/Min/m²
0.78	1.09
2.22 [1]	6.67
1.32 [1]	6.67
Mittelwert 1.44	4.81

Setzt man den Mittelwert der Versickerungsgeschwindigkeit auf dem bei der Dränung umgegrabenen Boden = 100, so betrug er auf dem natürlich gelagerten = 29.9.

[1] Durch Vorkommen von Steinen im Boden sickerte hier ein Teil des Wassers zwischen der Unterkante und dem Boden aus. Die Durchlässigkeit war also kleiner als diese Zahlen angeben. (Siehe Bodenbeschreibung S. 168 sowie S. 249. Zeile 8 u. f.!)

Das Versuchsfeld auf Karlslund.

Alter der Dränung 48 Jahre (1928).

1. Versickerungsgeschwindigkeit nach längerer Feuchtigkeitsperiode (Nov. 1928).

In natürlich gelagertem Boden 2 m von der Dränleitung.	Im Boden, welcher bei der Dränung umgegraben wurde. Über der Dränleitung.
lit/Min/m²	lit/Min/m²
0.03	2.78
0.13	3.12
0.03	7.69
Mittelwert 0.06	4.53

Setzt man den Mittelwert der Versickerungsgeschwindigkeit auf dem bei der Dränung umgegrabenen Boden = 100, so betrug er auf dem natürlich gelagerten = 1.3.

2. Versickerungsgeschwindigkeit kurze Zeit nachdem der Frost aus dem Boden gegangen war (Mai 1929).

In natürlich gelagertem Boden 2 m von der Dränleitung.	Im Boden, welcher bei der Dränung umgegraben wurde. Über der Dränleitung.
lit/Min/m²	lit/Min/m²
0.12	5.88
0.07	3.85
0.09	3.33
Mittelwert 0.09	4.35

Setzt man den Mittelwert der Versickerungsgeschwindigkeit auf dem bei der Dränung umgegrabenen Boden = 100, so betrug er auf dem natürlich gelagerten = 2.1.

Zusammenfassung der Resultate der Durchlässigkeitsversuche.

Die Versuchsfelder auf Lind, Fjugesta, Tolvsbörd, Ålsta und Karlslund.

Aus den Versuchsresultaten geht hervor, dass bei den Herbstversuchen auf sämtlichen Feldern mit Ausnahme des Mosåsfeldes die Versickerungsgeschwindigkeit auf dem natürlich gelagerten Boden gering war. Die Versickerungsintensität betrug auf den in der Rubrik angegebenen fünf Feldern durchschnittlich bei 15 Versuchen, 0.05 lit/Min/m², wenigstens 0.02 und höchstens 0.16 lit/Min/m².

Gleichzeitig war die Versickerungsgeschwindigkeit auf umgegrabenem Boden, 2 m von den Stellen der angeführten Versuche, im Durchschnitt bei 15 Versuchen 3.24 lit/Min/m².

Setzt man den Mittelwert der Versickerungsgeschwindigkeit der 15 Herbstversuche auf dem bei der Dränung umgegrabenen Boden = 100, so betrug er bei den 15 Versuchen auf natürlich gelagertem Boden durchschnittlich = 1.5. —

Bei den Frühjahrsversuchen, kurze Zeit nach dem Auftauen des Bodens war die Versickerungsintensität im natürlich gelagerten Boden im allgemeinen etwas grösser als bei den Herbstversuchen. Bei den Frühjahrsversuchen auf den betreffenden fünf Feldern, d. h. bei 15 Versuchen, betrug die Durchlässigkeit durchschnittlich 0.50 lit/Min/m².

Gleichzeitig war die Durchlässigkeit auf dem umgegrabenen Boden, 2 m von den Stellen der erwähnten Versuche, im Durchschnitt bei 15 Versuchen, 7.13 lit/Min/m².

Setzt man bei den Frühjahrsversuchen den Mittelwert auf umgegrabenem Boden = 100, so betrug er auf dem natürlich gelagerten 7.0.

Versuchsfeld auf Mosås.

Auf dem Mosåsfelde war bei dem Herbstversuche die Versickerungsgeschwindigkeit im natürlich gelagerten Boden grösser als auf den übrigen fünf Feldern, nämlich im Durchschnitt bei drei Versuchen 0.24 lit/Min/m².

Die Versickerungsgeschwindigkeit im umgegrabenen Boden war 1.48 lit/Min/m².

Setzt man den Mittelwert auf umgegrabenem Boden = 100, so war er auf natürlich gelagertem 16.2. —

Bei den Frühjahrsversuchen zeigte das Mosåsfeld in dem natürlich gelagerten Boden auch eine grössere Versickerungsgeschwindigkeit als bei den Herbstversuchen, nämlich im Durchschnitt bei 3 Versuchen 2.94 lit/Min/m². Auf dem umgegrabenen Boden war die Versickerungsintensität 6.74 lit/Min/m².

Setzt man den Mittelwert auf umgegrabenem Boden = 100, so betrug er auf natürlich gelagertem 43.6. —

Aus den Versuchsresultaten der erwähnten sechs Felder (und auf Grund der bei Ausführung der Versuche von mir angestellten Beobachtungen) geht hervor, dass zu Zeiten, da der natürlich gelagerte Untergrund schwerdurchlässig war, der umgegrabene Boden eine bedeutend höhere Versickerungsintensität als jener zeigte.

Hieraus folgt, dass bei reichlichem Niederschlag zu solchen Zeiten ein grosser Teil des in der Ackerkrume versickerten Niederschlagswassers in dem umgegrabenen Boden nach den Leitungen herabgesunken ist.

Bei der Versickerung des direkt durch Niederschlag entstandenen Grundwassers nach den Leitungen habe ich auf schwerdurchlässigem Untergrund zwei Vorgänge unterscheiden können:

Eine Wasserströmung in der Ackerkrume in hauptsächlich wagrechter Richtung mit relativ grosser Geschwindigkeit

und eine in dem natürlich gelagerten Untergrund mit geringerer Geschwindigkeit.

Nicht am wenigsten ist bei Querdränung die Kenntnis von der Strömung seitwärts in der Ackerkrume von Wert, um geeignete Massnahmen für die Entwässerung wählen zu können.

In Abt. III, 2, wird über einen von mir ausgeführten Versuch auf dem Tolvsbördfelde über Grundwasserbewegung in Tonboden Bericht erstattet. Dieser Versuch ist geeignet, die angegebenen Verhältnisse zu beleuchten; ich weise deshalb hier auf ihn hin.

Die gegenwärtig allgemeine Auffassung, dass in dräniertem Boden alles Niederschlagswasser aus der Ackerkrume gleichmässig für das ganze Feld durch den Untergrund nach den Röhren sinkt, gilt nicht für die Felder, auf welchen die Versuche ausgeführt wurden. Dies ist durch diese Untersuchungen festgestellt worden.

Dies hat vom Gesichtspunkt der Entwässerung aus in denjenigen Zeiten grosse Bedeutung, wo der obere Horizont des Untergrundes, „die Pflugsohle", schwerdurchlässig ist, d. h. während kritischer Perioden.

In der Zeit dagegen, wo der natürlich gelagerte Boden durch Rissbildung usw. Niederschlagswasser leicht durchlässt, hat die etwas grössere Durchlässigkeit im umgegrabenen Boden geringe Bedeutung. —

Bei Beurteilung der Genauigkeit des Versuchsmaterials ist es leicht möglich, einen Irrtum zu begehen, den ich deshalb hier näher behandeln will.

Die von mir angewandte Methode ist, wie ich oben entwickelt habe (S. 249—250), zur Bestimmung des Unterschieds der Versickerungsgeschwindigkeit in natürlich gelagertem und in umgegrabenem Boden gut geeignet.

Dagegen eignet sich diese Methode nicht für Untersuchungen der auf einer grösseren Fläche versickerten Wassermenge, und dieses aus folgenden Gründen:

1. Das Wasser verbreitet sich in gewissen Fällen, wenn es unter das Niveau der Unterkante des Apparats gesunken ist (Sahlström 1913, Krüger 1921).

2. Auch wenn die Versuche mit grosser Genauigkeit ausgeführt werden, kann kaum vermieden werden, dass, durch Vorkommen von kleinen Steinpartikeln, Wurzeln usw., eine, wenn auch nur geringe, Menge Wasser zwischen der Unterkante und dem Boden aussickert.

3. Auch nach längeren Feuchtigkeitsperioden wird der Boden kaum vollständig von Wasser gesättigt sein. Er speichert also im allgemeinen eine, wenn auch nur geringe, Menge Wasser auf.

Sämtliche Faktoren wirken in der Richtung, dass sich die in den Boden hineinsickernde Wassermenge vergrössert. Deshalb eignet sich diese Methode nicht für Berechnungen über die Wassermenge, die auf einer grösseren Fläche, z. B. 1 ha, versickert.

Aus der Tatsache — dass die durchschnittlich versickerte Wassermenge, (z. B. bei fünf der Herbstversuchen, 0.05 lit/Min/m²) bedeutend grösser ist, als diejenige Menge, die einem Dränwasserabfluss von z. B. 0.5—0.6 lit/sek/ha entspricht — den Schluss zu ziehen, dass der natürlich gelagerte Boden hinreichende Durchlässigkeit habe, und dass es deshalb von geringerer Bedeutung sei, wenn die Durchlässigkeit im umgegrabenen Boden grösser ist, wäre also ein grosser Irrtum.

Es ist eine Tatsache, dass auf den fünf Feldern Lind, Fjugesta, Tolvsbörd, Ålsta und Karlslund bei den Herbstversuchen die Durchlässigkeit des Untergrunds sehr gering war und sich dem Werte 0 näherte (S. 249—250). —

Von grosser kulturtechnischer Bedeutung ist die Frage, ob der auf diesen Versuchsfeldern gefundene Verlauf unter gleichen Verhältnissen so allgemein vorkommt, dass er als eine „allgemeine Regel" bezeichnet werden kann.

In der Naturwissenschaft kann das Vorkommen einer „allgemeinen Regel" selten durch einen für alle Verhältnisse geltenden Beweis bekräftigt werden, wie es z. B. in der Mathematik der Fall ist. Man muss sich in der Naturwissenschaft im allgemeinen mit einem Induktionsbeweis begnügen, wobei man also schliesst, dass dasjenige, was für eine grössere Anzahl untersuchter Fälle gilt, auch für die meisten anderen oder für alle ähnlichen Fälle Geltung hat.

Wie gross das Material sein muss, damit es als Grund für die Aufstellung einer allgemeinen Regel geeignet sein kann, ist von verschiedenen Umständen abhängig, u. a. davon, ob und in welchem Grad das Material repräsentativ sowie frei von Ausnahmen von der Regel ist. Wo diese beiden Forderungen erfüllt werden, ist ein weniger umfassendes Material genügend, als wenn das Material nicht repräsentativ ist, und eine grössere oder kleinere Prozentzahl der untersuchten Fälle abweichendes Resultat gibt.

Das vorliegende Material umfasst Resultate von Durchlässigkeitsversuchen, ausgeführt auf sechs Feldern, in verschiedenen Teilen des Bezirks Örebro. Das

Alter der Dränung auf den sechs Feldern betrug resp. 13, 3, 2, 8, 10 und 48 Jahre. Auf jedem einzelnen Felde sind während des Herbstes „nach längerer Feuchtigkeitsperiode" 3 Parallelversuche auf natürlich gelagertem Boden 2 m von einer Dränleitung und 3 Versuche auf umgegrabenem Boden über einer Dränleitung ausgeführt worden; und zwar auf allen Feldern zusammen, $6 \times 3 =$ 18 Versuche auf natürlich gelagertem Boden und 18 Versuche über einer Dränleitung.

Im folgenden Frühjahr, „kurze Zeit nachdem der Frost aus dem Boden gegangen war", sind die Versuche ebenfalls durch je 3 Parallelversuche auf jedem Feld wiederholt worden. Es liegen also in diesem Falle auch 18 Versuche auf natürlich gelagertem Boden und 18 Versuche auf umgegrabenem Boden vor.

Sämtliche angeführten 36 Versuche haben ohne Ausnahme grössere Durchlässigkeit in dem umgegrabenen als in dem natürlich gelagerten Boden gezeigt. Der Unterschied der Durchlässigkeit, welcher aus den oben wiedergegebenen Versuchsresultaten hervorgeht, *ist in allen Fällen, da der Boden in natürlicher Lagerung geringe Durchlässigkeit besass, bedeutend gewesen.*

Auf Grund dieses Materials, wie auch nach den Durchlässigkeitsuntersuchungen auf dem Tolvsbördfelde, wiedergegeben in Abt. III, 2, sowie nach einzelnen Untersuchungen auf verschiedenen anderen Feldern, bezeichne ich den durch die Versuche gewonnenen, oben angeführten Verlauf für gleichartige Verhältnisse — d. h. für Boden mit leichtdurchlässiger Ackerkrume und schwerdurchlässigem Untergrund — als eine „allgemeine Regel".[1]

Hierbei ist natürlich nicht gesagt, dass nicht Ausnahmen von der Regel vorkommen können. Für die Entwässerung des Bodens wäre Obiges aber von *Bedeutung, auch wenn der umgegrabene Boden nur auf gewissen, nicht weit von einander liegenden Punkten oder kleinen Flächen grössere Durchlässigkeit zeigte.*

Es ist selbstverständlich, dass die Durchlässigkeit der Ackerkrume je nach Bearbeitung des Bodens etc. wechselt. In einer neugepflügten oder neugeeggten Ackerkrume bewegt sich das Wasser schneller, als wenn die Ackerkrume von Niederschlag zusammengepackt wäre usw. Durch Verschlemmung kann die Durchlässigkeit der Ackerkrume bedeutend herabgesetzt werden.

Einige Schlussfolgerungen, die sich auf die von mir hier angeführte „allgemeine Regel" gründen, werde ich im nächstfolgenden Abschnitt ziehen. —

Von grossem Interesse ist die Frage:

einmal nach der Ursache oder den Ursachen der grösseren Durchlässigkeit des umgegrabenen Bodens (S. 240),

dann auch ob und durch welche Mittel diese grössere Durchlässigkeit durch Massnahmen bei der Dränung vergrössert werden kann. (S. 240.)

Einen Plan für Untersuchungen über diese Probleme habe ich bereits aufgestellt. Ich beabsichtige in nächster Zeit die Untersuchungen zu beginnen.

[1] Aus diesem Resultat kann man den Schluss ziehen, dass Maulwurfdränung auf Tonboden nicht so grosse Wirkung wie die jetzt übliche Dränung haben kann.

ABTEILUNG III.

Schlussfolgerungen, auf die Versuchsresultate des Verfassers gegründet.

1. In der Kulturtechnik sind zwei Arten von Grundwasser zu unterscheiden.[1]

Wegen des grossen Wertes, welchen das Grundwasser, das sogenannte Quellenwasser, aus gesundheitlichen und anderen Gründen als Trinkwasser besitzt, und wegen der Schwierigkeit, solches in erforderlichen Mengen zu beschaffen, ist das Grundwasser seit Jahrzehnten Gegenstand eingehender Studien.

Verschiedene Forscher haben das freie, ungebundene Bodenwasser verschieden eingeteilt.

In seiner Arbeit: „Agrogeologisk undersökning av Ultuna egendom" (1916) bezeichnet Simon Johansson als „temporäres Grundwasser" solches Wasser, das in den Rissen des Tonbodens vorkommt. Johansson schreibt: „Bei Niederschlag folgt das Wasser diesen Rissen und sucht sich so tief herab, bis der Ton rissfrei wird und damit für Wasser undurchlässig. Auf diese Weise entsteht eine andre Art Grundwasser, was ich temporäres bezeichnen will, weil es nur zeitweise auftritt, und es ist dasjenige Wasser, das abzuleiten ist".

Zunker hat in einer Darstellung in Z. D. K. G. 1926, das Bodenwasser wie folgt eingeteilt: Hygroskopisches Wasser, Grundwasser, Kapillarwasser, Haftwasser und Senkwasser. Von diesen dürfte man das Grundwasser und das Senkwasser unter das freie, ungebundene Bodenwasser und die übrigen Gruppen unter das physikalisch gebundene Wasser zählen.

