

SAMMLUNG GÖSCHEN BAND 691

KULTURTECHNISCHE BODENVERBESSERUNGEN

VON

Dr. h. c. OTTO FAUSER

Regierungsbaudirektor a. D. in Marbach am Neckar

I

ALLGEMEINES, ENTWÄSSERUNG

Fünfte, verbesserte und vermehrte Auflage

Mit 49 Abbildungen



WALTER DE GRUYTER & CO.

vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung · J. Guttentag,
Verlagsbuchhandlung · Georg Reimer · Karl J. Trübner · Veit & Comp.

BERLIN 1959

Die Gesamtdarstellung umfaßt folgende Bände:

Band I: Allgemeines, Entwässerung
(Sammlung Göschen Band 691)

Band II: Bewässerung, Ödlandkultur, Flurbereinigung
(Sammlung Göschen Band 692)



Copyright 1959 by Walter de Gruyter & Co., Berlin W 35. — Alle Rechte, einschließlich der Rechte der Herstellung von Photokopien und Mikrofilmen, von der Verlagshandlung vorbehalten. — Archiv-Nr. 110691. —
Druck: Hubert & Co., Göttingen. — Printed in Germany.

Inhalt

	Seite
Schrifttum	5
Erstes Hauptstück. Allgemeines	
Stück 1. Wesen und Bedeutung der kulturtechnischen Bodenverbesserungen	8
Stück 2. Der Boden	9
A. Die wichtigsten Eigenschaften des Bodens und seiner Bestandteile	10
1. Das Gefüge des Bodens	10
2. Der Porengehalt	11
3. Die Haarröhrchenkraft	11
4. Die Durchlässigkeit	12
5. Das Wasserhaltevermögen	12
6. Das Lufthaltevermögen	13
7. Die Bodenkolloide	14
8. Der Humus	15
9. Der kohlen saure Kalk	16
10. Das Eisen	17
B. Die Untersuchung des Bodens	17
1. Vorarbeiten	17
2. Die Bodenaufnahme	19
3. Die Entnahme der Bodenproben	22
4. Die Untersuchung des Bodens in Pulverform	25
a) Die Verfahren der Korngrößenbestimmung	26
b) Die Verfahren der Kornoberflächenbestimmung ..	30
5. Die Untersuchung des Bodens in natürlicher Lagerung ..	31
a) Die Bestimmung der Durchlässigkeit	32
b) Die Bestimmung des Wasserhaltevermögens und des Wassergehalts	33
c) Die Bestimmung des Porengehalts	34
d) Die Bestimmung des Lufthaltevermögens und des Luftgehalts	35
6. Die Bestimmung des Kalks	35
7. Die Bestimmung des Humus	36
8. Die Bestimmung des Eisens	36
9. Die volkswirtschaftliche Bedeutung der kulturtechnischen Bodenuntersuchung	37

	Seite
C. Die Benennung des Bodens	38
D. Bodenkarten	38
Stück 3. Das Wasser	40
Stück 4. Die Pflanzen	43
Stück 5. Die Notwendigkeit einer geregelten Wasserwirtschaft	47
Stück 6. Gemeinschaftliche Unternehmen zur kulturtechnischen Bodenverbesserung	49
1. Wasser- und Bodenverbände	49
2. Flurbereinigungen	59
 Zweites Hauptstück. Die Entwässerung 	
Stück 7. Die Kennzeichen kulturwidriger Bodennässe	59
Stück 8. Die Ursachen kulturwidriger Bodennässe	60
Stück 9. Die Mittel zur Bekämpfung kulturwidriger Bodennässe ..	61
Stück 10. Die Entwässerung durch offene Gräben	69
Stück 11. Die Dränung	74
1. Begriffsbestimmung	74
2. Die Wirkung des Dränens	76
3. Die Dräntiefe	82
4. Der Dränabstand	85
5. Die Berechnung der Dränrohrweiten	90
6. Die Planaufstellung	93
7. Die Ausführung	102
8. Die Maulwurfdränung	110
Stück 12. Die Pflege entwässerter Grundstücke	114
Stück 13. Die Erfolge der Entwässerung	117
Stück 14. Die Kosten der Entwässerung	120
Namen- und Sachverzeichnis	123

Schrifttum

Bemerkung: Im Text ist durch fett gedruckte Zahlen auf die Nummern dieses Verzeichnisses verwiesen. Jahres- und Seitenzahlen sind, durch Punkte getrennt, in gewöhnlichem Druck beigesetzt.

