Thaer-Bibliothek

Band 35

à Bd. 2½ Mrk.

EMIL WOLFF'S Anleitung zur Untersuchung landwirtschaftlicher Stoffe.

Vierte Auflage

VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY IN BERLIN.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstrasse 10.

Jeder Band einzeln käuflich. **THAER-BIBLIOTHEK** Preis des Bandes in Leinen geb. 2 M. 50 Pf.

Ackerbau und Düngerwesen.

Urbarmachung und Verbesserung des Bodens von Ök.-Rat Dr. R. Buerstenbinder.
Praktische Bodenkunde von Dr. A. Nowacki, Professor in Zürich. 3. Auflage.
Käufliche Düngestoffe von Dr. A. Rümpler in Breslau. 4. Auflage.
Anwendung künstlicher Düngemittel von Prof. Dr. P. Wagner in Darmstadt. 3. Auflage.
Wolff's praktische Düngerlehre. 13. Auflage.
Wolff's Anleitung zur chem. Untersuchung landw. Stoffe. 4. Auflage.

Pflanzenbau.

Tabaksbau von A. Freiherrn von Babo in Klosterneuburg. 3. Auflage.
Wiesen- und Weidenbau von Dr. F. Burgtorf, Direktor in Herford. 4. Auflage.
Feldholzzucht, Korbweidenkultur etc. von R. Fischer in Berlin.
Hopfenbau von C. Fruwirth, Professor in Hohenheim. Gekrönte Preisschrift.
Anbau der Hülsenfrüchte von C. Fruwirth, Professor in Hohenheim.
Braugerste von H. Heine. Gekrönte Preisschrift.
Lupinen- und Serradellabau von Kette-Jassen und König-Zörnigall. 9. Auflage.
Knauer's Rübenbau. Bearbeitet von Prof. Dr. M. Hollrung in Halle a. S. 8. Auflage.
Flachsbau und Verarbeitung von R. Kuhnert in Marburg.
Landw. Futterbau von Dr. William Loebe-Leipzig. 3. Auflage.
Rationeller Futterbau von Dr. F. G. Stebler in Zürich. 4. Auflage.
Samen und Saat von Dr. William Loebe-Leipzig.
Ernährung der landw. Kulturpflanzen von Dr. Ad. Mayer, Prof. in Wageningen. 2. Auflage.
Getreidebau von Dr. A. Nowacki, Professor in Zürich. Gekrönte Preisschrift. 3. Auflage.
Risler's Weizenbau. Herausgegeben von Amtsrat Dr. W. Rimpau in Schlanstedt.
Kartoffelbau von Geheimrat Dr. H. Werner, Professor in Berlin. 4. Auflage.
Krankheiten der landw. Nutzpflanzen von Professor Dr. Wolf.
Forstkulturen von Urff, Kgl. Forstmeister in Neuhaus bei Berlinchen. 2. Auflage.

Tierzucht und Fütterungslehre.

Berlepsch' Bienenzucht. Bearbeitet von G. Lehzen in Hannover. 4. Auflage.
Zoologie für Landwirte von Dr. J. Ritzema Bos, Professor in Amsterdam. 3. Auflage.
Pferdezucht von F. Oldenburg in Sondershausen.
Rindviehzucht von Dr. V. Funk, Direktor in Zoppot. 5. Auflage
Wirtschaftsfeinde aus dem Tierreich von Dr. G. von Hayek, Professor in Wien.
May's Schweinezucht. Bearbeitet von E. Meyer-Friedrichswerth. 5. Auflage.
Bakterienkunde für Landwirte von Dr. W. Migula in Karlsruhe.
Pribyl's Geflügelzucht, neubearbeitet von Oberstleutnant a. D. Sabel in Trier. 4. Auflage.
Wolff's landwirtschaftliche Fütterungslehre. 7. Auflage.
Konservierung der Futtermittel von Dr. F. Albert, Professor in Giessen.

Betrieb.