Prinz hat (1919) das im Boden vorhandene, freie, ungebundene Wasser in „Grundwasser" und „unterirdische Wasserläufe" eingeteilt, wobei er unter Grundwasser solches Bodenwasser versteht, das durch die porösen Erdschichten

1 Siehe Abt. I, 2 »Das Wasser im Boden. Definition» Seite 14!

sickert, und unter unterirdischen Wasserläufen solches Wasser, das in Klüften und anderen grösseren Höhlen des Bodens auftritt. Da erstgenanntes Wasser im allgemeinen die Eigenschaften besitzt, die an ein gutes Trinkwasser gestellt werden müssen, während letzteres seltener als solches zu verwenden ist, kann diese Einteilung des freien Bodenwassers bei hydrologischer Forschung nach Trinkwasser fruchtbringend und daher auch angebracht sein. Bei Grundwasserforschung für kulturtechnische Zwecke und für die praktische Tätigkeit auf dem Gebiete der Kulturtechnik scheint sie dagegen nicht berechtigt zu sein.

Mein bereits begonnenes Studium über das Vorhandensein und die Bewegung des freien, ungebundenen Bodenwassers habe ich bei oben angegebenen Versuchsfeldern fortgesetzt und zwar durch Versuche, über welche im obigen berichtet worden ist, sowie auch durch Beobachtungen, die teils bei Ausführung der Versuche und teils in der Natur während meiner praktischen Tätigkeit für die Dränung des Ackerbodens gewonnen wurden.

Auf Grund der hierbei erzielten Resultate, habe ich den Begriff Grundwasser nach der Dauerhaftigkeit dessen Vorkommen in folgende zwei Hauptabteilungen:

A. *Temporäres Grundwasser* und

B. *Permanentes Grundwasser* eingeteilt.[1]

Bei dem temporären Grundwasser beachte ich besonders das Ackerkrumenwasser.

Diese Einteilung scheint mir, sowohl in der Praxis bei Aufstellung von Entwässerungsentwürfen und deren Ausführung, als auch für die wissenschaftliche kulturtechnisch-hydrologische Forschung in der Natur fruchtbringend und deshalb berechtigt zu sein.

Diese Einteilung, wobei, wie erwähnt, die Dauerhaftigkeit des Grundwasservorkommens der Grund der Haupteinteilung ist, schliesst nicht aus, dass auch Einteilungen aus anderen Gründen fruchtbringend sein können.

Ich führe zunächst folgende Definitionen an, um dann zu ihrer Begründung überzugehen.

A. *Temporäres Grundwasser.*

Dieses entsteht in einer unmittelbar unter der Bodenoberfläche befindlichen leicht durchlässigen Bodenschicht, die auf einer schwerdurchlässigen Schicht ruht; auf Ackerboden oft in der Ackerkrume auf schwerdurchlässigem Untergrund: Ackerkrumenwasser (siehe unten). Es entsteht plötzlich und direkt durch Niederschläge oder Schneeschmelze. Es verschwindet, nachdem die Ursache zu deren Bildung aufgehört hat, verhältnismässig schnell, entweder durch

[1] Zu beachten ist, dass ich das freie, ungebundene Wasser im Boden (also auch in der Ackerkrume), wo es eine zusammenhängende Fläche bildet, als Grundwasser bezeichne. Siehe Seite 14!

Verdunstung,
Abfliessen seitwärts oder
Herabsinken,
nicht selten durch Zusammenwirkung aller drei Faktoren. Das Vorhandensein des Grundwassers hat also zufälligen — temporären — Charakter.

Der Teil des Wassers, der in den Boden einsinkt, geht in permanentes Grundwasser über (siehe unten).

Auf experimentalem Wege habe ich nachgewiesen (Abt. III, 2), dass in einem Boden mit schwerdurchlässigem Untergrund, wenn die Ackerkrume durch höheren Humusgehalt oder durch Bearbeitung durchlässiger als der Untergrund ist, *auf* dem Untergrund *in* der Ackerkrume eine zusammenhängende wasserfläche von temporären Grundwasser entstehen kann: Ackerkrumenwasser (Abb. 72, 73. S. 291—295).[1]

B. *Permanentes Grundwasser.*

Dieses entsteht ebenfalls in einer leicht durchlässigen Bodenschicht auf schwer durchlässigem Untergrund, wobei die leichtdurchlässige Schicht entweder von einem schwerdurchlässigen Lager bedeckt sein kann, oder bis an die Bodenoberfläche reicht. Es entsteht durch Infiltration. Das Vorhandensein solchen Grundwassers ist von den zufälligen Schwankungen der Witterung verhältnismässig unabhängig und hat dauernden — permanenten — Charakter. In solchen Fällen, in denen dieses Grundwasser verschwindet, z. B. während langwieriger Trockenperioden, geschieht dies langsam: Das Grundwasser versiegt. Das Grundwasser entsteht nachher auch langsam wieder. Permanentes Grundwasser kann in getrennten, über einander befindlichen Schichten vorkommen. —

Zur Wahl der Bezeichnungen „temporär" und „permanent", will ich erwähnen, dass ich absichtlich internationale Wörter angewendet habe. Diese Wörter kommen in den drei Weltsprachen, wie auch in den drei nordischen Sprachen, vor. Die Wörter haben auch in sämtlichen Sprachen dieselbe Bedeutung. Temporäres Grundwasser: vorübergehendes Grundwasservorkommen; Permanentes Grundwasser: andauerndes Grundwasservorkommen.

Im folgenden werde ich zunächst ein Beispiel aus meiner praktischen Erfahrung bei der Dränung des Ackerbodens anführen, woraus teils der Unterschied zwischen temporärem und permanentem Grundwasser zu ersehen ist, teils auch die schädliche Einwirkung des temporären Grundwassers hervorgeht.

Etwa 4 km westlich von Örebro durchschneidet der grösste Wasserlauf der Närikes-Ebene, Svartån, eine der ausgeprägtesten „Osen" im Bezirk Örebro, den sogenannten Karlslundsos (Karlslunds-åsen). Etwa 1 km östlich von diesem Punkte baute die Stadt Örebro in den Jahren 1906—1907 ein

[1] Siehe auch Abb. 77 mit Text. S. 308!

Wasserwerk, das sein Wasser teils durch einen natürlichen Grundwasserstrom, teils durch Infiltration von Wasser aus dem Flusse Svartån erhielt. Das Wasser wird durch ein Pumpwerk auf den Os heraufbefördert, und bildet nachdem es ein Reinigungswerk passiert hat und etwa 300 m durch feinen Sand gesickert ist, ein vorzügliches Trinkwasser (Hållén, 1924.)

Vor Errichtung des Wasserwerkes wurden während mehrerer Jahre genaue, systematische Untersuchungen des Grundwasserstandes in festen Grundwasserstandsrohren ausgeführt. Man hatte deshalb sehr gute Kenntnis über die Bewegung des Grundwassers und die Schwankungen des Grundwasserstandes innerhalb eines grösseren Gebietes dieser Gegend.

Der Stand des Grundwassers war vor der Infiltration und vor der Inbetriebsetzung der Pumpen ziemlich konstant. Nunmehr schwankt er etwas, je nach der Intensität der Infiltration und des Aufpumpens. Da die Höhenlage der Bodenoberfläche wechselt, wechselt auch die Entfernung von dieser bis zum Grundwasserstand auf verschiedenen Stellen.

Auf einem zum Gute Bista gehörigen Felde liegt, nach Messungen der Stadt Örebro, der „Grundwasserstand" das Jahr hindurch etwa 7 bis 8 Meter unterhalb der Bodenoberfläche. Trotzdem zeigte es sich bei von mir ausgeführten Untersuchungen, dass dieses Feld zeitweise an der Oberfläche versumpft war, weshalb auch eine Dränung zu befürworten war. Die Untersuchung wurde durch eine von mir im Frühjahre 1922 angestellte Messung des Höhenstandes des temporären Grundwassers ausgeführt. Die Messungen der Stadt Örebro geben den permanenten Grundwasserstand an.

Der Stand des temporären Grundwassers des Feldes wurde unmittelbar nach dem Auftauen des Bodens im genannten Jahre in 12 auf dem Felde aufgestellten, etwa 1.5 m langen Grundwasserstandsröhren festgestellt. Der Versuch wurde zunächst zwecks Beurteilung des Entwässerungsbedarfs des Bodens ausgeführt, und zwar nach derselben Methode, die ich seit mehreren Jahren dann anwende, wenn Unsicherheit darüber besteht, ob Dränung erforderlich ist oder nicht (Flodkvist 1921.)

Die Messungen wurden, nachdem der Pächter des Gutes bei mir um einen Plan für die Dränierung angehalten hatte, in Gang gesetzt. Mit Rücksicht auf die von der Stadt Örebro ausgeführten Untersuchungen, nach welchen der „Grundwasserstand" in dieser Gegend, wie gesagt, 7 bis 8 Meter unterhalb der Bodenoberfläche liegen sollte, lag hier ganz besonderer Anlass zu Unsicherheit über den Dränungsbedarf vor. Aus meinen Grundwasserstandsmessungen und den von mir an Ort und Stelle angestellten Beobachtungen ergab sich aber, dass die Ackerkrume und der Untergrund während der Bodenfrostschmelze und während längeren Regenperioden dadurch versumpft wurden, dass eine Grundwasserfläche nahe an der Bodenoberfläche stand. Dieses Grundwasser verschwand während Trockenperioden hauptsächlich durch Verdunstung (teilweise vielleicht durch Sinken), aber so langsam, dass eine Dränung als in hohem Grade vorteilhaft angesehen werden musste. Das Resultat der Wasserstandsmessungen ist aus beifolgender Tabelle ersichtlich.

Grundwasserstandsmessung auf Bista den 22. 4.—9. 6. 1922.

Datum		Nummer der Grundwasserstandsröhre											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Tiefe der Grundwasserfläche unter der Bodenoberfläche in Centimetern											
April . . .	22	24	3	18	34	21	46	35	59	15	20	14	28
	24	23	8	18	40	27	50	36	28	22	24	16	31
	27	14	5	3	23	10	25	22	7	17	11	10	28
Mai	1	9	3	0	19	—	12	13	1	5	3	2	8
	4	21	15	12	23	14	34	27	11	14	22	12	25
	8	30	30	30	38	27	57	42	20	20	38	20	36
	11	37	48	46	63	39	65	70	46	41	63	35	54
	15	44	68	58	77	48	73	77	59	58	75	54	67
	18	37	67	45	86	54	76	79	64	63	79	58	71
	19	40	67	55	89	55	77	80	65	63	80	60	73
	22	46	71	64	90	55	80	80	70	67	88	65	77
	24	49	74	68	100	60	81	81	73	68	—	72	80
	28	54	78	77	100	66	84	81	75	68	—	76	85
Juni . . .	1	60	77	77	100	68	84						
	5	58	82	81	101	63	90						
	9	51	82	79	102	67	91						

Die Bodenbeschaffenheit war etwas wechselnd; im grossen und ganzen geht die Beschaffenheit des Bodens aus folgendem Resultat einer Bodenbestimmung hervor.

Tiefe unter der Bodenoberfläche	Hygroskopizität	Glühverlust	Humusgehalt	
0— 32 cm	6.4	14.8	14	Mullreiches Grobmo
32— 47 »	1.8	2.5	1.5	Grobmo
47—100 »	4.8	2.5	—	Leichterer Mittelton

Als ein anderes Beispiel kann folgender Fall von einem in der Nähe gelegenen, aus Tonboden bestehenden Ackerfelde angeführt werden.

Die Gegend rings um das Pumpenwerk besteht aus einer Ebene, die teilweise als Ackerboden dient. Die Bodenbeschaffenheit ist hier etwas wechselnd, aber im allgemeinen besteht der Boden aus einer 3 m tiefen Tonschicht auf einer mindestens 7 m starken, wasserführenden Sandschicht. Die Ackerkrume besteht aus humusreichem Ton.

Der Grundwasserstand liegt hier, nach mehrjährigen Messungen der Stadt Örebro, etwa 3 m unterhalb der Bodenoberfläche. Trotzdem ist der Boden zeitweise an der Oberfläche derart versumpft, dass Dränung nötig ist.

Hier ist der Tonboden nach längeren Niederschlagsperioden so undurchlässig, dass das temporäre Grundwasser nur in sehr geringem Masse durch Versickerung vielmehr hauptsächlich durch langsames seitliches Abfliessen in der Ackerkrume, oder, bei grösserem Sättigungsdefizit der Luft, durch Verdunstung verschwindet. —

Das permanente Grundwasser ist das einzige Grundwasser, das als Trinkwasser von Interesse ist. Das temporäre Grundwasser, das gewöhnlich nahe an der Bodenoberfläche vorkommt, enthält im allgemeinen Verunreinigungen, organischer wie auch anorganischer Natur, sodass es als Trinkwasser weniger wertvoll oder sogar unverwendbar ist.

Für den Pflanzenbau, und somit für die Kulturtechnik, sind beide Arten Grundwasser von Interesse, da beide Formen den Kulturpflanzen schaden können.

Das permanente Grundwasser führt Schaden herbei, wenn es, in der Form stillstehenden Grundwassers oder als Grundwasserstrom so nahe an die Oberfläche tritt, dass die Bodenvegetation dadurch beeinflusst wird.

Eine allgemein vorkommende, den Kulturpflanzen oft verhängnisvolle Form temporären Grundwassers ist solches Wasser, das in der leichtdurchlässigen Ackerkrume auf schwerdurchlässigem Untergrund während der Schneeschmelze und längeren Regenperioden entsteht: Ackerkrumenwasser. Die Schädlichkeit solchen Grundwassers hängt wesentlich damit zusammen, dass seine Oberfläche sich nahe an der Bodenoberfläche befindet.[1] Am grössten wird der Schaden an solchen Stellen, wo der Boden von starkem in geringes oder kein Gefälle übergeht, denn hierher läuft das Wasser in der Ackerkrume und auf dem Untergrunde und bleibt dann hier in der Ackerkrume stehen.

Auch in Ackerböden mit schwerdurchlässigem Untergrunde ist bekanntlich die Ackerkrume z. B. durch deren Gehalt an Humus oder durch Bearbeitung etc. oft leichtdurchlässig (Darüber näheres in Abt. II, 3 und Abt. III, 5).

Tritt nach der Entstehung temporären Grundwassers in der Ackerkrume eine Periode geringen Feuchtigkeitsdifizits, Windstille und geringer Insolation ein, so verschwindet von dem weggehenden Wasser ein grösserer Teil durch Abfliessen seitwärts oder langsames Herabsinken. Tritt dagegen eine Trockenperiode mit grossem Feuchtigkeitsdefizit, kräftiger Bewegung der Luft und starker Insolation ein, so verschwindet der grösste Teil hauptsächlich durch Verdunstung.

Auf grossen Ebenen mit flachem, schwerdurchlässigem Ackerboden ist während langwieriger Schneeschmelz- und Regenperioden der weitaus grösste Schaden für den Pflanzenbau auf das Ackerkrumenwasser zurückzuführen. —

In der Kulturtechnik unterscheidet man zuweilen „Grundwasser“ und „Niederschlagswasser“.

---

[1] Siehe Abb. 77 mit Text, S. 308!

Diese Einteilung ist unklar und mangelhaft, denn wenn man — wie es in der Kulturtechnik üblich sein dürfte und wie auch ich es hier getan habe — unter Grundwasser das im Boden befindliche, ungebundene Wasser versteht, wo es eine zusammenhängende Oberfläche bildet, so muss „Niederschlagswasser", wo es im Boden eine solche Fläche bildet, als Grundwasser bezeichnet werden. Das Wasser auf der Bodenoberfläche wird allgemein Tagwasser genannt.

Das hier in Frage kommende Wasser ist laut der Definition Grundwasser und muss deshalb auch Grundwasser genannt werden. Aus mehreren Gründen muss es in der Kulturtechnik vom permanenten Grundwasser, d. h. von dem Wasser, das man bisher allgemein mit dem Worte „Grundwasser" bezeichnet hat, unterschieden werden. Es unterscheidet sich von diesem durch sein plötzliches Auftreten und Verschwinden, sowie durch seine kurze Dauer. Deshalb dürfte die angegebene Bezeichnung temporäres Grundwasser die passende Benennung sein.

Die Einführung der Bezeichnungen in die Kulturtechnik: temporäres Grundwasser und permanentes Grundwasser würde geeignet sein, Klarheit über das verschiedenartige Auftreten des Grundwassers im Boden zu bringen. Solche Klarheit in der Theorie ist Voraussetzung für ein günstiges Resultat sowohl bei der praktischen Tätigkeit, als auch bei der Forschung auf dem Gebiete der Kulturtechnik.

Im folgenden wende ich diese Terminologie an.[1]

Die Vorteile dieser Einteilung des Grundwassers gehen aus meinen Erörterungen in nächstfolgender Abteilung deutlich hervor.

2. Neue Theorie der Querdränung.

In der Kulturtechnik erklärt man die bessere Wirkung der Querdränung im Vergleich zur Längsdränung durch eine vom Oesterreicher Merl aufgestellte Theorie (1890), über die ich im folgenden kurz berichten werde.