1. Atterberg, Studien auf dem Gebiete der Bodenkunde. Landwirtschaftliche Versuchsstationen. 1908. 93.
2. Bauingenieur, Der —. Zeitschrift. Berlin.
3. Blanck, Handbuch der Bodenlehre. Berlin 1929—1932.
4. Blümel, Bodengefügeveränderungen durch Maulwurfdränung. **53**. 1956. 313.
5. Bochalli, Wasserverbandgesetz und Wasserverbandverordnung. Berlin 1938.
6. Bodenkunde und Pflanzenernährung. Zeitschrift. Berlin.
7. Böhmen, Jahresberichte über die Tätigkeit des Technischen Bureaus des Landeskulturrats für das Königreich Böhmen. Prag 1904—1909.
8. Breitenöder, Ebene Grundwasserströmungen mit freier Oberfläche. Berlin 1942.
9. Burger, Physikalische Eigenschaften der Wald- und Freilandböden. Zürich 1922.
10. Busch, Die Kapillarität des Bodens. Wasserwirtschaft—Wassertechnik, Berlin 1956. 150.
11. Deutsche Landeskultur-Zeitung. Berlin.
12. Deutsche Normen DIN 1180, Normen für Dränrohre.
13. — — DIN 1184, Schöpfwerke.
14. — — DIN 1185, Dränanweisung.
15. — — DIN 4047, Fachausdrücke im landwirtschaftlichen Wasserbau.
16. — — DIN 4049, Fachausdrücke der Hydrologie.
17. — — DIN 4220, Bodenbezeichnung und Bodenkartierung.
18. Deutsche Wasserwirtschaft. Zeitschrift. Stuttgart.
19. Ehrenberg, Die Bodenkolloide. Dresden 1918.
20. Erste Internationale Bodenkundliche Kommission, Beschlüsse der — in Rothamsted 1926.
21. Fauser, Verhandlungen der 6. Kommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft in Groningen 1932. Teil A und B.
22. Fauser, Verhandlungen der 6. Kommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft in Zürich 1937. Teil A und B.
23. Fleischer, Bodenkunde. Berlin 1922.
24. Flodkvist, Kulturtechnische Grundwasserforschungen. Stockholm 1931.
25. Flodkvist und Gustafsson, Hydrologische Forschungen I. Sonderabdruck aus den Annalen der Landwirtschaftlichen Hochschule Schwedens 1938.

26. Freckmann, Meliorationsmaßnahmen. 3. Bd. 9. 1—92. Berlin 1931.
27. Friedrich, Kulturtechnischer Wasserbau. Berlin 1923.
28. Gedroiz, Die Lehre vom Absorptionsvermögen der Böden. Sonderausgabe aus den Kolloidchemischen Beiheften. Dresden 1931.
29. Gerhardt, Landwirtschaftlicher Wasserbau. Handbuch der Ingenieurwissenschaften III. Teil, Bd. 7. Leipzig 1924.
30. Haeuser, Die Niederschlagsverhältnisse in Bayern und in den angrenzenden Staaten. München 1930.
31. Heimerle, Kulturtechnische Entwürfe, 1. Heft: Die Röhrendränagen. München 1924.
32. Hellmann, Die Niederschläge in den norddeutschen Stromgebieten. Berlin 1906.
33. Hellmann, Klima-Atlas von Deutschland. Berlin 1921.
34. Hürten, Kurventafeln zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit unter Druck liegender Bauwerke in Ent- und Bewässerungsgräben. Berlin 1920.
35. Janert, Untersuchungen über die Benetzungswärme des Bodens. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde, Teil A, 1931. 281—309.
36. Internationale Bodenkundliche Gesellschaft, Bodenkundliche Forschungen.
37. Internationale Bodenkundliche Gesellschaft, Mitteilungen der —.
38. Kaumann, Rechenschieber für Fluß- und Kanalbau.
39. Kessler, Die Wasseraufnahme der Pflanzen durch die Blätter und ihre Bedeutung für die Feldberechnung. 59. 111—118.
40. Koehne, Grundwasserkunde. Stuttgart 1928.
41. Kopecky, Die Bodenuntersuchung zum Zwecke der Drainagearbeiten. Prag 1901.
42. Kopecky, Die physikalischen Eigenschaften des Bodens. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde 1914. 138.
43. Kopp, Anleitung zur Drainage. Frauenfeld 1907.
44. Krüger, Kulturtechnischer Wasserbau. Berlin 1921.
45. Kulturtechniker, Der —. Zeitschrift. Berlin.
46. Kuratorium für Kulturbauwesen, Schriftenreihe des —.
47. Kuron, Jung, Schreiber, Messungen von oberflächlichem Abfluß und Bodenabtrag auf verschiedenen Böden Deutschlands. 46. Heft 5. Hamburg 1956.
48. Lemmermann, Methoden für die Untersuchung des Bodens. I. und II. Teil. Berlin 1932 und 1934.
49. Liczewski, Ein neuer Drängaben-Fräser. 18. 1941. 51.
50. Linckelmann, Das Wasser- und Bodenverbandrecht, Art und Umfang seiner Fortgeltung. 75. 1954. 2.
51. Mitscherlich, Bodenkunde für Land- und Forstwirte. Berlin 1923.
52. Mitscherlich, Bodenkundliches Praktikum. Berlin 1927.
53. Oesterreichische Wasserwirtschaft, Zeitschrift. Wien.
54. Press, Schewior-Press, Hilfstafeln zur Bearbeitung von wasserbaulichen und wasserwirtschaftlichen Entwürfen und Anlagen. Berlin 1958.