Birnbaum's landw. Taxationslehre. 2. Auflage.
Landw. Betriebslehre von Geheimrat Dr. Freiherr v. d. Goltz, Prof. in Poppelsdorf. 2. Auflage.
Landw. Buchführung von Geheimrat Dr. Freih. v. d. Goltz, Prof. in Poppelsdorf. 8. Auflage.
Geschichte der Landwirtschaft von Michelsen u. Nedderich. 4. Auflage.
Rechtsbeistand des Landwirts von M. Löwenherz, Amtsgerichtsrat in Köln. 3. Auflage.
An- und Verkaufs-Genossenschaften von H. v. Mendel, Landesökonomierat in Halle.
Das Schriftwerk des Landwirts von C. Petri in Hohenwestedt. 3. Auflage.
Wirtschaftsdirektion d. Landgutes von Geh.-Rat Dr. A. Thaer, Prof. in Giessen. 3. Auflage.

Landwirtschaftliche Gewerbe.

Apfelweinbereitung von Dr. Ernst Kramer in Klagenfurt.
Bierbrauerei von Dr. C. J. Lintner, Professor in München. 2. Auflage.
Milchwirtschaft von Dr. William Loebe in Leipzig. 2. Auflage.
Anleitung zum Brennereibetrieb von Geh.-Rat Prof. Dr. Maercker in Halle a. S. 2. Auflage.
Die Milch und ihre Produkte von A. Otto in Halle a. S.
Stärkefabrikation von Dr. F. Stohmann, Professor an der Universität in Leipzig.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstrasse 10.

Jeder Band einzeln käuflich. **THAER-BIBLIOTHEK** Preis des Bandes in Leinen geb. 2 M. 50 Pf.

Baukunde.

Ziegelei von Ziegelei-Ingenieur O. Bock in Berlin. 2. Auflage.
Kalk-Sand-Pisébau von Baurat F. Engel. Bearbeitet von H. Hotop. 4. Auflage.
Pferdestall (Bau und Einrichtung) von Baurat F. Engel in Berlin. 2. Auflage.
Engel's Viehstall (Bau u. Einrichtung) neubearb. von Direktor G. Meyer in Kattowitz. 3. Auflage.
Bauernhof (Anlage und Einrichtung) von G. Jaspers, Generalsekretär in Osnabrück.
Schubert's ldw. Baukunde. Neubearb. v. Reg.-Baumeister G. Meyer in Buxtehude. 6. Auflage.
Geflügelställe (Bau und Einrichtung) von Architekt A. Schubert in Höxter. 2. Auflage.
Kalk-, Gips- und Zementfabrikation von H. Stegmann in Braunschweig.

Kulturtechnik, Maschinenkunde, Ingenieurwesen.

Der Petersensche Wiesenbau von Dr. E. Fuchs in Kappeln.
Landw. Plan- und Situationszeichnen von H. Kutscher in Hohenwestedt.
Behandlung der Lokomobilen von Professor Paul Lazar in Budapest.
Perels' Ratgeber bei der Wahl landw. Geräte und Maschinen. 8. Auflage.
Schubert's landw. Rechenwesen. Bearb. von H. Kutscher in Hohenwestedt. 4. Auflage.
Dynamite von Isidor Trauzl, Ingenieur in Wien.
Be- und Entwässerung der Äcker und Wiesen von Ök.-Rat L. Vincent. 4. Auflage.
Wüst's Feldmessen und Nivellieren. Bearb. von A. Nachtweh, Prof. in Halle. 5. Auflage.
Der Landwirt als Kulturingenieur von Fr. Zaji̇ček, Professor in Mödling. 2. Auflage.

Veterinärwesen.

Englischer Hufbeschlag von H. Behrens, Lehrschmied in Rostock. 2. Auflage.
Eingeweidewürmer der Haussäugetiere von Dr. J. Dewitz in Berlin.
Heilungs- und Tierarzneimittellehre von F. Flemming, Grossh. Tierarzt in Lübz.
Physiologie und Pathologie der Haussäugetiere von F. Flemming, Tierarzt in Lübz.
Innere Krankheiten der ldw. Haussäugetiere von F. Grosswendt, Kgl. Oberrossarzt.
Gesundheitspflege der landw. Haussäugetiere von Med.-Rat Prof. Dr. Johne in Dresden.
Landw. Giftlehre von Dr. G. Müller, Professor in Dresden.
Der kranke Hund von Dr. G. Müller, Professor in Dresden. 2. Auflage.
Der gesunde Hund von Dr. G. Müller, Professor in Dresden.
Beschlagkunde von Dr. A. von Rueff in Stuttgart.
Äussere Krankheiten der ldw. Haussäugetiere von E. Zorn, Kgl. Korpsrossarzt.
Geburtshilfe von Amtstierarzt Tapken in Varel. 2. Auflage.