In Fällen, wo die Grundwasseroberfläche horizontal ist, wird, nach Merl, das Wirkungsgebiet einer Dränfuge nach oben hin — wenn man die Senkungskurve als eine gerade Linie betrachtet — einen Kegel mit senkrechter Achse bilden, wobei also in homogenem Boden das an der Oberfläche entwässerte Gebiet eine Kreisfläche ist. Ebenso wie man bei schrägem Schnitt eines Kegels eine ellipsenförmige Schnittfläche bekommt, so wird auch das auf geneigtem Boden durch eine Dränfuge entwässerte Gebiet an der Oberfläche eine Ellipse bilden (Abb. 70).

Davon ausgehend hebt Merl hervor, dass die Überlegenheit der Querdränung über die Längsdränung darin besteht, dass bei ersterer Überschneidung in weit geringerem Masse als bei letzterer entsteht. Bei Querdränung

[1] Bevor obige Darlegung gegeben wurde, habe ich in dieser Abhandlung die sonst üblichen Bezeichnungen angewendet.

greifen nämlich die Ellipsen auf die Gebiete der anderen nur in der Richtung der Kleinachsen ein, d. h. in geringerem Umfange, als bei Längsdränung, wo die Ellipsen in der Richtung der Längsachsen zusammenfallen.

Hier werde ich auf Grund der Resultate, die meine Durchlässigkeitsversuche gaben, eine neue Theorie über die Wirkung der Querdränung aufstellen und somit auch eine Erklärung von der Überlegenheit der Querdränung über die Längsdränung geben.

Beim Ableiten des Grundwassers durch Dränung, in diesem Zusammenhange besonders bei Querdränung, können zwei Fälle eintreten:

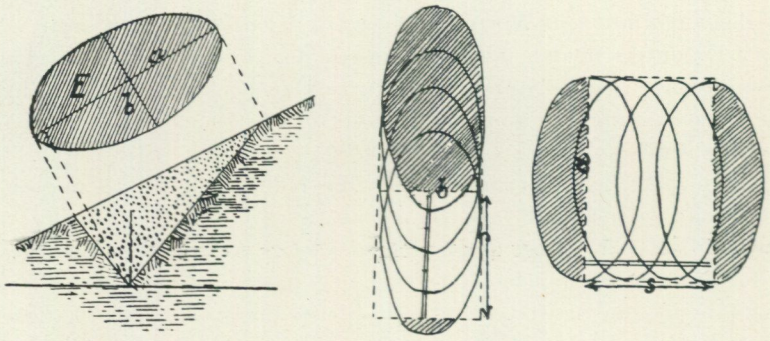

Abb. 70. Theorie der Querdränung, laut Merl. Die durch die Dränfugen entwässerten ellipsenförmigen Flächen fallen bei Querdränung mit den kleinen, bei Längsdränung mit den grossen Achsen zusammen.

a) Mit der Dränung wird nur Ableitung temporären Grundwassers bezweckt.

b) Mit der Dränung bezweckt man sowohl Ableitung permanenten als auch temporären Grundwassers.

Die Ableitung nur permanenten Grundwassers kann bei den stets vorhandenen Niederschlägen nicht vorkommen. Dort aber, wo ein verhältnismässig starker Strom permanenten Grundwassers in die Ackerkrume und an die Bodenoberfläche ausrinnt, kann diese Ursache der Versumpfung derart in den Vordergrund treten, dass ihre Beseitigung das Wichtigste ist.

Die Wirkung der Querdränung bei der Ableitung temporären Grundwassers.

An Abhängen wird in Zeiten, wo die Durchlässigkeit des Untergrundes gering ist, d. h. bei andauernden und reichlichen Niederschlägen, das temporäre Grundwasser der Ackerkrume auf dem Untergrund in der Fallrichtung fliessen. Bei Querdränung passiert das Wasser den bis zur Dräntiefe durchlässigeren Boden über einem Dränstrange, wobei ein grösserer oder geringerer Teil des Wassers, eventuell alles — je nach der Durchlässigkeit des umgegrabenen Bodens und der Grösse der Wassermenge — versickert und durch die Rohrleitungen abgeleitet wird.

Bei Längsdränung wiederum wird ein grosser Teil des Wassers in der Ackerkrume parallel mit den Dränsträngen und zwischen

diesen fliessen. Hierzu trägt in hohem Grade der Umstand bei, dass an Abhängen das Pflügen gewöhnlich längs des Gefälles ausgeführt wird. Ein grosser Teil des temporären Grundwassers fliesst auf gepflügtem Boden unter und zwischen den Furchenrücken.

Diese Theorie ist, wie erwähnt, auf Grund der Ergebnisse meiner Durchlässigkeitsversuche aufgestellt. Um durch ein weiteres Experiment diese Theorie zu prüfen, habe ich eine Untersuchung ausgeführt, deren Resultat die Richtigkeit der Theorie bestätigt. Im folgenden wird über diese Untersuchung berichtet.

Der Versuch wurde auf dem Felde bei Tolvsbörd ausgeführt und zwar bei einer Gelegenheit, wo die Ackerkrume in hohem Masse wassergesättigt war, nämlich am 20. und 21. November 1928. Die Niederschläge an den unmittelbar vorangehenden Tagen waren zwar gering gewesen — am 17. und 18. November nur 16 mm — aber infolge geringen Feuchtigkeitsdeficits war die Verdunstung unbedeutend. Am 20. Nov. fiel 6 mm. Niederschlag, alles in Form von Regen. (Diese letztere Wassermenge wurde am 21. Nov. gemessen und ins Journal eingetragen.) An diesen Tagen brauchte man nur über das Feld zu gehen, um feststellen zu können, dass die Ackerkrume fast wassergesättigt war. Der Untergrund war so dicht, dass durch Augenschein kaum festgestellt werden konnte, ob freies Wasser überhaupt darin vorhanden war. Wenn in den Untergrund ein Loch gegraben und von dem in der Ackerkrume befindlichen temporären Grundwasser isoliert wurde, dauerte es sehr lange, bis etwas Wasser aus dem Untergrund hervorsickerte. Wurde dagegen in den Untergrund ein Loch gegraben ohne solche Isolierung, so wurde es schnell von dem aus der Ackerkrume hervorrinnenden temporären Grundwasser gefüllt.

Das Gefälle betrug, wie aus dem Profil ersichtlich ist, durchschnittlich 61.5 : 1 000. Die Beschaffenheit des Bodens ist in der Beschreibung über dieses Feld, Abt. I, 3 angegeben.

Der Versuch bezweckte, eventuell vorhandene Unterschiede in der Tiefe des temporären Grundwassers, an folgenden Punkten festzustellen, nämlich:

1. in umgegrabenem Boden über einem Dränstrange,
2. in der Ackerkrume $1^1/_2$ m oberhalb des Dränstranges und
3. in der Ackerkrume $1^1/_2$ m unterhalb des Dränstranges.

Der Versuch wurde nach folgendem Plan ausgeführt:

In die Ackerkrume wurden drei Löcher in einer Länge von 200 cm, einer Breite von 25 cm und einer Tiefe gleich der Ackerkrume: 26—28 cm gegraben. Von den Löchern wurde eins im umgegrabenen Boden über einen Dränstrang, eins etwa $1^1/_2$ m oberhalb und eins $1^1/_2$ m unterhalb des Dränstranges, parallel mit diesem gelegt. Selbstverständlich wurden die Löcher so angeordnet, dass keine Behinderung in der Wasserströmung eintreten konnte. In der Fallrichtung lagen die Löcher also nebeneinander.

Ein solcher Versuch wurde am Dränstrange Nr. 2 angeordnet.

Ein Parallelversuch, ebenfalls mit drei Löchern, wurde am Saugdrän Nr. 5 und ein weiterer Parallelversuch am Saugdrän Nr. 7 angestellt; beide nach denselben Grundsätzen. (Siehe den Dränungsplan S. 130!)

Die drei Parallelversuche waren in jeder Hinsicht gleich, nur betrug die Tiefe der Löcher beim Versuch 1, 27 cm 'beim Versuch 2, 26 cm und beim Versuch 3, 28 cm.

In den Löchern wurde die Tiefe des temporären Grundwassers gemessen. Die Wassertiefe ist in folgenden Tabellen angegeben.

Versuch Nr. 1 (bei Saugdrän Nr. 2).

Wassertiefe vom Boden der Löcher aus gerechnet. Die Löcher wurden in der Zeit von 10.15—10.45 Uhr am 20. Nov. 1928 gegraben.

	Wassertiefe		
	In umgegrab. Boden	1 1/2 m oberhalb des Dränstranges	1 1/2 m unterhalb des Dränstranges
20. Nov. 1928			
12 Uhr	0 cm	3 cm	1 cm
14 »	0 »	5 »	3 »
16 »	0 »	9 »	5 »
18 »	0 »	12 »	7 »
20 »	0 »	15 »	9 »
21. Nov. 1928			
7 Uhr	0 »	18 »	10 »
9 »	0 »	18 »	10 »
12 »	0 »	18 »	10 »
14 »	0 »	18 »	10 »

Versuch Nr. 2 (bei Saugdrän Nr. 5).

Wassertiefe vom Boden der Löcher aus gerechnet. Die Löcher wurden in der Zeit von 8.30—8.45 Uhr am 20. November 1928 gegraben.

	Wassertiefe		
	In umgegrab. Boden	1 1/2 m oberhalb des Dränstranges	1 1/2 m unterhalb des Dränstranges
20. Nov. 1928			
12 Uhr	0 cm	4 cm	1 cm
14 »	0 »	7 »	2 »
16 »	0 »	10 »	3 »
18 »	Geringe Feuchtigkeit nicht messbar	13 »	5 »
20 »	»	15 »	6 »
21 Nov. 1928			
7 Uhr	0 cm	18 »	6 »
9 »	0 »	18 »	6 »
12 »	0 »	18 »	6 »
14 »	0 »	18 »	5 »

Versuch Nr. 3 (bei Saugdrän Nr. 7).

Wassertiefe vom Boden der Löcher aus gerechnet. Die drei Löcher wurden um 13 Uhr gegraben.

	Wassertiefe		
	In umgegrab. Boden	1 1/2 m oberhalb des Dränstranges	1 1/2 m unterhalb des Dränstranges
20. Nov. 1928			
14 Uhr	0 cm	3 cm	Geringe Feuchtigkeit nicht messbar
16 »	0 »	5 »	1 cm
18 »	0 »	10 »	3 »
20 »	0 »	13 »	4 »
21 Nov. 1928			
7 Uhr	0 »	18 »	5 »
9 »	0 »	18 »	5 »
12 »	0 »	18 »	5 »
14 »	0 »	17 »	5 »

Aus dem Versuche ging also hervor, dass, nachdem sich das temporäre Grundwasser nach einigen Stunden konstant eingestellt hat im grossen und ganzen, die Wassertiefe in den Löchern 1 1/2 m oberhalb der Dränstränge 18, 18 und 18 cm, 1 1/2 m unterhalb der Dränstränge 10, 6 und 5 cm betrug, und dass in den Löchern im umgegrabenen Boden kein Wasser vorhanden war. Die Oberfläche des temporären Grundwassers, des „Ackerkrumenwassers", oberhalb und unterhalb der Dränstränge lag also bei den drei Versuchen auf folgender Tiefe unter der Bodenoberfläche:

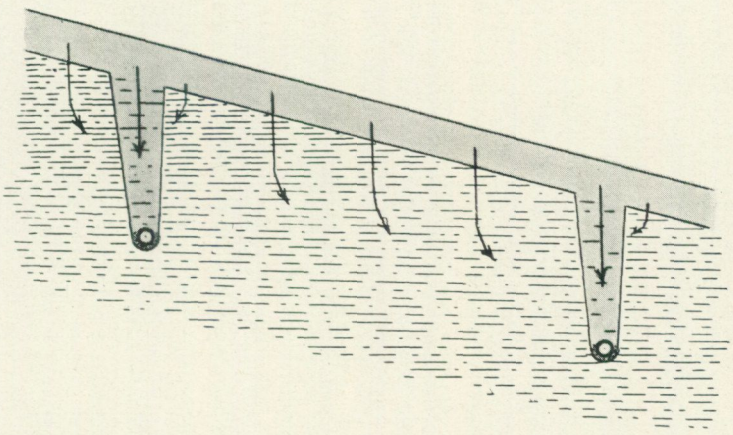

Abb. 71. Theorie der Querdränung nach den Untersuchungen des Verf. Ableitung des *temporären Grundwassers* durch Querdränung auf Tonboden nach anhaltender Trockenperiode, da der Boden *starke Rissbildung* zeigt. Das Wasser rinnt senkrecht in die Risse herab und in diesen nach den Dränleitungen. (Siehe Abb. 72, 73!)

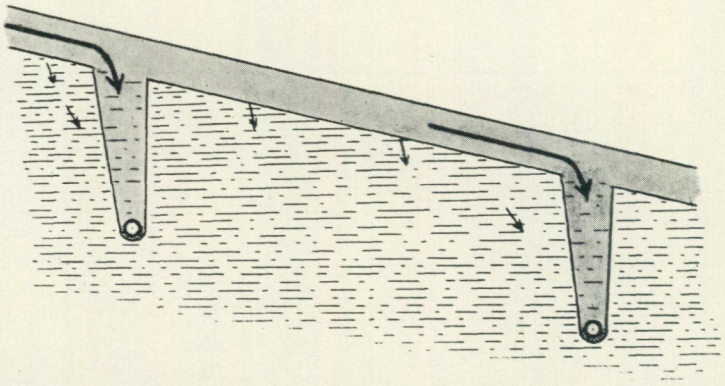

Abb. 72. Theorie der Querdränung nach den Untersuchungen des Verf. Ableitung des *temporären Grundwassers* durch Querdränung auf Tonboden nach langer Feuchtigkeitsperiode, da der *Untergrund schwerdurchlässig* ist. Bei Niederschlag rinnt der Hauptteil des Wassers *in* der Ackerkrume und *auf* dem Untergrunde und sinkt in dem umgegrabenen, lockreren Boden den Dränleitungen zu. (Siehe Abb. 71!)

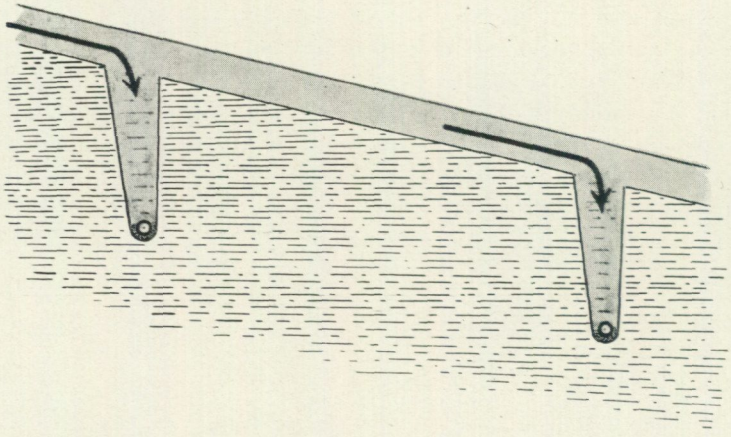

Abb. 73. Theorie der Querdränung, nach den Untersuchungen des Verf. Ableitung des *temporären Grundwassers* durch Querdränung auf Tonboden nach langer Feuchtigkeitsperiode, da der obere Teil des Untergrundes durch Verschlemmung *»undurchlässig«* ist. Bei Niederschlag rinnt das Wasser *in* der Ackerkrume und *auf* dem Untergrunde und sinkt in dem umgegrabenen lockreren Boden den Dränleitungen zu.
(Ob ein Boden absolut undurchlässig werden kann, d. h. ob der Durchlässigkeitsgrad bis o heruntergehen kann, wird noch nicht erforscht sein. Mit »undurchlässig« bezeichne ich hier einen Boden, dessen Durchlässigkeitsgrad o ist oder so nahe o liegt, dass er aus pflanzenbau-kulturtechnischem Gesichtspunkte als undurchlässig betrachtet werden kann.)

In der Ackerkrume 1½ m oberhalb des Dränstranges 9, 8, 10 cm, durchschnittlich also 9 cm, und
in der Ackerkrume 1½ m unterhalb des Dränstranges 17, 20, 23 cm, durchschnittlich also 20 cm.

Es muss berücksichtigt werden, dass, wie oben erwähnt, die in den Löchern

gemessene Wassermenge aus dem auf dem Untergrund daherrinnenden Wasser entstanden war, und dass der Untergrund äusserst schwerdurchlässig bezw. undurchlässig war.