55. Ramann, Bodenkunde. Berlin 1911.
56. Ramsauer, Bodenfeuchtedienst in Österreich. 53. 1949. 15.
57. Ramsauer, Die Maulwurfdränung. Die Bodenkultur. 1952. 170.
58. Ramsauer und Till, Österreichische Bodenkartierung. Wien 1937.
59. R K T L-Schriften Heft 38, Die Feldberegnung, zweite Folge. Berlin 1933.
60. Rothe, Die Strangentfernung bei Dränungen. Landwirtschaftliche Jahrbücher 1924. 453.
61. Rothe, Meliorationen. Handbuch der Landwirtschaft Bd. 2. 138—208. Berlin 1929.
62. Schirmer und Calaminus, Die Anlage unberührter Maulwurfdränungen. Merkblatt. 1956.
63. Schmidt, Die Entwicklung von Geräten zum Bau und Räumen von Wasserläufen. 46. Heft 6. Hamburg 1957.
64. Schoenefeldt und Alten, Der Boden in der Land- und Wasserwirtschaft. 2. 1935. 443.
65. Schroeder, Landwirtschaftlicher Wasserbau. Berlin 1958.
66. Schucht, Grundzüge der Bodenkunde. Berlin 1930.
67. Spöttle, Landwirtschaftliche Bodenverbesserungen. Handbuch der Ingenieurwissenschaften III. Teil, Bd. 7. 4. Auflage.
68. Stout, Micronutrients in Crop Vigor. Journal of Agricultural and Food Chemistry, USA. 1956. 1000.
69. Strasburger, Noll, Schenk und Schimper, Lehrbuch der Botanik, Jena 1942.
70. Technik in der Landwirtschaft, Die —. Zeitschrift. Berlin.
71. Tönnemann, Wasserverbandverordnung. Berlin 1941.
72. Verband Deutscher Landeskulturgemeinschaften e.V., Bedeutung und Umfang der Meliorationen in Deutschland. Berlin 1931.
73. Vogler, Grundlehren der Kulturtechnik. Berlin 1908.
74. Wahnschaffe-Schucht, Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung. Berlin 1924.
75. Wasser und Boden, Zeitschrift. Hamburg.
76. Weyrauch, Hydraulisches Rechnen. Stuttgart 1930.
77. Wiedemann, Neue Spruchstellen für Wasser- und Bodenverbände. 75. 1955. 248.
78. Zunker, Das Verhalten des Wassers zum Boden. 3. Bd. 6. 66—220.
79. Zunker, Ursachen der Bodennässe und Abhilfemaßnahmen. 45. 1940. 97.