Jagd, Sport und Fischerei.

Künstliche Fischzucht von M. von dem Borne auf Berneuchen. 4. Auflage.
Süsswasserfischerei von M. von dem Borne auf Berneuchen.
Teichwirtschaft von M. von dem Borne auf Berneuchen. 4. Auflage.
Goedde's Fasanenzucht. Bearbeitet von Fasanenjäger Staffel in Fürstenwald. 3. Auflage.
Die Jagd und ihr Betrieb von A. Goedde, Herzogl. Jägermeister in Coburg 2. Auflage.
Jagd-, Hof- und Schäferhunde von Leutnant Schlotfeldt in Hannover.
Ratgeber beim Pferdekauf von Stallmeister B. Schoenbeck in Höxter. 2. Auflage.
Widersetzlichkeiten des Pferdes von Stallmeister B. Schoenbeck in Höxter.
Reiten und Fahren von Major R. Schoenbeck in Berlin. 3. Auflage.

Gartenbau.

Gehölzzucht von J. Hartwig, Grossherzogl. Hofgarteninspektor in Weimar. 2. Auflage.
Gewächshäuser von J. Hartwig, Grossherzogl. Hofgarteninspektor in Weimar. 2. Auflage.
Weinbau von Ph. Held, Gartenbau-Inspektor in Hohenheim.
Meyer's Immerwährender Gartenkalender. 3. Auflage.
Obstbau von R. Noack, Grossherzogl. Hofgarteninspektor in Darmstadt. 4. Auflage.
Gartenblumen (Zucht und Pflege) von Th. Rümpler, General-Sekretär in Erfurt. 2. Auflage.
Rümpler's Zimmergärtnerei. Bearbeitet von W. Mönkemeyer in Leipzig. 3. Auflage.
Obstbaumkrankheiten von Professor Dr. Paul Sorauer in Proskau.
Gärtnerische Veredlungskunst von O. Teichert. Bearbeitet von Fintelmann. 3. Auflage.
Gemüsebau von B. von Uslar in Hannover. 3. Auflage.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.

Illustriertes

Landwirtschafts-Lexikon.

Dritte, neubearbeitete Auflage.

Mit 1126 Textabbildungen. In Halbjuchten gebunden, Preis 23 M.

Das Landwirtschafts-Lexikon enthält Tausende einzelner Artikel und gibt — aufgeschlagen an der betreffenden Stelle des Alphabets — eine augenblickliche, klare und bündige Antwort auf alle Fragen, wie sie sich täglich im landwirtschaftlichen Betriebe aufwerfen.

Schlipf's populäres Handbuch der Landwirtschaft.

—— Gekrönte Preisschrift. ——

Vierzehnte, neubearbeitete und vermehrte Auflage.

Mit 466 in den Text gedruckten Abbildungen und 17 Tafeln in Farbendruck.

Gebunden, Preis 7 M.

Wem es um ein Handbuch zu tun ist, welches alle Zweige der Landwirtschaft auf Grund der neuesten Erfahrungen in besonders verständlicher Schreibweise behandelt, dem darf das bewährte Werk von Schlipf unbedingt empfohlen werden.

Lehrbuch der Landwirtschaft

auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage.

Von **Dr. Guido Krafft,**

Professor der Landwirtschaft an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

Mit 860 Textabbildungen und 27 Farbendrucktafeln.

Vier Bände. — Gebunden, Preis 20 M.

Daraus einzeln:

I. Ackerbaulehre. Siebente Auflage. Mit 285 Textabbildungen und 1 Tafel. Gebunden, Preis 5 M.

II. Pflanzenbaulehre. Siebente Auflage. Mit 262 Textabbildungen und 8 Tafeln mit 148 farbigen Abbildungen. Gebunden, Preis 5 M.