Bei dem Umstande, dass in den Löchern über den Dränsträngen überhaupt kein Wasser vorhanden war, hätte man erwarten können, dass auch in den Löchern unterhalb der Dränstränge überhaupt kein Wasser, oder doch jedenfalls weniger als ermittelt, hätte vorhanden sein müssen. Das sich hier befindliche Wasser kann möglicherweise dadurch erklärt werden, dass der Boden, wie schon gesagt, in hohem Grade von Wasser ersättigt war, und dass Zulauf von allen Seiten erfolgte.

Aus diesen drei Versuchen an drei verschiedenen Dränsträngen geht hervor, dass ein grosser Teil des in der Ackerkrume auf dem Untergrunde fliessenden temporären Grundwassers durch den umgegrabenen Boden nach den Dränsträngen herabgesunken ist. Das Versuchsergebnis bestätigt also die von mir oben aufgestellte Theorie zur Erklärung der Überlegenheit der Querdränung gegenüber der Längsdränung (Abb. 72, 73).

Die Wirkung der Querdränung bei Ableitung von permanentem Grundwasser.

Es ist selbstverständlich, dass die Wirkung der Querdränung bei Ableitung von permanentem Grundwasser, wo es in einem Strom vom inneren Boden der Bodenoberfläche zu sickert, nicht durch obenstehende Theorie erklärt werden kann. Diese Wirkung muss durch eine andere Theorie erklärt werden.

Nicht am wenigsten geht daraus hervor, dass das Grundwasser in der Kulturtechnik, wie ich getan habe, in zwei Abteilungen einzuteilen ist.

Da vorliegende Untersuchung betreffs Dränwasserabfluss, Durchlässigkeit des Bodens etc. sich nur auf das *temporäre Grundwasser* bezieht, fällt also die Theorie der Querdränung bei Ableitung vom *permanenten Grundwasser* ausserhalb des Rahmens dieser Abhandlung. Ich beabsichtige in nächster Zeit in anderem Zusammenhange darauf einzugehen.

3. Berechnung der Dränrohrweite.

Die Berechnung der Dränrohrweite erfordert Kenntnis:

einmal von der Menge des abzuleitenden Wassers

und ferner von der Wassergeschwindigkeit in den Leitungen.

Betreffs der Grösse des Dränwasserabflusses weise ich auf das in Abt. I, 3 von mir veröffentlichte Material über Messungen von fünf Feldern hin, besonders auf die Zusammenfassung Abt. I, 3, F.

Ehe ich zur Wahl einer Geschwindigkeitsformel übergehe, sei folgende kurze Übersicht und Begründung angeführt.

Der erste, der eine für die Berechnung der Wassergeschwindigkeit in offnen Gewässern anwendbare Formel aufstellte, war de Chézy (Forchheimer 1914, Seite 62 und folg.).

Die Formel, die

$$v = c\sqrt{RI} \quad \text{lautete,}$$

wurde im Jahre 1775 veröffentlicht. Da diese Formel noch heute, d. h. nach mehr als 150 Jahren, die am meisten benutzte Formel für Berechnung der Wassergeschwindigkeit sein dürfte, kann sie mit vollem Rechte als klassisch bezeichnet werden.

Auf Grund der Resultate der 36 von Dubuats ausgeführten Versuche hat Eytelwein für Röhren den Koeffizienten in angegebener Formel zu 50.9 bestimmt, wodurch de Chézys Formel folgendes Aussehen erhielt

$$v = 50.9\sqrt{RI}.$$

Diese Formel, die im Jahre 1801 aufgestellt wurde, hat eine verbreitete Anwendung erfahren.

Eytelweins Formel wurde von Prony (Schewior 1912) für die Wassergeschwindigkeit in Dränrohren durch folgende Gleichung anwendbar gemacht:

$$v = 3.59\sqrt{\frac{50\,dh}{l + 50\,d}}.$$

v = die Geschwindigkeit m/sek,
d = innerer Durchmesser in Metern,
h = das Gefälle auf der Länge l, beide in Metern.

Vincent ging davon aus, dass die Reibung in Rohrleitungen mit kleinsten Dimensionen verhältnismässig am grössten ist und dass sie mit zunehmendem Durchmesser abnimmt. Mit Rücksicht auf dieses Verhältnis führte Vincent in Eytelwein-Pronys Formel einen Koeffizienten k von folgender Grösse ein (Nach Verwandlung von Zoll in cm)

Rohrdurchmesser cm	k	Rohrdurchmesser cm	k
4	0.71	13	0.86
5	0.75	16	0.88
6.5	0.78	18	0.90
8	0.80	21	0.92
10	0.83		

Vincents Formel erhielt also folgendes Aussehen:

$$v = 3.59\ k \sqrt{\frac{50\ dh}{l + 50\ d}}$$

oder, wenn zur Vereinfachung $l = 100$ gesetzt wird, und h das Gefälle in Prozenten angibt:

$$v = 3.59\ k \sqrt{\frac{dh}{2 + d}}.$$

Diese Formel ist von der Schlesischen Generalkommission aufgenommen worden. Infolgedessen und weil sie der Aufstellung von Diagrammen für die Dimensionierung zu Grunde gelegt worden ist — z. B. von Schewior (1907), die dann innerhalb und ausserhalb Deutschlands grosse Verbreitung gefunden haben, ist Vincents Formel zu allgemeiner Anwendung gekommen.

Gerhardt empfiehlt Kutters ältere Formel

$$v = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \sqrt{RI},$$

die auch folgendermassen geschrieben werden kann

$$v = \frac{100\sqrt{d}}{1.20 + 2\sqrt{d}} \sqrt{dI}.$$

wobei der Koeffizient $m = 0.30$ gesetzt ist.

Dieselbe Formel ist früher von Spöttle angewendet worden, welcher jedoch $m = 0.27$ setzte.

Von den übrigen Formeln für Berechnung der Wassergeschwindigkeit in den Dränleitungen sollen hier folgende angeführt werden.

Merl befürwortet (Schewior 1912) Bazins Formel

$$v = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{RI},$$

worin R = hydraulische Mitteltiefe $= \frac{d}{4}$, und I = das Gefälle auf 1 m bedeuten.

Merl bestimmte den Koeffizienten γ zu 0.19.

Schewior empfiehlt (1912) Ganguillets und Kutters bekannte Formel für Berechnung der Wassergeschwindigkeit in offnen Gewässern.

$$v = \frac{23 + \frac{1}{n} + 0.00155}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{I}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} \sqrt{RI}.$$

Schewior setzt für Dränleitungen $n = 0.013$.

Friedrich wendet in seinem Lehrbuche (1912) folgende Formel von Stocken an:

$$v = 20 \sqrt{\frac{dh}{l}}.$$

Ullberg, Professor der Kulturtechnik am Landwirtschaftsinstitut zu Ultuna (Schweden), hat auf Grund der Ergebnisse gemachter Untersuchungen folgende Formel für die Geschwindigkeit in den Dränleitungen aufgestellt:

$$v = k \sqrt{d \frac{h - 0.5}{1000}}.$$

d = Dränrohrweite, meter; h = Gefälle pro 1 000.

Für k wurden folgende Werte gesetzt:

Durchmesser cm	k	Durchmesser cm	k
4	12	12	18
5	13	14	19
6	14	16	20
7	15	18	21
8	16	20	22
10	17		

Yarnell und Woodward haben auf Grund umfassender Versuche folgende Formel aufgestellt:

$$v = 92.87 \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \text{ m/sek.}$$ (Zunker. Z. D. K. G. 1930, Seite 180).

Betreffs der Versuche dieser letztgenannten Verfasser muss jedoch daran erinnert werden, dass die Untersuchungen nicht kleinere Dimension als 10 cm und nicht grösseres Gefälle als 15 : 1 000 umfassten.

Von der Formel des Schweden Hessle ausgehend

$$v = k \left(1 + \tfrac{1}{2} \sqrt{R}\right) \cdot \sqrt{RI}$$

hat Hallin, schwedischer Staatskulturingenieur, 1924 folgende Formel aufgestellt

$$v = k \left(1 + \tfrac{1}{2} \frac{\sqrt{R} + \log R}{2}\right) \sqrt{RI}. \quad —$$

Durch Angaben in der Literatur, sowie durch mündliche Angaben von Fachleuten aus verschiedenen Ländern, welche ich auf kulturtechnischen Studienreisen getroffen habe, bin ich zu der Auffassung gekommen, dass Vincents Formel im grossen und ganzen diejenige war, welche früher am meisten angewendet wurde, und dass man erst später mehr und mehr zu Kutters älterer Formel übergegangen ist, welche gegenwärtig die am meisten benutzte sein dürfte. Eine Ausnahme hiervon dürfte Österreich machen, wo Stockens

Formel, wahrscheinlich durch Friedrichs Befürwortung (1912), grosse Anwendung gefunden hat.

Für Finnland hat Hallakorpi Kutters ältere Formel mit dem Koeffizienten $m = 0.30$ vorgeschlagen (1917).

Gerhardt hatte in den drei ersten Auflagen seines Werkes „Kulturtechnik" Eytelwein-Pronys Formel empfohlen, mit einem Koeffizienten, der für 3 cm Durchmesser 0.61 betrug und dann stieg, so dass er für 20 cm 0.90 war. Dies war in der Hauptsache Vincents Formel. Er ging aber in der vierten Auflage nach ausführlicher Begründung zu Kutters älteren Formel über, welche besonders für die kleineren Dimensionen bedeutend geringere Geschwindigkeit angibt als Vincents Formel.

Zu derselben Zeit hatte Ullberg

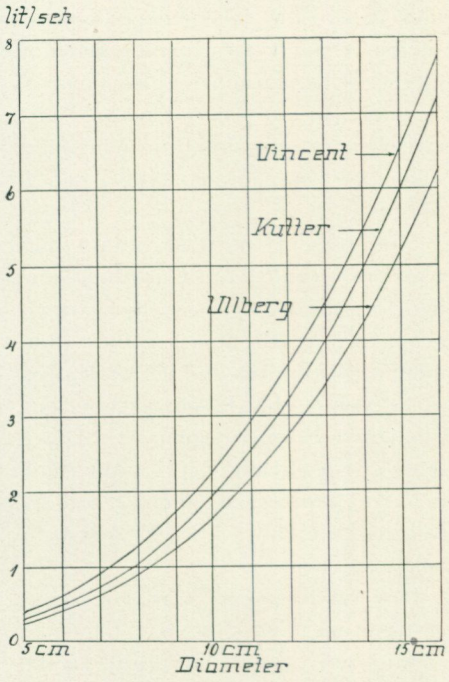

Abb. 74. Vergleich zwischen Vincents, Kutters und Ullbergs Formel für Wassergeschwindigkeit in Dränleitungen.
Pro Sekunde in Dränleitungen von 5 bis 16 cm Durchmesser hervorrinnende Wassermenge.
Gefälle 2: 1000.

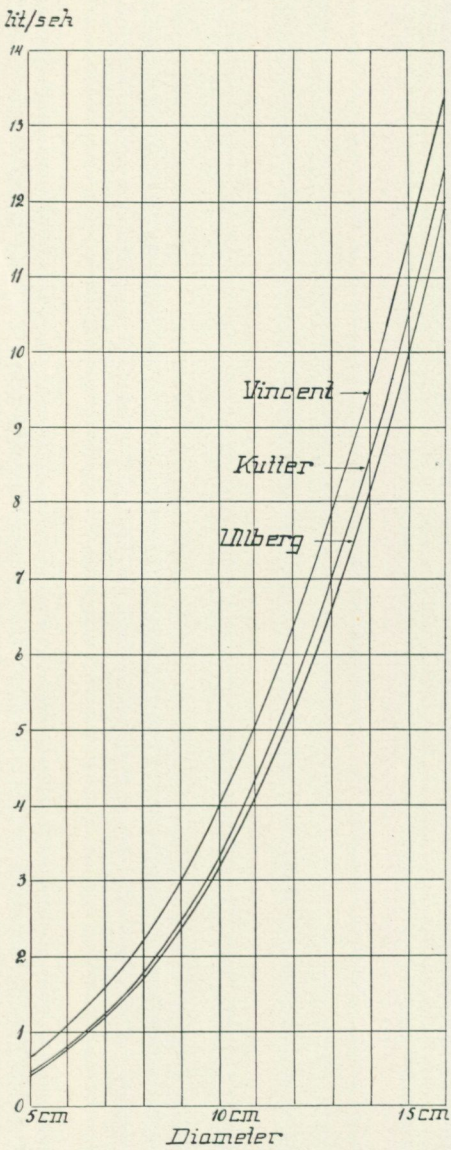

Abb. 75. Vergleich zwischen Vincents, Kutters und Ullbergs Formel für Wassergeschwindigkeit in Dränleitungen.
Pro Sekunde in Dränleitungen von 5 bis 16 cm Durchmesser hervorrinnende Wassermenge.
Gefälle 6: 1000.

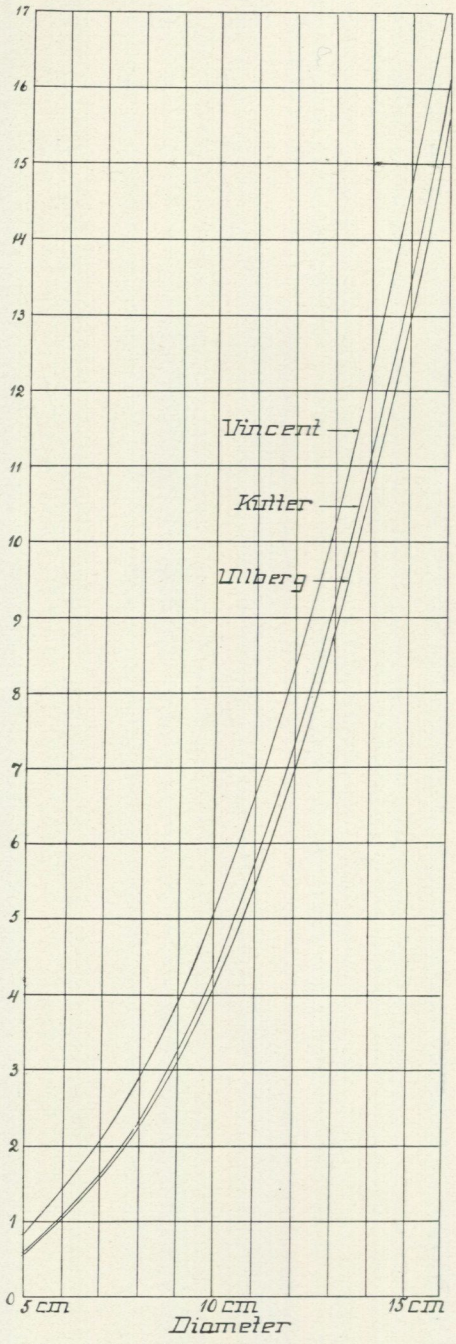

Abb. 76. Vergleich zwischen Vincents, Kutters und Ullbergs Formel für Wassergeschwindigkeit in Dränleitungen.
Pro Sekunde in Dränleitungen von 5 bis 16 cm Durchmesser hervorrinnende Wassermenge. Gefälle 10: 1000.

Versuche gemacht, die im Jahre 1902 geendet wurden, und zur Aufstellung seiner oben angegebenen Formel führten. Die Versuche hatten das Ergebnis, dass Vincents Formel zu hohe Geschwindigkeit, bei schwachem Gefälle und für die kleinen Dimensionen angab. Zu demselben Ergebnis kam ungefähr gleichzeitig der Däne P. Feilberg.

Ullberg hat späterhin auf Grund der Resultate seiner Untersuchungen ein Tabellenwerk für kulturtechnische Berechnungen (1921) herausgegeben, das schwedisch gedruckt ist, und deshalb ausserhalb der nordischen Länder weniger bekannt sein dürfte.

Kutters ältere, später von Gerhardt empfohlene Formel und Ullbergs Formel geben für die kleineren Dimensionen kleinere Geschwindigkeit und grössere Dimensionen als Vincents Formel an. Siehe den Vergleich zwischen diesen drei Formeln durch folgende Diagramme (Abb. 74, 75 und 76).

Mit grossem Interesse nimmt man Kenntnis von der Beurteilung, mit der Gerhardt seinen oben angegebenen „Abfall" von Vincents allgemein angewandter und in der Hauptsache von Gerhardt selbst früher empfohlenen Formel begründet. Durch seine grosse Sachkenntnis und Gründlichkeit kam er zu einem Ergebnis, welches durch Ullbergs Versuche bekräftigt worden ist.