Erstes Hauptstück

Allgemeines

Stück 1. **Wesen und Bedeutung der kultur- technischen Bodenverbesserungen**

Unter kulturtechnischen Bodenverbesserungen (Meliorationen) verstehen wir alle jene technischen Maßnahmen, die auf eine dauernde Verbesserung und Ertragssteigerung des landwirtschaftlich genützten oder zur landwirtschaftlichen Benützung in Aussicht genommenen Grund und Bodens oder auf die dauernde Erleichterung seiner Bewirtschaftung abzielen. Es fallen daher unter diesen Begriff die Entwässerung und die Bewässerung der Kulturländereien, die Urbarmachung der Ödländereien und die Flurbereinigung, wogegen die Bodenbearbeitung und die Düngung als rein landwirtschaftliche Maßnahmen von nur vorübergehender Wirkung ausscheiden.

Wirtschaftlichkeit ist das erste, wassowohl vom einzelnen als auch vom volkswirtschaftlichen Standpunkte aus von den kulturtechnischen Bodenverbesserungen verlangt werden muß. Diese vermögen daher ihren Zweck nur dann vollständig zu erfüllen, wenn sie mit möglichst einfachen Mitteln und mit der größtmöglichen Sparsamkeit entworfen und ausgeführt werden, wobei jedoch selbstverständlich die Sparsamkeit nicht auf Kosten der Güte der Ausführung gehen darf.

Die große Bedeutung, welche die kulturtechnischen Bodenverbesserungen für die Bundesrepublik Deutschland haben, ergibt sich allein schon aus dem großen Umfange der Flächen, die ihrer bedürfen. Von der 14,2 Millionen (Mio) ha umfassenden landwirtschaftlich

genützten Fläche des Bundesgebiets bedürfen noch etwa 2,2 Mio ha der Entwässerung, etwa 0,8 Mio ha der Bewässerung und etwa 6,1 Mio ha der Flurbereinigung. Dazu kommen etwa 0,5 Mio ha Moore und Sandheiden, die durch Urbarmachung der landschaftlichen Nutzung zugeführt werden können. Volkswirtschaftlich beruht die Bedeutung der kulturtechnischen Bodenverbesserungen in erster Linie darin, daß durch sie die landwirtschaftlichen Erträge vermehrt und gesichert werden können und daß sie eine Rationalisierung der bäuerlichen Betriebe ermöglichen. Ferner bildet ein Teil der erzielten Mehrerträge einen Ausgleich für den ständig wachsenden Verlust an landwirtschaftlicher Nutzfläche, der durch die Vergrößerung der Wohn- und Industriegebiete und durch die Anlegung von Flug- und Truppenübungsplätzen entsteht. Endlich können auf dem bei der Urbarmachung der Ödländerien neu gewonnenen Kulturland Zehntausende neuer Siedlerstellen geschaffen werden, die bäuerlichen Rückwanderern aus den deutschen Ostgebieten eine neue Lebensgrundlage bieten.

Stück 2. Der Boden

Unter Boden versteht man in der Kulturtechnik wie in der Landwirtschaft denjenigen Teil der oberen Verwitterungsschicht der festen Erdrinde, welcher imstande ist, höhere Pflanzen hervorzubringen.

Der Boden läßt sich im allgemeinen trennen in Bodenkrupe und Untergrund.

Die Bodenkrupe ist die in der Regel lockere und humose, bei guten Böden gekrümelte, oberste Bodenschicht. Sie bildet das Keimbett der Samen und die hauptsächlichste Zone der Wurzelentwicklung. Der Bauer ist daher bestrebt, sie durch entsprechende Bearbeitung und Düngung stets in günstigem Zustand zu erhalten.

Der Untergrund ist meist dichter gelagert und bildet den natürlichen Nährstoff- und Wasserspeicher der

Pflanzen. Auf ihn kann mit den gewöhnlichen Mitteln der Bodenbearbeitung nicht eingewirkt werden. Zu seiner Verbesserung muß man daher kulturtechnische Maßnahmen ergreifen.

A. Die wichtigsten Eigenschaften des Bodens und seiner Bestandteile

Der Grad der Eignung eines Bodens, höhere Pflanzen hervorzubringen, wird in erster Linie durch sein Verhalten zu Wasser und Luft bestimmt. Vom kulturtechnischen Standpunkte aus sind daher diejenigen Eigenschaften des Bodens und seiner Bestandteile am wichtigsten, welche auf dieses Verhalten von Einfluß sind. Sie sollen im folgenden besprochen werden.