Ich erlaube mir, aus Gerhardts Motivierung (1909 Seite 421) folgendes anzuführen, womit ich, auf Grund meiner Beobachtungen während mehrjähriger Arbeit für die Entwässerung des Ackerbodens übereinstimme.

„Die Drainröhren sind dagegen nie gleichmässig geformt: Unebenheiten, Brahmkanten, gedrückte Formen stören den Wasserabfluss. Dazu kommen die Unregelmässigkeiten beim Verlegen der stumpf aneinandergestossenen Röhren. Gerade hierin liegt die Abweichung der Drainagen von Rohrverbindungen durch Muffen oder Flanschen. Die Dränröhren verschieben sich in den Rosten leicht seitlich oder lotrecht: seitlich, wenn die Drängräben zu weit und unregelmässig hergestellt waren; lotrecht, wenn Unterfüllungen nötig geworden waren oder der Boden zu Sackungen Anlass gibt. Diese Umstände wirken auf weite und enge Rohre um dasselbe Mass, sie üben daher im Verhältnis zum Durchmesser einen verhältnismässig grösseren Einfluss aus bei engen Röhren als bei weiten. Das Verschieben der Röhren in den Rosten ist bei kleinen Durchmessern viel gefährlicher für den Wasserabfluss als bei grossen".

In den folgenden Berechnungen der Dränrohrweiten habe ich die Geschwindigkeit nach Ullbergs Formel ermittelt. Dass ich diese Formel derjenigen von Kutter vorziehe, beruht darauf, dass Ullbergs Formel bei schwachem Gefälle für die kleineren Dimensionen, noch etwas geringere Geschwindigkeit als diejenige von Kutter gibt. Im übrigen geben Kutters und Ullbergs Formeln annähernd dieselbe Geschwindigkeit (Abb. 74, 75, 76).

Betreffs der berechneten Grösse des Dränwasserabflusses, die folgender Berechnung der Dränrohrweite zu Grunde liegt, siehe Abt. I, 3, F. Auf Grund meiner Versuchsergebnisse habe ich diese Grösse zu 0.5 lit/sek/ha berechnet. —

Die Geschwindigkeit ist nach Ullbergs Formel also berechnet

$$v = k\sqrt{d \cdot \frac{h - 0.5}{1000}} = \frac{k\sqrt{d}}{10} \cdot \sqrt{\frac{h - 0.5}{10}} \text{ m/sek.}$$

Die entwässerte Fläche, F, ist für einen Abfluss von 0.5 lit/sek/ha wie folgt berechnet

$$F = \frac{\left(1000 \cdot \frac{\pi d^2}{4}\right) \cdot v}{0.5} = \frac{1000\,\pi\,d^2}{2} \cdot v \text{ ha.}$$

Das Endergebnis dieser meiner Berechnung der entwässerten Fläche geht aus folgendem Vergleich hervor:

Nach der Schlesischen Generalkommission ist der Abfluss auf 0.65 resp. 0.80 lit/sek/ha zu berechnen.

Da nach meinem Versuchsmaterial der Abfluss auf nur 0.5 lit/sek/ha zu berechnen ist, würde bei Anwendung von derselben Formel für die Geschwindigkeit, z. B. Kutter-Gerhardts mit $m = 0.30$, die entwässerte Fläche bei meiner Berechnung 30 % resp. 60 % grösser berechnet werden.

Infolge dass Ullbergs Formel, die ich aus angegebenem Grunde wählte, bei stärkerem Gefälle im grossen und ganzen mit angeführter Formel überein-

Dränrohrweiten bei Annahme einer sekundlichen Abflussmenge von 0.5 lit/sek/ha.

Gefälle pro mille	Grösse der entwässerten Fläche (ha) und Wassergeschwindigkeit (v) m/sek.																	
	4 cm		5 cm		6.5 cm		8 cm		10 cm		13 cm		16 cm		18 cm		21 cm	
	ha	v	ha	v	ha	v	ha	v	ha	v	ha	v	ha	v	ha	v	ha	v
1.5 . .							1.44	0.14	2.67	0.17	5.61	0.21	10.17	0.25	14.35	0.28	22.58	0.33
2.0 . .			0.44	0.11	0.95	0.14	1.77	0.18	3.27	0.21	6.86	0.26	12.47	0.31	17.56	0.35	27.64	0.40
2.5 . .			0.51	0.13	1.10	0.17	2.03	0.20	3.79	0.24	7.92	0.30	14.40	0.36	20.31	0.40	31.89	0.46
3.0 .	0.30	0.12	0.57	0.15	1.23	0.19	2.27	0.23	4.23	0.27	8.87	0.33	16.08	0.40	22.70	0.45	35.68	0.52
4.0 . .	0.36	0.14	0.68	0.17	1.46	0.22	2.70	0.27	5.00	0.32	10.46	0.39	19.02	0.47	26.82	0.53	42.26	0.61
5.0 . .	0.41	0.16	0.77	0.20	1.65	0.25	3.06	0.30	5.67	0.36	11.87	0.45	21.55	0.54	30.38	0.60	47.87	0.69
6.0 . .	0.45	0.18	0.85	0.22	1.82	0.27	3.38	0.34	6.27	0.40	13.11	0.49	23.85	0.59	33.59	0.66	52.92	0.76
7.0 . .	0.49	0.19	0.92	0.24	1.98	0.30	3.67	0.37	6.80	0.43	14.26	0.54	25.94	0.65	36.54	0.72	57.57	0.83
8.0 . .	0.52	0.21	0.99	0.25	2.13	0.32	3.94	0.39	7.32	0.47	15.32	0.58	27.83	0.69	39.24	0.77	61.79	0.89
9.0 . .	0.56	0.22	1.04	0.27	2.27	0.34	4.19	0.42	7.80	0.50	16.33	0.62	29.64	0.74	41.78	0.82	65.81	0.95
10.0 . .	0.59	0.23	1.12	0.28	2.39	0.36	4.43	0.44	8.23	0.52	17.26	0.65	31.33	0.78	44.13	0.87	69.55	1.00
12.5 . .	0.66	0.26	1.25	0.32	2.70	0.41	4.98	0.50	9.27	0.59	19.41	0.73	35.23	0.88	49.67	0.98	78.21	1.13
15.0 . .	0,73	0.29	1.38	0.35	2.96	0.45	5.49	0.55	10.18	0.65	21.34	0.80	38.72	0.96	54.61	1.07	85.90	1.24
17.5 . .	0.79	0.31	1.49	0.38	3.21	0.48	5.93	0.59	11.03	0.70	23.10	0.87	41.94	1.04	59.14	1.16	93.03	1.34
20.0 . .	0.84	0.34	1.60	0.41	3.43	0.52	6.36	0.63	11.80	0.75	24.71	0.93	44.92	1.12	63.31	1.24	99.68	1.44
25.0 . .	0.95	0.38	1.79	0.46	3.84	0.58	7.14	0.71	13.23	0.84	27.71	1.04	50.26	1.25	70.84	1.39	111.67	1.61
30.0 . .	1.04	0.41	1.96	0.50	4.22	0.64	7.82	0.78	14.51	0.92	30.42	1.15	55.25	1.37	77.87	1.53	122.61	1.77
35.0 . .	1.12	0.45	2.12	0.54	4.56	0 69	8.45	0.84	15.71	1.00	32.89	1.24	59.75	1.49	84.23	1.66	132.52	1.91
40.0 . .	1.20	0.48	2.27	0.58	4.89	0.74	9.05	0.90	16.79	1.07	35.20	1.33	63.94	1.59	90.08	1.77	141.80	2.05
45.0 . .	1.27	0.51	2.41	0.61	5.17	0.78	9.61	0.96	17.83	1.14	37.35	1.41	67.88	1.69	95.68	1.88	150.53	2.17
50.0 . .	1.34	0.53	2.54	0.65	5.46	0.82	10.13	1.01	18.80	1.20	39.39	1.48	71.58	1.78	100.87	1.98	158.77	2.29

stimmt, wird bei stärkerem Gefälle die berechnete entwässerte Fläche mit dieser Prozentzahl erhöht, d. h. mit ungefähr resp. 30 % bei Abfluss 0.65 lit/sek/ha und 60 % bei Abfluss 0.8 lit/sek/ha.

Bei schwachem Gefälle und für die kleineren Dimensionen wird die Erhöhung der entwässerten Fläche kleiner darauf beruhend, dass Ullbergs Formel, wie erwähnt, hier kleinere Wassergeschwindigkeit als Kutter-Gerhardts Formel gibt (Abb. 75, 75, 76).

4. Berechnung der Dränwassermenge in Prozent des Niederschlags.

Von dem gefallenen Niederschlag verschwindet ein Teil durch Verdunstung, ein Teil durch Abfluss auf der Bodenoberfläche und ein Teil durch Versickerung.

Das durch Verdunstung verschwindende Wasser besteht

einmal aus solchem Wasser, welches direkt von der Bodenoberfläche, von den Blättern und Stielen der Pflanzen usw. verdunstet;

weiter aus Wasser, welches unter die Bodenoberfläche versickert, das aber durch die Kapillarkraft oder die Wasseraufnahmefähigkeit der Pflanzen wieder bis zur Oberfläche steigt und verdunstet, und zwar im ersteren Falle direkt von der Bodenoberfläche, im letzteren durch die Spaltöffnungen der Pflanzen.

In dem folgenden werde ich zuerst auf die Frage eingehen, ob und in welchem Masse durch die von mir ausgeführten Messungen des Abflusses aus Dränsystemen Kenntnis davon erhalten werden kann, ein wie grosser Teil von dem auf natürlichem, d. h. undräniertem Boden, gefallenen Niederschlage in die tieferen Schichten des Bodens versickert und in permanentes Grundwasser übergeht.

Zur Klarlegung dieser Frage gehört in erster Linie eine Behandlung folgender Fragen, nämlich:

ob oder wieweit die durch das Dränsystem der einzelnen Versuchsfelder abrinnende Wassermenge derjenigen Menge Wasser entspricht, welche, wenn der Boden undräniert gewesen wäre, in permanentes Grundwasser übergegangen wäre, und

ob Angaben der Grösse des Abflusses in einem Zeitabstand von 24 Stunden ein für die Berechnung der Grösse des totalen Abflusses hinreichend genaues Material bilden.

Das erstgenannte dieser Probleme umfasst eine Klarlegung einmal der Frage, ob alles Niederschlagswasser, welches in den Boden versickert und auch später nicht nach der Bodenoberfläche steigt und verdunstet, durch die Dränleitungen abrinnt, oder ob ein Teil davon zwischen den Leitungen nach tieferen Schichten hin versickert, sowie ferner, ob Grundwasser von tieferen Schichten in die Systeme einfiltriert.

Diese beiden Fragen sind in Abt. I, 2, F und in der Beschreibung über jedes besondere Feld von mir klargelegt worden. Auf diese Berichte weise ich hier hin.

Aus den Berichten geht hervor, dass ich aus erwähnten Gründen absichtlich eine Zeitlang permanentes Grundwasser in Form einer schwachen Quellader in das System auf dem Tolvsbördsfelde einrinnen liess. Die Zeit, während welcher auf erwähntem Felde durch das System nur temporäres Grundwasser abgeleitet wurde, war so kurz, dass sie nicht ein ganzes Jahr umfasste. Aus diesem Grunde eignet sich das Tolvsbördsfeld nicht für den Vergleich, von dem hier die Rede ist.

Aus der Darstellung geht weiter hervor, dass auf den übrigen vier Feldern Infiltration permanenten Grundwassers aus tieferen Schichten nicht vorgekommen ist, und dass das Niederschlagswasser nicht, oder wenigstens nicht in erwähnenswerter Menge, unter das Niveau des Systems gesunken ist.

Von diesen vier Versuchsfeldern eignet sich jedoch das Mosåsfeld aus dem Grunde nicht für die hier in Frage kommende Berechnung, weil auf diesem Felde der Niederschlag in Form von Schnee, der auf gefrorenen Boden fiel — jedoch nur kurze Zeit — nicht gemessen wurde.

Es liegt die Annahme sehr nahe, hieraus die Folgerung zu ziehen, dass auf den drei übrigen Feldern das Dränwasser derjenigen Menge Wasser entspricht, welche nach tieferen Schichten gesunken sein würde, wenn der Boden nicht dräniert gewesen wäre.

Eine solche Annahme wäre indessen übereilt.

Zuerst muss daran erinnert werden, dass auf Tonboden, wo nur der obere Horizont mehr oder weniger ausgetrocknet und von Rissen durchzogen ist, und wo also ein unteres Lager von „Seifen-ton", auf schwedisch: såplera, vorkommt (ungefähr in dem Zustande, wie es im Meer abgelagert wurde, also ohne Rissbildung), Niederschlagswasser in permanentes Grundwasser kaum übergeht, weil „Seifen-ton" undurchlässig oder annähernd undurchlässig ist.

Auch für solche Felder, wo das ganze Tonlager ausgetrocknet ist und aus „Trockenkruste" besteht, entspricht das Dränwasser seiner Menge nach nicht immer demjenigen Wasser, welches, wenn das Feld nicht dräniert gewesen wäre, bis zu tieferen Schichten herabgesunken sein würde. Aus meinen Durchlässigkeitsuntersuchungen (Abt. II, 3) ist hervorgegangen, dass auf meinen Versuchsfeldern während der Perioden, wo der Tonboden unbedeutende Durchlässigkeit besass — d. h. nach längeren Feuchtigkeitsperioden — ein Teil des temporären Grundwassers in der durchlässigeren Ackerkrume auf dem Untergrund den Dränleitungen zu rann und in dem bei der Dränierung umgegrabenen Boden versickerte, der während solcher Perioden grössere Durchlässigkeit, als der natürlich gelagerte Boden, besass. Das durch Dränungssysteme abgeleitete Wasser entspricht auf diesen Versuchsfeldern also nicht der Wassermenge, die auf demselben Gebiete bis zu tieferen Schichten heruntergesunken sein würde, wenn das Feld nicht dräniert gewesen wäre. Die herabgesunkene Wassermenge ist durch die Dränung vergrössert.

Die Dränwassermenge entspricht der Menge Wasser, die auf einem undränierten Boden von etwas grösserer Durchlässigkeit als die meine Versuchsfelder besitzen, in tiefere Schichten herabgesunken sein würde.

Da es indessen, davon abgesehen, von Interesse sein kann, Kenntnis von der Grösse des Dränwasserabflusses in Prozent der Niederschläge zu erhalten, werde ich auf das andere der hier oben erwähnten Probleme eingehen, nämlich ob Angaben über die Grösse des Abflusses in einem Zeitintervall von 24 Stunden ein für die Berechnung der totalen Wassermenge hinreichend genaues Material bilden.

Dieses Problem erfordert eine Untersuchung darüber, ob der Dränwasserabfluss zwischen zwei Messungen mit angegebenem Zeitintervall eine geradlinige Funktion der Zeit ist, und, wenn dieses nicht der Fall ist, ob die Abweichungen bedeutend oder unbedeutend sind; sowie ferner darüber, ob sowohl positive wie auch negative Abweichungen vorkommen, in welchem Falle die Abweichungen von der geraden Linie, d. h. der direkten Proportion, zum Teil kompensiert werden.

Betreffs dieser Frage will ich auf die Darlegung, die den Wechsel des Abflusses berührt, hinweisen. Diese ist in Abt. I, 3, F gegeben worden.

Aus derselben geht hervor, dass in den Fällen, wo der Wechsel des Abflusses unbedeutend gewesen ist, Messungen in einem Zeitintervall von 24 Stunden sehr gut der Berechnung der totalen Wassermenge zu Grunde gelegt werden können. Der Abfluss ist in derartigen Fällen annähernd eine geradlinige Funktion der Zeit.

Siehe z. B. das Diagramm vom Tolvsbördsfelde über Abflussmessungen jede Stunde für die Tage 7. und 8. Mai und 27. Nov. 1929 (Abb. 47 und 48).

In den Fällen dagegen, wo schneller Wechsel in der Grösse des Abflusses vorkommt, liefert eine Berechnung auf Grund der 24-stündigen Messung weniger sichere Resultate, obwohl die Abweichungen zum Teil kompensiert werden, weil sowohl positive als auch negative Abweichungen vorkommen.

Bei den Messungen nach der von mir angewandten Methode kommt indessen kein Faktor vor, welcher das Resultat systematisch in positiver oder negativer Richtung beeinflusst.

Ob eine Wassermengebestimmung auf oder in der Nähe einer Spitze der Abflusskurve oder weiter abwärts auf der Kurve gemacht wird, ist nämlich ganz und gar vom Zufalle abhängig. Unter solchen Verhältnissen kann das Versuchsmaterial bis zu einem gewissen Grade in Übereinstimmung mit den mathematischen Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsberechnung beurteilt werden.