1. **Das Gefüge** (die Struktur) des Bodens. Der Boden setzt sich aus einer großen Zahl von Körnern der verschiedensten Größe und Gestalt zusammen. Liegen die Körner einzeln, Korn an Korn, nebeneinander, so befindet sich der Boden in einem Zustand, der mit Einzelkorngefüge bezeichnet wird. Je geringer die Korngröße ist, desto dichter können sich hierbei die einzelnen Bodenkörner zusammenlagern. Da die Bodenkörner außerdem eine mit der Zahl und Größe ihrer Berührungsflächen wachsende Anziehung aufeinander ausüben, so nimmt mit abnehmender Korngröße die Bindigkeit des Bodens, d. h. die Kraft, mit der die Bodenteilchen aneinander haften, rasch zu. Aus diesen Erscheinungen erklärt es sich, daß bei den in Einzelkorngefüge befindlichen Böden die Lagerungsdichte und Bindigkeit in den weitesten Grenzen schwankt. So liegen die Bodenkörner in grobkörnigem Sandboden locker und lose nebeneinander, wogegen sie in sehr feinkörnigem Tonboden mit großer Kraft zusammengehalten werden.

Vereinigen sich die kleinsten Bodenteilchen durch elektrochemische oder mechanische Einwirkungen in kleinerer oder größerer Anzahl zu Gruppen (Krümel), so geht der Boden in Krümelgefüge über. Die Krümel

wirken wie große poröse Bodenkörner, sie lagern lose nebeneinander. Ein in Krümelgefüge befindlicher Boden ist daher stets locker und besitzt infolgedessen einen weit höheren Grad der Durchlässigkeit für Luft und Wasser und damit viel günstigere Bedingungen für die Entwicklung der Pflanzen, als dies beim Einzelkorngefüge der Fall ist.

2. Der Porengehalt (das Porenvolumen) des Bodens wird dargestellt durch die Gesamtsumme aller in trockenem Zustand in ihm vorhandenen Hohlräume. Er dient zur Aufnahme von Wasser und Luft, ermöglicht den Wurzeln das Eindringen in den Boden und ist abhängig von der Lagerungsdichte des Bodens und daher in erster Linie bedingt durch Größe und Gestalt seiner Körner, sowie durch sein Gefüge.

3. Die Haarröhrchenkraft (Kapillarität) befähigt den Boden, einerseits das von oben eindringende Wasser in seinen Poren zurückzuhalten, andererseits Wasser von unten aufzusaugen. Die Bodenporen bilden nämlich ein zusammenhängendes Netz von Kanälchen sehr verschiedenen Durchmessers, die bei genügender Feinheit der Bodenkörner (unter 2 mm) und bei genügender Lagerungsdichte wie Haarröhrchen wirken. Je kleiner daher die Poren eines Bodens sind, desto größer ist dessen Haarröhrchenkraft, desto höhere Wassersäulen vermag er einerseits am Absinken in die tieferen Bodenschichten zu verhindern und desto höher steigt andererseits das Wasser in ihm auf, desto geringer ist aber auch die Geschwindigkeit, mit der es aufsteigt, und umgekehrt.

Ein kapillarer Aufstieg des Wassers kann in einem Boden nur dann stattfinden, wenn dieser sich entweder in der Nähe des Grundwassers befindet oder wenn etwa die Hälfte aller Hohlräume der tieferen Bodenschichten mit Wasser gefüllt und damit freies, nicht schon durch Kapillarkräfte gebundenes Wasser in ihm vorhanden ist.

Der kapillare Wasseraufstieg im Boden ist nur insoweit von praktischer Bedeutung für den Pflanzenwuchs, als er so schnell vor sich geht, daß die von den

Pflanzen bei Tag verdunsteten Wassermengen bei Nacht wieder ersetzt werden. Den besten kapillaren Wasseranstieg weisen nach Atterberg Böden auf, welche eine vollkommen gleichmäßige Korngröße von 0,02—0,05 mm besitzen. In ihnen beträgt die kapillare Steighöhe in 24 Stunden 1153 mm, wogegen sie bei 2—5 mm Korngröße nur 22 mm und bei 0,001—0,002 mm Korngröße 55 mm beträgt. Hieraus geht hervor, daß der kapillare Wasseranstieg weder bei sehr lockeren noch bei sehr dicht gelagerten Bodenarten von praktischer Bedeutung ist. Er dürfte im gewachsenen Boden selbst bei günstigster Kornzusammensetzung (Löß) eine Höhe von 0,7 bis 1,0 m im Tag nicht überschreiten.