Die Genauigkeit einer Berechnung der totalen Wassermenge auf Grund von Messungen alle 24 Stunden steigt im grossen und ganzen mit der Anzahl der Beobachtungen, nähert sich also bei Zunahme derselben, d. h. Zunahme der Zeit, einem genauen Resultat. Eine Berechnung mit Messungen während kürzerer Zeit, z. B. einer Woche oder eines Monats, liefert ein unsicheres Resultat, während Berechnungen während längerer Zeit, z. B. eines Jahres, einen höheren Grad Genauigkeit erhalten.

Die von mir im folgenden angegebenen Resultate umfassen Zeitperioden von einem Jahre. Auch für diese Perioden werden die Resultate nur annähernd genau.

Ich habe die Zeit vom 1. 7.—30. 6. gewählt, weil dann beim Beginn eines neuen Jahres kein gesammeltes Wasser in Form von Schnee oder Eis vorhanden ist, und ferner im grossen und ganzen wegen starker Verdunstung mit der möglichst kleinsten Menge Bodenwasser gerechnet werden kann.

Die Berechnung umfasst — mit oben erwähnten und begründeten Ausnahmen — alle Zeitperioden 1. 7.—30. 6., die im oben angegebenen Material vorkommen.

Bei einem durchschnittlichen Niederschlag von 622 mm habe ich also einen Dränwasserabfluss von 26 % des Niederschlags ermittelt.

Nach Rothes Untersuchungen für den Haffdeichverband im Memeldelta (Z. D. K. G. 1922, S. 55) war die Verdunstung 71 % der Jahresniederschlagsmenge; 29 % wurde gepumpt, also zum Abfluss gekommen.

20—311544. *S. G. U., Ser. C, N:o 371. Herman Flodkvist.*

Niederschlag und Dränwasserabfluss.

	Zeit	Niederschlag mm	Dränwasserabfluss in Prozent des Niederschlages
	1	2	3
Versuchsfeld auf Lind	1/7 1921—30/6 1922	593	23
» » »	1/7 1927—30/6 1928	611	34
» » »	1/7 1928—30/6 1929	712	30
» » Fjugesta	1/7 1927—30/6 1928	587	20
» » »	1/7 1928—30/6 1929	610	23
Mittel		622 mm	26 %
Versuchsfeld auf Ålsta[1]	1/6 1926—30/7 1927	623	34
« » »	1/7 1927—30/6 1928	547	38
» » »	1/7 1928—30/6 1929	644	40
Mittel		605 mm	37 %

5. Der Boden, auf welchem die Rentabilität der Dränung relativ am grössten ist.

Dränung ist eine Massnahme, die den Zweck hat, durch Regelung der Bodenfeuchtigkeit die Bedingungen für den Pflanzenbau zu erhöhen. Es genügt dabei nicht, dass der Ertrag nur vermehrt wird; er muss vielmehr so gross sein, dass die Kosten verzinst und in angemessener Zeit getilgt werden.

Das ökonomische Resultat einer Dränage ist von mehreren Umständen abhängig: Beschaffenheit des Bodens, Intensität des Betriebes, Grösse des Betriebskapitals, Fähigkeit des Betriebsleiters, die durch die Dränierung gewonnene Bodenverbesserung auszunutzen etc.

Von diesen Faktoren will ich an dieser Stelle nur einen berühren, nämlich: Die Beschaffenheit des Bodens. Hierbei beschränke ich mich auf den mineralischen Boden. Die von mir in diesem Abschnitt gemachten Behauptungen stützen sich auf die Resultate der oben genannten Durchlässigkeitsversuche, aber nicht auf diese allein, sondern auch auf Beobachtungen, teils auf den Versuchsfeldern bei der Feststellung der Durchlässigkeit, teils in der Natur während meiner mehrjährigen Tätigkeit als Leiter der Arbeiten für Bodenverbesserung, Kulturtechnik, insbesondere Ackerdränierung, die durch die Landwirtschaftskammer ausgeführt worden sind.

[1] Wie in der Beschreibung über das Ålstafeld erwähnt ist, rinnt hier bei Schneeschmelze und reichlichem Niederschlag etwas Tagwasser von einem angrenzenden, höher gelegenen Ackerfelde — dessen Grösse 27 % der Fläche des Versuchsfeldes ist — auf das Versuchsfeld. Aus diesem Grunde eignet sich dieses Feld nicht direkt für die hier in Frage kommende Berechnung. Der Abfluss ist hier etwas grösser, was mit den übrigen Ergebnissen übereinstimmt. Mit diesem Vorbehalt habe ich aber die Ergebnisse angeben wollen.

Da die Ansicht, die ich hier ausspreche, in der Hauptsache ihre endgültige Ausgestaltung während der Grundwasserstudien auf den fünf Versuchsfeldern gefunden hat, werde ich sie hier vorlegen.

Da möglicherweise die Tatsache, dass sich die Behauptungen zum Teil auf Beobachtungen und nicht ausschliesslich auf genaue Versuchsergebnisse gründen, dazu führen könnte, den Wert der Behauptungen zu verringern, möchte ich über Beobachtungen in der Natur und deren Wert für die Förderung agrikultur-hydrologischer Forschung folgende Gedankengänge vorausschicken.

Das Studium in der Natur erfolgte zuerst nur durch Beobachtungen und wurde lange Zeit ausschliesslich so fortgesetzt. Auf diese Weise sind bedeutende Entdeckungen auf verschiedenen Gebieten der Naturwissenschaften gemacht worden, wie in der Biologie, Geologie etc. Viele bekannte Naturforscher haben ihre Erfolge, nicht auf Versuchsfeldern, sondern durch Beobachtungen in der Natur erzielt.

Allmählich fing man an, gemachte Beobachtungen durch Experimente zu kontrollieren, sowie auch durch Experimente verwickeltere Probleme zu erforschen.

Es ist kein Zweifel, dass diese Entwicklung von grosser Bedeutung gewesen ist, und dass die nunmehr in verschiedenen Ländern betriebene Versuchstätigkeit künftig noch grosse Aufgaben hat.

So bedeutungsvoll die Versuchstätigkeit auch ist, sie kann jedoch diejenige Forschung nicht ganz ersetzen, die in der Natur durch Beobachtungen gemacht wird. Ein Forscher kann, nachdem er in der Natur eine grössere Anzahl Beobachtungen über ein gewisses Phänomen gemacht hat, durch Zusammenstellung der Beobachtungen die Lösung eines Problems finden oder wenigstens auf eine Idee kommen, die zu einer Lösung führt. Auf einem Versuchsfelde wäre er hierzu vielleicht nicht gekommen.

Für einen solchen Beobachter und Naturforscher sind die Versuche in gewissen Fällen nur eine Kontrolle für die Richtigkeit der aus den Ergebnissen der Beobachtungen gezogenen Schlüsse. Zuweilen hat er durch Beobachtungen einen gewissen Vorgang so genau erforscht, dass die Versuche nur dazu dienen, Material zu schaffen, um anderen die Richtigkeit eines ihm selbst schon bekannten Vorganges zu beweisen. —

In der Kulturtechnik gilt der Satz, dass der Dränbedarf des Ackerbodens von der Durchlässigkeit abhängig ist, so dass ein schwerdurchlässiger Boden Dränung nötig hat, und dass der Dränbedarf mit der Zunahme der Durchlässigkeit abnimmt.[1]

Bei der Bezeichnung in der Kulturtechnik „schwerdurchlässiger Boden" dürfte nur die Durchlässigkeit des Untergrundes gemeint sein, wobei man also dahingestellt sein lässt, ob auch die Ackerkrume schwerdurchlässig ist oder

[1] Mit dem Worte „Dränbedarf" bezeichne ich in dieser Abteilung ob der Boden Dränung nötig hat, nicht aber wie tief zu dränieren ist, oder wie weit von einander die Dräns gelegt werden sollen.

nicht. Man rechnet aber wohl damit, dass die Ackerkrume im allgemeinen gute Durchlässigkeit besitzt, dass aber trotzdem Dränbedarf vorhanden ist, wenn nur der Untergrund schwerdurchlässig ist. Sollten sowohl die Ackerkrume als auch der Untergrund schwerdurchlässig sein, so dürfte der Dränbedarf als um so grösser angesehen werden.

Der Ausdruck „der Dränbedarf des Bodens ist von dessen Durchlässigkeit

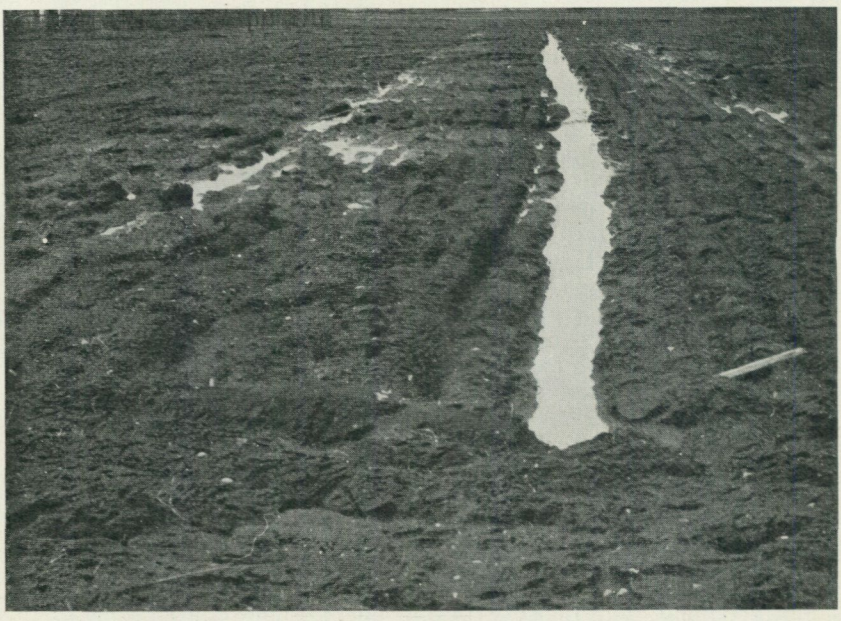

Abb. 77. Undräniertes Feld. Tonboden mit humusreicher Ackerkrume in schwachem Gefälle. Wenn sich nach längeren Regenperioden die Durchlässigkeit des Untergrundes o nähert, während die Ackerkrume gleichzeitig locker ist, entsteht *auf* dem Untergrunde *in* der Ackerkrume ein „temporäres Grundwasser" „Ackerkrumenwasser", dessen Oberfläche nahe unter der Bodenoberfläche liegt oder sogar dieselbe übersteigt.

abhängig" ist also unklar. Wie ich in folgendem beweisen werde, ist er ausserdem fehlerhaft.[1]

Der Dränbedarf des Bodens steht nicht in direktem Verhältnis zur Durchlässigkeit des Bodens. Wäre der Boden bis zur Oberfläche schwerdurchlässig oder nahezu undurchlässig, so würde das Wasser an der Oberfläche abfliessen, und die obere Schicht des Bodens, die Ackerkrume, also nicht versumpft werden und folglich durch Dränung auch nicht nennenswert verbessert werden können. Lockere leichtdurchlässige Ackerkrume, auf schwerdurchlässigem Untergrund gelagert, nimmt dagegen grosse Mengen Wasser auf und speichert sie für längere Zeit auf. Es ist richtig, dass der Dränbedarf eines Ackerfeldes von dem Grade der Durchlässigkeit des Bodens abhängig ist, aber nicht in

[1] In Abt. III, 2 habe ich hervorgehoben, dass der Satz nur bei temporärem Grundwasser gilt: permanentes Grundwasser muss unter allen Umständen abgeleitet werden.

dem Sinne, der für gewöhnlich dem Satze beigelegt wird, sondern folgendermassen:

Je grösser die Lockerheit und damit die Durchlässigkeit der Ackerkrume ist und je geringer die Durchlässigkeit des Untergrundes, desto grösser ist der Dränbedarf.

Es kann hinzugefügt werden, dass unter gleichen Verhältnissen der Dränbedarf bei geringem Gefälle des Bodens grösser ist, als bei stärkerem, weil im ersteren Falle ein grösserer Teil der Niederschläge aufgenommen und für längere Zeit in der Ackerkrume aufgespeichert wird.

Den Gesichtspunkt der Rentabilität der Dränierung will ich, soweit diese von der Beschaffenheit des Bodens abhängig ist, wie folgt formulieren:

Die Rentabilität der Dränierung ist am grössten auf Boden mit lockerer, leichtdurchlässiger Ackerkrume und schwerdurchlässigem Untergrund, besonders bei geringem Gefälle des Bodens.[1]

Als Begründung dieser Behauptung möchte ich noch folgende Gesichtspunkte anführen.

1. Lockere, leichtdurchlässige Ackerkrume nimmt bei Niederschlägen und Schneeschmelze sehr rasch und in grossen Mengen Wasser auf. Auf schwerdurchlässigem Untergrunde sinkt dieses Wasser äusserst langsam, weshalb in der Ackerkrume eine zusammenhängende Grundwasserfläche aus temporärem Grundwasser, auf dem Untergrund stehend, gebildet wird. Die Oberfläche des Grundwassers wird in solchen Fällen immer nahe an der Bodenoberfläche liegen, zuweilen sogar dieselbe erreichen, oder in Bodenvertiefungen über die Bodenfläche steigen, so dass sichtbare Wasseranstauungen entstehen. Sowohl wenn letzteres der Fall ist, als auch wenn das temporäre Grundwasser etwas unterhalb der Bodenoberfläche liegt, wird es für den Pflanzenbau grossen Schaden machen.[2] Am stärksten wird die Versumpfung auf Boden mit geringem Gefälle unmittelbar dort sein, wo ein starkes Gefälle in ein schwaches übergeht, weil sich hier in der Ackerkrume temporäres Grundwasser von dem oberhalb befindlichen Boden ansammelt.

Auf Gebieten mit schwerdurchlässiger Ackerkrume und schwerdurchlässigem Untergrund wird die Ackerkrume nur geringe Mengen Wasser aufnehmen.

---

[1] Nach einer allgemeinen Auffasung in Schweden bringt Dränung bei Hackfrüchten den grössten Nutzen, darnach bei Saat und am wenigsten bei Gras und Klee, weshalb man angenommen hat, dass diese Pflanzen verschiedene Forderungen an Wasser haben. Obgleich nicht experimentell festgestellt, nehme ich an, dass erstgenanntes Verhältnis seine natürliche Erklärung dadurch erhält, dass bei Hackfrüchten die Ackerkrume immer locker gehalten wird, bei Saat wenigstens die erste Zeit nach der Aussaat locker ist, während bei Gras und Klee die Ackerkrume mehr oder weniger zusammengepackt ist.

[2] Es ist nicht zu verleugnen, dass nach diesen von mir entwickelten Grundsätzen die Dräntiefe auf hier in Frage kommendem Boden nicht die grosse Rolle spielt, wie man im allgemeinen annimmt.

Auch hier kann Dränierung rentabel sein, aber nicht in demselben Masse, wie im oben erwähnten Falle.

2. Ein Mineralboden, z. B. Tonboden, mit leichtdurchlässiger Ackerkrume ist, dräniert, ein fruchtbarerer Boden als ein Tonboden mit schwerdurchlässiger Ackerkrume. Die Lockerheit der Ackerkrume ist für die Ausbreitung der Pflanzenwurzeln von grosser Bedeutung.

Wenn die Kosten der Dränierung eines weniger fruchtbaren und eines mehr fruchtbaren Bodens gleich sind, wird natürlich die Rentabilität bei dem mehr fruchtbaren Boden eine grössere.

Eine grössere Lockerheit des Mineralbodens wird in Schweden im allgemeinen, abgesehen von der Bearbeitung, durch grösseren Humusgehalt der Ackerkrume verursacht.

Ein höherer Humusgehalt steigert auch dadurch den Wert des Bodens, dass die Ackerkrume während Trockenperioden die Kapillarität abbricht und somit die Verdunstung verhindert. Deshalb leidet die Vegetation auf solchem Boden auch weniger unter Trockenheit.

Auch in chemischer Hinsicht kann solcher Boden einen höheren Wert besitzen, z. B. durch höheren Stickstoffgehalt. Letzteres ist der Fall, wo der Humusgehalt von Gras, Halbgräsern, Laub u. dergl. herrührt. Ein weniger wertvoller Humusgehalt entsteht jedoch durch Überreste von Nadelwäldern.

Ein hoher Humusgehalt der Ackerkrume ist auch deswegen von Wert, weil auf solchem Boden die Gefahr der Krustenbildung an der Oberfläche durch Niederschläge mit grosser Regenintensität und folgender Trockenheit, wodurch die keimende Saat oft vernichtet wird, kaum vorliegt.

3. Das Graben der Dräns wird auf Tonboden mit humusreicher, lockerer Ackerkrume billiger als auf humusarmem, steifem Boden. Die lockere Ackerkrume unterbricht, wie oben gesagt, die Kapillarität vom Untergrund, weshalb dieser bei längerer Trockenheit seine Feuchtigkeit behält und also nicht so hart wird. Hierdurch wird die Arbeit des Grabens billiger. Bei geringem Humusgehalt der Ackerkrume wird die Verdunstung, auch bei zweckmässiger Behandlung des Bodens, grösser, weshalb auch der Untergrund mehr austrocknet und härter wird. Die Lockerheit einer humusreichen Ackerkrume trägt an und für sich dazu bei, die Kosten der Grabenarbeit einigermassen herabzusetzen.

(Eine vollständige Erklärung *dieser von mir konstatierten, oben angeführten Tatsache* wird auf dem jetzigen Standpunkte der Bodenforschung kaum gegeben werden können. Obenstehende drei Punkte fasse ich also nicht als eine vollständige Erklärung auf.)

Ein typischer Erdboden in ganz Schweden, auf welchem die Rentabilität der Dränung verhältnismässig am grössten ist, ist:

Tonboden mit humusreicher Ackerkrume in schwachem Gefälle. (Siehe Abb. 77 mit Text).

Die Dränung eines solchen Bodens ist also in erster Linie zu empfehlen.

Unter den Massnahmen, die zur Erhöhung der Rentabilität der Landwirtschaft in Frage kommen können, kann als allgemeine Regel die Dränung solchen Bodens als eine der wichtigsten bezeichnet werden.

Literaturverzeichnis.

Abkürzungen.

Bull. of the Geol. Instit. Upsala = Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala. Uppsala.
G. F. F. = Geologiska föreningens i Stockholm förhandlingar. (Verhandlungen des geologischen Vereins in Stockholm). Stockholm.
Int. Mitt. f. B. = Internationale Mitteilungen für Bodenkunde. Berlin. Wien.
K. L. Ak. H. o. T. = Kungl. Landtbruks-Akademiens Handlingar och Tidskrift. (Handlungen und Zeitschrift der Königl. Landwirtschafts-Akademie). Stockholm.
Medd. fr. St. met.-hydr. = Meddelanden från Statens meteorologisk-hydrografiska Anstalt. (Mitteilungen der staatlichen meteorologisch-hydrografischen Anstalt). Stockholm.
N. J. F. = Nordisk jordbrugsforskning. Organ for nordiske jordbrugsforskeres forening. („Nordische Landwirtschaftsforschung". Zeitschrift des nordischen Landwirtschaftsforschervereins). København.
S. G. U. = Sveriges geologiska undersökning. (Die geologische Landesanstalt Schwedens). Stockholm.
Z. D. K. G. = Zeitschrift der Deutschen Kulturtechnischen Gesellschaft: „Der Kulturtechniker". Breslau.

Aarnio, B. 1920. Hygroskopiciteten hos gelerna Fe_2O_3, Al_2O_3 och SiO_2 vid olika temperaturer. Geol. komm. i Finland Geotekn. Medd. N:o 25. Helsingfors.
— 1921. Om alvtyper. Geol. komm. i Finland Geotekn. Medd. N:o 30. Helsingfors.
Alt, E. 1928. Meteorologie als Hilfswissenschaft der Kulturtechnik. Z. D. K. G.
Arrhenius, J. 1866. Jordbrukslärans huvudgrunder. Stockholm.
Aspegrén, S. 1920. Handledning vid dikning. Stockholm.
Atterberg, A. 1908. Om metoderna för leranalysen. K. L. Ak. H. o. T.
— 1912, a. Mekaniska jordanalysen och klassifikationen av de svenska mineraljordslagen. K. L. Ak. H. o. T.
— 1912, b. Studier över jordslagen. Sammanfattning. G. F. F.
— 1916. Die Klassifikation der humusfreien und der humusarmen Mineralböden Schwedens nach den Konsistensverhältnissen derselben. Int. Mitt. f. B.
Beskow, Gunnar. 1929. Tjälproblemets grundfrågor. Stockholm.
— 1929. Dräneringens betydelse för vägarnas tjälförhållanden. Stockholm.
— 1930. De geologiska faktorernas betydelse för vägarnas tjälförhållanden. Stockholm.
Bonacker, Walter. 1928. Beiträge zu Bodenuntersuchungen für kulturtechnische Zwecke, besonders die Strangentfernung bei Dränungen. Inaugural-Dissertation. Albertus-Universität. Königsberg.
Bondorff, K. A. 1928. Landbrugets Jorddyrkning. København.
Bouyoucos, G. J. 1925. The heat of wetting as a new means of estimating the colloidal materials in soils. Soil science, volume XIX.
— 1927. The hydrometer as a new and rapid method for determining the colloidal content of soils. Soil science, volume XXIII.

Breitenbach, R. 1911. Die Bestimmung der Drainentfernung auf Grund der Hygroskopizität des Bodens. Inaugural-Dissertation. Albertus-Universität. Königsberg.
— 1926. In Vincent, L. und Breitenbach, R.: Bewässerung und Entwässerung der Äcker und Wiesen. Fünfte Auflage. Berlin.
Bubendey, J. F., Gerhardt, P. und Jasmund, R. 1911. Der Wasserbau. III. Teil des Handbuches der Ingenieurwissenschaften. Erster Band. Die Gewässerkunde. Leipzig.
Budau, A. 1920. Hydrostatik, Hydrodynamik, Hydrometrie. Wien und Leipzig.
Bundschu, F. 1929. Angewandte Hydraulik. Berlin.
Burger, H. 1922. Physikalische Eigenschaften der Wald- und Freilandböden. Mitt. Schweiz. Centralanstalt. fristl. Versuchswesen. Band XIII, Heft I.
Christensen, Harald R. 1917. Landøkonomisk Jordbundslære. København og Kristiania.
Dahl, F. A. 1863. Om åkerjordens avdikning. Tredje upplagan. Stockholm.
Deubel. 1926. Die Lichtweiten der Dränröhre — spezifische Sickerwassermenge und Mindestgefälle in Beziehung auf die Formel von Yarnell-Woodward. Z. D. K. G.
Eggert, O. 1907. Einführung in die Geodäsie. (Fehlertheorie). Leipzig.
Ehrenberg, P. 1918. Die Bodenkolloide. Zweite Auflage. Dresden und Leipzig.
Ekström, Gunnar. 1926. Hydrologiska undersökningar (inom Göta älvs dalgång). Tekn. Medd. från Kungl. Vattenfallsstyrelsen. Ser. B. N:o 9. Stockholm.
— 1927. Klassifikation av svenska åkerjordar. S. G. U. Årsbok 20. Stockholm.
— 1929. Die Klassifikation der schwedischen Ackerbodenarten. Mitteilungen der internationalen bodenkundlichen Gesellschaft. Bd IV. N:o 1.
— 1929. Allmänna termer och petrografisk jordartsindelning. Slutbetänkande från kommittén för nomenklatur och klassifikation av jordarter och jordmåner. N. J. F. København.
Ekström, Gunnar och Flodkvist, Herman. 1926. Hydrologiska undersökningar av åkerjord inom Örebro län. S. G. U. Årsbok 19. Stockholm.
Elfman, Lennart. 1925. Hydromekanik. Stockholm.
Elliot, Charles G. 1903. Engineering for land drainage. New York.
Ewe, E. W. 1908. Erfarenheter rörande jordens torrläggning och dränering. Förhandl. vid andra landtbrukslärarkursen. Utg. genom Kungl. Jordbruksdepartementet. Stockholm.
Faure, L. 1903. Drainage et assainissement agricole des terres. Paris.
Fauser, Otto. 1913. Meliorationen. I. Berlin und Leipzig.
— 1923. Bericht über die erste Sitzung des Unterausschusses für Kulturtechnische Bodenuntersuchung. Z. D. K. G.
— 1925. Die Geschwindigkeit des Wassers in Dränrohrleitungen. Z. D. K. G.
Feilberg, Aa. og Feilberg, C. L. 1921. Kulturteknisk Vandbygning. København.
Feilberg, Aa. og Feilberg, C. L. 1928. Foreløbig Beretning om nogle Undersøgelser vedrørende Afstrømningen gennem Draenledninger. København.
Feilberg, C. L. 1917. Teknisk mekanik. København.
Feilberg, P. 1891. Kultur-Arbejder paa Møgelkjær. København.
— 1891. Om Strømprofiler. København.
— 1891—1894. Om Strømforhold. (Handschriften.)
Fellenius, W. 1917. Vattenbyggnadslära. Del I. Hydraulik. Efter föreläsningar. Teknologernas handelsförenings förlag. Stockholm.
Flodkvist, Herman. 1921. För rationell reglering av jordfuktigheten erforderlig försöksverksamhet. (Für rationelle Regulierung der Bodenfeuchtigkeit erforderliche Versuchstätigkeit). N. J. F.
— 1922. Täckdikningens betydelse för vårt jordbruk. (Die Bedeutung der Dränung für die schwedische Landwirtschaft). K. L. Ak. H. o. T.

Flodkvist, Herman. 1924. Några resultat från Örebro läns hushållningssällskaps jordbrukshydrologiska försöksverksamhet. (Einige Resultate von der agrikultur-hydrologischen Versuchstätigkeit der Landwirtschaftskammer Örebro.) Lantbruksveckans förhandlingar. Stockholm.

— 1926. In Gunnar Ekström och Herman Flodkvist: Hydrologiska undersökningar av åkerjord inom Örebro län. (Hydrologische Untersuchungen von Ackerboden im Bezirk Örebro). S. G. U. Årsbok 19.

— 1927. Moränjordens torrläggning. (Die Entwässerung des Moränbodens). Lantmannen, Tidskrift för lantmän. Stockholm.

— 1929, a. In Hallakorpi, Prytz, Flodkvist, Thøgersen: Dräneringskommitténs betänkande angående anordnandet av dräneringsförsök i de fyra nordiska länderna. (Gutachten des Dränausschusses der kulturtechnischen Sektion des nordischen Landwirtschaftsforschervereins betreffs Dränversuchen in den vier nordischen Ländern). N. J. F.

— 1929, b. In Hallakorpi, Prytz, Flodkvist, Thøgersen: Dräneringskommitténs betänkande angående anordnandet av grundvattenståndsundersökningar på ängs- och betesmark. (Gutachten des Dränausschusses der kulturtechnischen Sektion des nordischen Landwirtschaftsforschervereins betreffs Grundwasserversuchen auf Wiesen und Weiden). N. J. F.

Forchheimer, Th. 1914. Hydraulik. Leipzig und Berlin.

Freckmann, W. und Janert, H. 1924. Eine für die kulturtechnische Praxis brauchbare Methode zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit im gewachsenen Boden. Z. D. K. G.

Freckmann, W. und Janert, H. 1925. Bericht über die Prüfung der zur Normung vorgeschlagenen Bodenuntersuchungsmethoden hinsichtlich ihrer Eignung zur Ermittelung der zweckmässigsten Strangentfernung bei Drainungen. Z. D. K. G.

Fredholm, O. 1924. Om maskindrift vid dikesgrävning samt om täckdikningsförsök och invallningar. Meddelanden fr. Kungl. Landtbruksstyrelsen. Nr. 248. Stockholm.

— 1925. Nyare riktlinjer för planläggandet och utförandet av torrläggningsarbeten. K. L. Ak. H. o. T.

Friedrich, A. 1912. Kulturtechnischer Wasserbau. Dritte Auflage. Berlin.

Frosterus, B. 1920. Lerornas konsistensegenskaper. Geol. komm. i Finland Geotekn. Medd. N:o 24. Helsingfors.

Gamann, H. 1909. Hydraulik und ihre Anwendung in der Kulturtechnik. Berlin.

General-Kommission für die Provinz Schlesien. 1911. Anweisung für die Aufstellung und Ausführung von Drainage-Entwürfen. Berlin.

Gerhardt, P. 1909. Grundlehren der Kulturtechnik. 4. Auflage. Erster Band, erster Teil. Berlin.

Glaerum, O. 1920. Undersøkelser over grunnvannets bevegelse, teleløsningen og luftvekselen i jorden. Beretning om Statens Førsøksgaard paa Vold 1919. Soertryk. Kristiania.

— 1923. Nogle undersøkelser over luftvekselen og telesmeltningen i jorden. N. J. F.

Hallakorpi, I. A. 1917. Maan kuivatus. (Entwässerung des Bodens). Helsingfors.

Hallakorpi, I. A., Prytz, K., Flodkvist, H., Thøgersen, Fr. 1929. Dräneringskommitténs betänkande angående anordnandet av dräneringsförsök i de fyra nordiska länderna. N. J. F.

Hallakorpi, I. A., Prytz, K., Flodkvist, H., Thøgersen, Fr. 1929. Dräneringskommitténs betänkande angående anordnandet av grundvattenståndsundersökningar på ängs- och betesmark. N. J. F.

Hallin, Sven. 1924. Om formler för beräkning av vattenhastighet i öppna ledningar. Teknisk Tidskrift H. 4. Väg- & vattenbyggnadskonst I. Stockholm.

Hannemann, D. 1876. Vejledning til dræningens udførelse. København.
Hasund, S. Vandreguleringslære. Vorlesungen an der landwirtschaftlichen Hochschule in Aas, Norwegen.
Hegemann, E. 1919. Die Ausgleichungsrechnung. Leipzig und Berlin.
Holldack. 1929. Neue Anschauungen in der Bodenbearbeitung. Mitteilungen der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, 44. Jahrg.
Hållén, Knut. 1924. Örebro stads anläggning vid Skråmsta för framställning av konstgjord grundvatten. Örebro Ingeniörsklubb 1899—1924, minnesskrift. Stockholm.
Janert, H. 1930. Dränwassermessungen. Z. D. K. G.
Jeffery, Joseph A. 1921. Text-book of land drainage. New York.
Johansson, Simon. 1910. Om fuktighetens fördelning och salpeterns vandring i lerjord. Ultuna lantbruksinstitut, Uppsala.
— 1913. Undersökning över vattnets rörelse i sandjord. S. G. U. Årsbok 5.
— 1914. Die Festigkeit der Bodenarten bei verschiedenem Wassergehalt. S. G. U. Årsbok 7.
— 1916. Agrogeologisk undersökning av Ultuna egendom. S. G. U. Årsbok 9.
— 1924. Classification and terminology of Swedish soils, especially mineral soils, used by the Geological Survey of Sweden. Comité internat. de Pédologie. IV Commission, N:o 21. Helsingfors.
— 1926. Hydrologisk undersökning av ett leromräde vid Skara. S. G. U. Årsbok 18.
— 1927. Tjälproblemet och programmet för dess lösande. Svenska Vägföreningens Tidskrift.
— 1929. Nyare jordarts- och markreaktionsundersökningar och deras betydelse för jordbruket. S. G. U. Årsbok 22.
Jordan, W. 1920. Handbuch der Vermessungskunde. (Fehlertheorie). Erster Band. Bearbeitet von O. Eggert. Stuttgart.
Juhlin Dannfelt, H. 1915. Om jordens torrläggning och bevattning. Landtbrukets bok I. Andra upplagan. Stockholm.
Keso, L. 1925. Om sugdikesavståndet vid dränering. Tidskrift för Finlands svenska lantmän. Helsingfors.
— 1929. Utredning om täckdikning. Tidskrift för Finlands svenska lantmän. Helsingfors.
Koehne, W. 1927. Beiträge zur Grundwasserkunde. Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Besondere Mitteilungen Bd 4, Nr 4. Berlin.
Kokkonen, P. 1926. Beobachtungen über die Struktur des Bodenfrostes. Helsingfors.
Kopecky, J. 1904. Die physikalischen Eigenschaften des Bodens. Prag.
Kristensen, R. K. 1929. Bestemmelse af Middelfejlen ved Markforsøg med forskellige Parcelfordelinger. Særtryk af Tidskrift for Plantavl. København.
Krüger, E. 1921. Kulturtechnischer Wasserbau. Berlin.
Kutter, W. R. 1904. Bewegung des Wassers in Kanälen und Flüssen. Berlin.
Leclerc, I. M. Z. 1860. Handbuch der Drainage. Aus dem Französischen übersetzt von W. Abel. Brüssel und Leipzig.
Lende-Njaa, J. 1923. Synpunkter og resultater ved jordbruks-hydrologisk forskning i Norge. N. J. F.
Lietzmann, W. 1927. Über die Beurteilung der Leistungen in der Schule. Mathematisches etc. (Fehlertheorie). Leipzig und Berlin.
Luedecke. 1914. Das Verhältnis zwischen Regenfall und Sickerwasser. Z. D. K. G.
Lundberg, G. 1914. Handbok i skogsdikning. Stockholm.
Lundequist, N. W. Handbok i svenska lantbruket. Fjärde uppl. Stockholm.
Malm, E. A. 1923. Synpunkter och resultat vid jordbrukshydrologisk forskning i Finland. N. J. F.