4. Die Durchlässigkeit des Bodens für Wasser und Luft hängt hauptsächlich von der Zahl und Größe seiner nicht als Haarröhrchen wirkenden Hohlräume und von seinem Feuchtigkeitsgehalt ab. Kommt der Boden mit feuchter Luft oder mit Wasser in Berührung, so lagern sich infolge der Anziehungskraft der festen Bodenteilchen an deren Oberfläche hygroskopische Wasserhüllen an. Je größer nun der Teil des Porenraums ist, der nicht von solchen Wasserhüllen eingenommen wird (spannungsfreies Porenvolumen), desto leichter können sich Wasser und Luft im Boden bewegen und desto rascher wird das Wasser, dem Gesetz der Schwere folgend, in die Tiefe sinken.

Finden sich in einem Boden Schichten verschiedener Lagerungsdichte, so richtet sich die Durchlässigkeit nach der am dichtesten gelagerten Bodenschicht. Daher kommt es, daß schon eine ganz dünne Schicht schweren Tonbodens die Wasserdurchlässigkeit eines im übrigen aus sehr durchlässigen Bodenarten zusammengesetzten Bodens vollständig aufzuheben vermag.

5. Das Wasserhaltevermögen (die Wasserkapazität) des Bodens ist der höchste Wassergehalt, den der Boden ohne Verdunstungsverluste durch Porensaugkräfte längere Zeit hindurch festzuhalten vermag. Es wird am besten in Raumhundertsteln des gewachsenen Bodens angegeben.

Das Wasserhaltevermögen wird demnach durch das im Boden nach Abzug des Sickerwassers hygroskopisch und kapillar festgehaltene Wasser dargestellt. Es ist abhängig von der Korngröße und der Lagerungsdichte des Bodens sowie von seinem Gehalt an quellbaren Bestandteilen, an Kalzium und an Natrium. Je geringer die Korngröße, je größer die Lagerungsdichte und damit die Zahl der Haarröhrchen eines Bodens ist und je mehr quellbare Teile er enthält, desto größer ist sein Wasserhaltevermögen und umgekehrt. Ein größerer Gehalt des Bodens an Kalzium verringert, ein größerer Gehalt an Natrium vermehrt sein Wasserhaltevermögen.

Unter dem Wassergehalt eines Bodens (der Bodenfeuchte) versteht man die in ihm zur Zeit der Entnahme der Bodenprobe enthaltene Wassermenge, ausgedrückt in Raumbundertsteln des gewachsenen Bodens. Er ist für die Beurteilung des Wasserhaushaltes des Bodens von großer Bedeutung.

6. Das Lufthaltevermögen (die Luftkapazität) eines Bodens stellt diejenige Luftmenge dar, welche der seinem Wasserhaltevermögen entsprechend mit Wasser getränkte Boden enthält. Es wird ebenfalls in Raumbundertsteln des gewachsenen Bodens ausgedrückt.

Das Lufthaltevermögen entspricht dem Teil der im Boden vorhandenen Hohlräume, der nicht mit Wasser oder aufgequollenen Bodenbestandteilen ausgefüllt ist, und läßt sich rechnerisch ausdrücken durch den Unterschied des Porengehaltes und des Wasserhaltevermögens des Bodens. Es ist daher in reinen Sandböden am größten, nimmt mit sinkender Korngröße, zunehmender Zahl der Bodenskapillaren und zunehmendem Gehalt an quellbaren Bestandteilen ab und kann bei reichlichem Vorhandensein der letzteren infolge der vollständigen Anfüllung der Bodenporen mit gequollener Masse bis auf Null herabsinken.

Als Luftgehalt eines Bodens bezeichnet man die zur Zeit der Entnahme der Bodenprobe in ihm enthaltene

Luftmenge, ausgedrückt in Raumhundertsteln des gewachsenen Bodens.

7. Die Bodenkolloide. Zu den Bodenkolloiden gehören alle Bestandteile des Bodens, die sich in so fein zerteiltem Zustand in ihm vorfinden, daß sie sich, in Wasser aufgeschwemmt, längere Zeit darin schwebend erhalten. Sie besitzen, sofern ihre Korngröße kleiner als 0,002 mm ist, die Eigentümlichkeit, daß sie sich in Wasser in ständiger Bewegung befinden (Brownsche Molekularbewegung). Sie haben durch Ehrenberg in 19 eine eingehende Beschreibung gefunden.