Melin, R. 1928. Tåkern, en hydrografisk undersökning. Medd. fr. St. Met.-hydr.
Merl, T. 1890. Neue Theorie der Bodenentwässerung. Ansbach, Bayern.
Meyer, Adolph F. 1928. The elements of hydrology. New York.
Mezger, Christian. 1929. Versuche über den Einfluss der Grundluft auf die Bewegung und Verteilung der Bodenfeuchtigkeit. Z. D. K. G.
Mitteilungen des Kaiser Wilhelms Instituts für Landwirtschaft zu Bromberg. Jahresberichte.
Mitscherlich, E. A. 1923. Bodenkunde für Land- und Forstwirte. Vierte Auflage. Berlin.
— 1926. Untersuchungen über die Ermittelung des Wasserbedarfs unserer wichtigsten Kulturpflanzen. Z. D. K. G.
— 1927. Bodenkundliches Praktikum. Berlin.
— Aufzeichnungen vom Verf. nach Vorlesungen an der Universität zu Königsberg, Sommersemester 1927 und Wintersemester 1927—28.
Munch-Petersen, J. 1924. Kulturteknisk Vandbygning. Første Del. København.
Müntz, M. M., Faure, L., et Lainé, E. 1905. Etudes sur la perméabilité des Terres, fait en vue de l'arrosage. Annales Direction de l'hydraulique et des Améliorations agricoles. Fascicule 33. Paris.
Nannes, G. 1905. Undersökningar över hygroskopiciteten hos några typiska jordarter från Skaraborgs län. K. L. Ak. H. o. T.
Odén, Sven. 1918. Automatisch registrierbare Methode zur mechanischen Bodenanalyse. Geol. Instit. of Upsala, Vol. XIV. Uppsala.
— 1926. Methods to determine the size-distribution of soil-particles.
— Actes de la IV Conférence internationale de Pédologie. Rome 1924. Vol. II. Rom.
Pfeiffer, Hermann. 1924. Dränabwasser. Z. D. K. G.
Pickels, George W. 1925. Drainage and flood-control engineering. New York.
Powers, W. L. and Teeter, T. A. H. 1922. Land drainage. New York.
Prinz, E. 1919. Handbuch der Hydrologie. Berlin.
Provost, A., et Rolley, P. 1915. La pratique du génie rural. Paris.
Prytz, K. 1929, a. In Hallakorpi, Prytz, Flodkvist, Thøgersen: Dräneringskommitténs betänkande angående anordnandet av dräneringsförsök i de fyra nordiska länderna. N. J. F.
— 1929, b. In Hallakorpi, Prytz, Flodkvist, Thøgersen: Dräneringskommitténs betänkande angående anordnandet av grundvattenståndsundersökningar på ängs- och betesmark. N. J. F.
— 1931. Messung der Wasserführung von Dränsträngen. Danmarks Naturvidenskablige Samfund. Kopenhagen.
Przybyllok, E. Aufzeichnungen vom Verf. nach Vorlesungen an der Universität zu Königsberg, Sommersemester 1927 und Wintersemester 1927—1928.
Ramann, E. 1911. Bodenkunde. Berlin.
Richert, I. G. 1911. Om Sveriges grundvattenförhållanden. Stockholm.
Rindell, Arthur. 1915. Om jordens förmåga att upptaga och kvarhålla vatten. Helsingfors.
Risler, E., et Very, G. 1916. Irrigations et drainages. Paris.
Rosén, I. 1899. Om hydrografiska undersökningar i Stockholms län. Stockholm.
Rothe, J. 1922. Verdunstung und Druckwässermengen im Haffdeichverband im Memeldelta. Z. D. K. G.
— 1924. Die Strangentfernung bei Dränungen. Landwirtschaftliche Jahrbücher, 59. Band. Heft 3.
— 1928. Bericht über die 4. Sitzung des Unterausschusses für kulturtechnische Bodenuntersuchung des deutschen Ausschusses für Kulturbauwesen. Z. D. K. G.
— Aufzeichnungen vom Verf. nach Vorlesungen an der Universität zu Königsberg, Sommersemester 1927 und Wintersemester 1927—1928.

Rothe, 1929, a. Die Strangentfernung bei Dränungen im Mineralboden. Z. D. K. G.
— 1929, b. Bericht über die 5. Sitzung des Unterausschusses für kulturtechnische Bodenuntersuchung des deutschen Ausschusses für Kulturbauwesen. Z. D. K. G.
Sahlström, K. E. 1913. Några försök angående jordarternas permeabilitet i naturen. S. G. U. Årsbok 5.
Schewior, Georg. 1907. Hilfstafeln zur Bearbeitung von Meliorationsentwürfen. Berlin.
— 1912. Die Drainage. Leipzig.
Schroeder. 1924. Die Bestimmung der Drainentfernung auf Grund von Bodenuntersuchungen. Mit Erwiderung von Fauser und Zunker. Z. D. K. G.
Schubert, Hellmuth. 1929. Einfluss der Vorbehandlung der Böden auf die Ergebnisse der mechanischen Bodenanalyse. Z. D. K. G.
Schultze, Joachim. 1924. Die Grundwasserabsenkung in Theorie und Praxis. Ref. im Z. D. K. G. 1925 von W. Koehne.
Sernander, Rutger. 1918. Förna och äfja. G. F. F.
Siemens und Halske A.-G. Siemens Scheiben-Wassermesser. Berlin.
Sortdal, K. K. Om vatningen i Nord-Gudbrandsdal (Norge).
Spöttle, J. 1911. Handbuch der Ingenieurwissenschaften III, Band VII, 4. Auflage. Leipzig.
Statens meteorologisk-hydrografiska anstalt. 1921—1926. Meteorologiska iakttagelser i Sverige. Stockholm.
Statistiska centralbyrån. 1930. Statistisk årsbok för Sverige. Stockholm.
Thøgersen, Fr. 1929, a. In Hallakorpi, Prytz, Flodkvist, Thøgersen: Dräneringskommitténs betänkande angående anordnandet av dräneringsförsök i de fyra nordiska länderna. N. J. F.
— 1929, b. In Hallakorpi, Prytz, Flodkvist, Thøgersen: Dräneringskommitténs betänkande angående anordnandet av grundvattenståndsundersökningar på ängs- och betesmark. N. J. F.
Tolkmitt, G., und Bubendey, I. F. 1907. Grundlagen der Wasserbaukunst. Zweite Auflage. Berlin.
Ullberg, P. E. 1921. Handledning vid utförandet av kulturtekniska beräkningar. Uppsala.
Vincent, L., und Breitenbach, R. 1926. Bewässerung und Entwässerung der Äcker und Wiesen. Fünfte Auflage. Berlin.
Wahnschaffe, F., und Schucht, Fr. 1914. Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung. Berlin.
Wallén, A. 1918. Sambandet mellan klimat och skörd i Sverige. Ymer. Stockholm.
Westermann, T. 1909. Undersøgelser over Kulturjords Forhold over for Vand og Bearbejdningens Inflydelse herpaa. København. Tidskrift for Landbrugets Planteavel. B. 16.
Westh, Th. Claudi. 1917. Draeningens udførelse. Udarbejdet paa Foranledning af Landboforeningernes provinsielle Planteavelsudvalg. Odense.
— 1921. Statens Grundforbedringsvæsens Aarsberetning 1918—1920. København.
— 1922. Statens Grundforbedringsvæsens Aarsberetning 1920—1922. København.
— 1923. Systematiske, landøkonomiske Jordbundsundersøgelser, med særligt Henblik paa kalktrængende og vandlidende Jord. N. J. F.
Wityn, J. 1926. Über die Durchlässigkeit lehmiger Böden. Mitteilungen der internat. bodenkundl. Gesellschaft. Rom.
Wollny. 1889. Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik. Heidelberg.
Yarnell, D. L., and Woodward, M. The flow of water in drain tile. Referat und

Diskussion von Fauser, Z. D. K. G. 1925 und Deubel, Z. D. K. G. 1926. Berichtigung von Zunker. Z. D. K. G. 1930.

Zunker, F. 1923. Die Bestimmung der spezifischen Oberfläche des Bodens. Landwirtschaftl. Jahrbücher. Berlin.

— 1926, a. Bericht über die zweite Tagung des deutschen Ausschusses für Kulturbauwesen. Z. D. K. G.

— 1926, b. Neue Einblicke in die Wasserführung des Bodens. Z. D. K. G.

— 1928, a. Eignung der mechanischen Verfahren zur Bestimmung der Dränentfernung. Z. D. K. G.

— 1928, b. Über das Schwinden und Quellen der Böden und ein neues Bodenuntersuchungsverfahren. Z. D. K. G.

— 1930. Die Geschwindigkeit des Wassers in Dränrohrleitungen nach den Formeln von Yarnell und Woodward sowie Strickler. Z. D. K. G.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

Ser Aa Geologiska kartblad i skalan 1 : 50 000 med beskrivningar.

			Pris kr.
N:o	121	*Skövde* av H. Munthe, A. H. Westergård och G. Lundqvist. 2 uppl. 1928	4,00
»	144	*Nyed* av N. H. Magnusson och G. Assarsson 1929	4,00
»	156	*Ronehamn* av H. Munthe, J. E. Hede och L. von Post 1925	4,00
»	157	*Skrikerum* av R. Sandegren och N. Sundius 1926	4,00
»	158	*Valdemarsvik* av R. Sandegren och N. Sundius 1928	4,00
»	159	*Gusum* av B. Asklund, G. Ekström och G. Assarsson 1928	4,00
»	160	*Klintehamn* av H. Munthe, J. E. Hede och G. Lundqvist 1927	4,00
»	161	*Gotska Sandön* av Henr. Munthe 1924	2,00
»	162	*Karlsborg* av A. H. Westergård, H. E. Johansson och N. Willén 1926	4,00
»	163	*Mariestad* av A. H. Westergård, A. Högbom och N. Willén 1925	4,00
»	164	*Hemse* av H. Munthe, J. E. Hede och L. von Post 1927	4,00
»	165	*Filipstad* av N. H. Magnusson och E. Granlund 1928	4,00
»	166	*Lurö* av R. Sandegren 1927	4,00
»	167	*Säffle* av N. H. Magnusson och L. von Post 1929	4,00
»	168	*Malingsbo* av A. Högbom och G. Lundqvist 1930	4,00
»	169	*Slite* av H. Munthe, J. E. Hede och G. Lundqvist 1928	4,00
»	170	*Katthammarsvik* av H. Munthe, J. E. Hede och G. Lundqvist 1929	4,00
»	173	*Göteborg* av R. Sandegren och H. E. Johansson 1931	4,00

Ser. Ba Översiktskartor.

N:o	11	Översiktskarta över Södra Sveriges myrmarker (Boggy ground in Southern Sweden). Efter de geologiska kartbladen utg. av S. G. U. 1 : 500 000. 1923. Med beskrivning av L. von Post 1927 6,00

Ser. C.

Årsbok 21 (1927).

N:o	346	Munthe, H., Studier över Ancylussjöns avlopp. Med 4 tavlor. Summary of contents. 1927 3,00
»	347	von Post, L., Svea älvs geologiska tidsställning. En pollenanalytisk studie i Ancylustidens geografi. Med 2 tavlor. Efterskrift: Ancylustidens Göta älv. English summary: The geological age of the Svea river. 1928 3,00
»	348	Santesson, G., Undersökningar angående det senglaciala havets största utbredning inom Norrbottens län. Med 1 tavla. 1927 1,00
»	349	Granlund, E., Senglaciala strandlinjer och sediment i västra Bergslagen. Med en karta. 1928 1,00
»	350	Beskow, G., Södra Storfjället im südlichen Lappland. Eine petrographische und geologische Studie im zentralen Teil des Skandinavischen Hochgebirges. Mit 2 Tafeln. 1929 5,00

Årsbok 22 (1928).

N:o	351	Geijer, Per, Masugnsbyfältens geologi. Med en karta. Summary: Geology of the Iron Ore Fields at Masugnsbyn. 1929 1,00
»	352	Johansson, S., Nyare jordarts- och markreaktionsundersökningar och deras betydelse för jordbruket. Med 2 tavlor. 1929 1,00
»	353	Lundqvist, G., Studier i Ölands myrmarker. Med 9 tavlor. Resumee in deutscher Sprache. 1928 3,00
»	354	Asklund, B., Kalirika bergarter inom södra och mellersta Sverige jämte en kort översikt av den svenska experimentverksamheten för framställning av kaligödselmedel. English summary. 1929 1,00
»	355	Westergård, A. H., A deep boring through Middle and Lower Cambrian strata at Borgholm, Isle of Öland. 1929 1,00

Pris kr.

Årsbok 23 (1929).

N:o 356 Beskow, G., Om jordarternas kapillaritet. En ny metod för bestämning av kapillärkraften (eller kapillära stighöjden). Summary: on the capillarity of soils. A new method for determining the capillary pressure (or the capillary rise). 1930 1,00
» 357 Assarsson, G. and Sundius, N., On the constitution of hydrated Portland cement. With one Plate. 1929 0,50
» 358 Munthe, H., Några till den fennoskandiska geokronologien knutna frågor. 1929 0,50
» 359 Sahlström, K. E., Förteckning över lodade sjöar i Sverige. 2. 1929 0,50
» 360 Magnusson, N. H., Gillbergaskålens byggnad. Med 2 tavlor. Summary: The Gillberga syncline. 1929 2,00
» 361 Hedström, H., Fosforitbollar från Visingsöserien? 1930 0,50
» 362 Hedström, H., Mobergella versus Discinella; Paterella versus Scapha & Archæophiala. (Some questions on nomenclature.) 1930 0,50
» 363 Hägg, R., Die Mollusken und Brachiopoden der Schwedischen Kreide. 1. Eriksdal. Mit 5 Tafeln. 1930 2,00

Årsbok 24 (1930).

N:o 364 Sahlström, K. E., A seismological map of Northern Europe. With one Plate. 1930 0,50
» 365 Nordqvist, Hj., Granitindustrien i Förenta staterna. Med 2 tavlor. 1931 5,00
» 366 Geijer, Per, Berggrunden inom malmtrakten Kiruna—Gällivare—Pajala. Med en karta. Summary: Pre-cambrian geology of the iron-bearing region Kiruna—Gällivare—Pajala. 1931 4,00
» 367 Geijer, Per, The Iron Ores of the Kiruna type. Geographical distribution, geological characters, and origin. 1931 1,00

Årsbok 25 (1931).

N:o 368 Granlund, E., Kungshamnsmossens utvecklingshistoria jämte pollenanalytiska åldersbestämningar i Uppland. 1931 1,00
» 369 Högbom, A., Praktiskt-geologiska undersökningar inom Jokkmokks socken sommaren 1930. Med 3 tavlor. Summary: Practical investigations in the parish of Jokkmokk in the summer 1930. 1931 . . . 2,00
» 370 Sahlström, K. E., Jordskalv i Sverige 1926—1930. Med en karta. Resumee: Erdbeben in Schweden 1926—1930. 1931 1,00
» 371 Flodkvist, H., Kulturtechnische Grundwasserforschungen. 1931 . . . 5,00

Ser. Ca Avhandlingar och uppsatser i 4:o.

N:o 13 Magnusson, N. H., Nordmarks malmtrakt. Geologisk beskrivning. Summary: The Iron and Manganese ores of the Nordmark district. 1929 7,00
» 19 Wedekind, R., Die Zoantharia rugosa von Gotland (bes. Nordgotland). Nebst Bemerkungen zur Biostratigraphie des Gotlandium. Mit 30 Tafeln. 1927 8,00
» 20 Geijer, Per, Stråssa och Blanka järnmalmsfält, Geologisk beskrivning. Med 5 tavlor. Summary: The Iron Ore Fields of Stråssa and Blanka. 1927 5,00
» 22 Geijer, Per, Gällivare malmfält. Geologisk beskrivning Med 4 tavlor. With a summary: Geology of the Gällivare iron ore field. 1930 . . 10,00
» 23 Magnusson, N. H., Långbans malmtrakt. Geologisk beskrivning. Med 10 tavlor. Summary: The iron and manganese ores of the Långban district. 1930 8,00

Distribueras genom *Generalstabens Litografiska Anstalt, Stockholm 8*