Ihre wichtigsten Vertreter sind die kolloiden Humusstoffe und die übrigens nur einen geringen Teil des sog. Tones ausmachende kolloidale Tonsubstanz. Daneben sind noch die kolloide Kieselsäure, das kolloide Eisenhydroxyd und die Aufschwemmungen bildenden Sande als wichtige Bodenkolloide zu nennen.

Die in den kolloiden Lösungen, den sog. Solen, schwebenden Kolloidteilchen lagern sich infolge gewisser mechanischer, chemischer und elektrischer Wirkungen zu Gruppen zusammen, sie „flocken aus“. Die hierbei entstehenden Flocken setzen sich vermöge ihres größeren Gewichts ab und bilden eine gallertartige Masse, das sog. Gel. Wirkt so die Ausflockung der Bodenkolloide an sich schon krümelbildend, so trägt die verklebende Wirkung, welche die ausgeflockten Kolloide auf die Bodenkörner ausüben, noch weiter wesentlich zur Krümelbildung bei. Eine andere, für die physikalische Beschaffenheit des Bodens sehr wichtige Eigenschaft der Bodenkolloide ist deren Schwellfähigkeit. Sie besitzen nämlich die Fähigkeit, bei Durchfeuchtung unter Vergrößerung des von ihnen eingenommenen Raums Wasser zwischen sich einzulagern. Umgekehrt schrumpfen sie beim Austrocknen zusammen, weil die Dicke der sie umgebenden Wasserhüllen abnimmt. Auf dieses Verhalten der Bodenkolloide ist die bedeutende Ausdehnung der Ton- und der Humusböden bei der Durchnässung sowie

deren Schwinden und Rissebildung beim Austrocknen zurückzuführen.

8. **Der Humus.** Weder die Entstehung noch die chemische Natur der Humusstoffe ist bis heute genügend aufgeklärt. Sie werden aus den im Boden vorhandenen abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Resten bei Feuchtigkeit durch das Zusammenwirken von Klebelebewesen, Fadenpilzen, Würmern, Ameisen und Springschwänzen mit chemischen Vorgängen gebildet. Die Menge des im Boden vorhandenen Humus richtet sich daher nach den örtlichen biologischen und klimatischen Verhältnissen. Die Humusstoffe sind nach Ramann Kolloidkomplexe wahrscheinlich sehr verschiedener Zusammensetzung, die aus unveränderten Kolloiden der ursprünglichen organischen Substanz gemischt mit kohlenstoffreichen Zersetzungsprodukten bestehen. Sie üben, mit Mineralboden gemischt, einen großen Einfluß auf dessen physikalische Eigenschaften aus. In Sandböden lagern sie sich in die großen Bodenporen ein, wirken verklebend auf die Bodenkörner, erleichtern dadurch die Krümelbildung und erhöhen das Wasserhaltevermögen. Auch in den Tonböden erleichtern sie die Krümelbildung, nur daß dies hier dadurch erreicht wird, daß das Humussol als sog. Schutzkolloid die Tonteilchen umhüllt und dadurch auf deren Bindigkeit vermindern einwirkt. Der Humus übt so im allgemeinen einen verbessernden Einfluß auf die mineralischen Böden aus. In den sandigen Heideböden allerdings kann sich seine verklebende Wirkung auch recht unliebsam äußern, indem die Humusverbindungen, welche vom Regen aus der dort die Bodenoberfläche bedeckenden, aus unvollkommen zersetzten Pflanzenresten bestehenden, sauren Rohhumusschicht ausgewaschen werden, die Sande des Untergrundes zu einer oft meilenweit zusammenhängenden, harten, für Pflanzenwurzeln und Wasser undurchdringlichen Schicht, dem sog. Ortstein, verkitten. (Vgl. Teil II Seite 119.) Je mehr ferner die mineralischen Bestandteile zurücktreten und je mehr der Boden in reinen

Humusboden (Moorboden) übergeht, desto nachteiliger macht sich andererseits die große Wasseraufnahmefähigkeit der Humusstoffe fühlbar, desto mehr wird die Bildung freier Humussäuren begünstigt und desto weniger eignet sich der Boden, sich selbst überlassen, zum Hervorbringen von Kulturpflanzen. Dies hindert jedoch nicht, daß der Moorboden bei richtiger Verbesserung in einen sehr ertragreichen Kulturboden umgewandelt werden kann.

Infolge der Eigenart der Humuskolloide, bei starkem Austrocknen ihre Wasseraufnahmefähigkeit zu verlieren, erleiden die Humus- und Moorböden beim Austrocknen eine starke Einbuße ihrer Schwellfähigkeit und lassen, einmal ausgetrocknet, das Wasser nur sehr schwer wieder eindringen. Moorböden nehmen dabei leicht das wegen der daraus entstehenden Moorverwehungen so gefürchtete Pulvergefüge an.

9. **Der kohlensaure Kalk** übt sowohl auf die physikalischen als auch auf die chemischen Eigenschaften des Bodens eine sehr starke Wirkung aus und ist daher einer der wichtigsten Bodenbestandteile. Er wirkt, in Bodenwasser gelöst, ausflockend auf die Bodenkolloide und begünstigt so die Krümelbildung. Er verhindert die Entstehung von freien Humussäuren und von Eisenoxydulverbindungen, welche beide einen giftigen Einfluß auf die Pflanzen ausüben können. Er befördert die Entwicklung der Kleinlebewesen und macht den Boden dadurch tätig. Er wirkt am günstigsten, wenn er in sehr feinkörnigem Zustand gleichmäßig im Boden verteilt ist. In diesem Falle bildet er zudem einen wichtigen Pflanzennährstoff. So günstig der Einfluß des kohlensauren Kalks auf die Tätigkeit des Bodens ist, solange er nicht im Übermaß vorhanden ist, so schädlich wirkt er auf den Boden ein, wenn er dessen Hauptbestandteil (über 80%) bildet, so daß sandige und tonige Bestandteile ganz zurücktreten. In diesem Falle leidet der Boden an übermäßiger Hitzigkeit und sinkt mit zunehmendem Kalkgehalt mehr und mehr zur Unfruchtbarkeit herab.

10. **Das Eisen** kommt im Boden in zwei wichtigen Verbindungen vor: als das für die Pflanzenwurzeln äußerst schädliche Eisenoxydul und als das unschädliche Eisenhydroxyd. Die erstere Form nimmt es in allen unter Nässe leidenden, ungenügend durchlüfteten Böden an. Das Eisenoxydul kann daher durch die Entwässerung wirksam bekämpft werden. Das Eisenhydroxyd übt auf die lehmigen und tonigen Bodenbestandteile einen stark verklebenden Einfluß aus und steigert schon bei Anwesenheit in einer Menge von 1% die Bindigkeit des Bodens beträchtlich. Ist es in größerer Menge im Boden vorhanden, so kann es den Untergrund in eine feste, steinharte Masse, den sog. Raseneisenstein, verwandeln.

B. Die Untersuchung des Bodens

1. **Vorarbeiten.** Sollen die Bodenuntersuchungen als Grundlage für Entwürfe zu kulturtechnischen Bodenverbesserungen dienen, so handelt es sich in erster Linie darum, Lagepläne (Abb. 1) über die zu verbessernden Gebiete und deren nächste Umgebung zu beschaffen. Aus diesen müssen Grenzen und Kulturart der einzelnen Flurstücke, Gemarkungsgrenzen, Gebäude, Gewässer, Straßen, Wege, Eisenbahnen, Brücken, Wehre, Schleusen und sonstige Kunstbauten sowie der Maßstab ersichtlich sein; auch muß in ihnen die Nordrichtung angegeben sein, damit die Sonnenlage der einzelnen Teile des Verbesserungsgebietes beurteilt werden kann. Zur Herstellung der Lagepläne werden zweckmäßig die in den meisten Ländern im Druck vorliegenden Katasterkarten der Landesvermessung benützt. Diese können je nach dem Zweck, dem sie dienen sollen, und dem Maßstab, in dem sie vorliegen, entweder unmittelbar verwendet oder müssen entsprechend vergrößert werden. Als Maßstäbe kommen in Betracht 1 : 5000, 1 : 2500, 1 : 2000, 1 : 1000 und 1 : 500; die letzteren beiden hauptsächlich für Einzelpläne. Die im Druck vorliegenden