III. Tierzuchtlehre. Siebente Auflage. Mit 289 Textabbildungen und 15 Tafeln mit 44 farbigen Rassebildern. Gebunden Preis 5 M.

IV. Betriebslehre. Sechste Auflage Mit 24 Textabbildungen und 3 Tafeln Gebunden, Preis 5 M.

Schwerlich dürfte ein anderes landwirtschaftliches Lehrbuch gleichen Anklang und gleiche Verbreitung in den Kreisen der lernenden wie ausübenden, der akademisch wie nichtakademisch vorgebildeten Landwirte gefunden haben wie Guido Kraffts »Lehrbuch der Landwirtschaft auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage«.

Es entspricht auch wieder in seiner neuesten Auflage allen Anforderungen an ein modernes Handbuch der gesamten Landwirtschaft.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

XIII/350

Emil Wolff's

Anleitung zur chemischen Untersuchung landwirtschaftlich wichtiger Stoffe.

Zum Gebrauch bei quantitativ-analytischen Arbeiten im chemischen Laboratorium. Mit steter Berücksichtigung der vom Verbande landwirtschaftlicher Versuchsstationen vereinbarten Untersuchungsmethoden.

Vierte Auflage,

vollständig neu bearbeitet

von

Dr. E. Haselhoff,
Abteilungsvorsteher an der landw. Versuchsstation in Münster i. W.

Mit 17 Textabbildungen.

Berlin.
Verlagsbuchhandlung Paul Parey.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstraße 10.
1899.

Prof. Dr. R. v. Sengbusch
C/H 530 pr

Alle Rechte vorbehalten.

Vorwort zur vierten Auflage.

E. Wolff's „Anleitung zur chemischen Untersuchung landwirtschaftlich wichtiger Stoffe" ist zuletzt im Jahre 1873 erschienen. Der Versuch der Verlagsbuchhandlung dieses Buch in neuer Bearbeitung herauszugeben, hat Herrn Geheimen Regierungsrat Professor Dr. J. König im Jahre 1891 zu der Herausgabe des weit umfangreicheren Buches „Die Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe" geführt. Durch die Ausdehnung der ursprünglichen Wolffschen Anleitung auf andere als rein landwirtschaftliche Gebiete hat das Buch einen Charakter angenommen, welcher es besonders für den Anfänger in der agrikulturchemischen Analyse weniger geeignet erscheinen läßt. Für den Anfänger hält es schwer, aus den von J. König in seinem Buche angegebenen verschiedenen Methoden diejenigen auszuwählen, welche am leichtesten und schnellsten und dabei doch sicher zum Ziele führen; deshalb habe ich mich auf die Angabe einer oder zwei genauer, aber leicht auszuführender Methoden beschränkt. Ferner sind in dem Buche von J. König auch die Untersuchungen der einzelnen Stoffe zumeist so weit ausgedehnt, wie sie selten in den Kreisen, für welche dieses Buch bestimmt ist, ausgeführt werden. Um nun wieder ein Buch zu schaffen, welches, wie E. Wolff in dem Vorwort zur dritten Auflage sagt: „den Anfängern und Geübteren bei chemischen Untersuchungen eine Beihilfe gewährt und außerdem dazu beiträgt, daß die Landwirte über den Umfang und die Grenzen der agrikulturchemischen Forschungen immer mehr aufgeklärt und daß die Fragen, deren Lösung man von der Chemie, zunächst von den landwirtschaftlichen Versuchsstationen verlangt, um so bestimmter gestellt werden" hat mich die Verlagsbuchhandlung aufgefordert, die Anleitung von E. Wolff in ihrem ursprünglichen Umfange neu bearbeitet herauszugeben. Der oben kurz angedeutete Zusammenhang zwischen der früheren Wolffschen Anleitung und dem

angeführten Buche von J. König, ferner der Umstand, daß ich für die zweite Auflage des letzteren Buches die Kapitel: „Boden, Mergel, Thon, Stallmist, Düngemittel, Pflanzenasche, Schmutzwasser und Sämereien“ bearbeitet habe, erklären die zum Teil wörtliche Übereinstimmung der in Frage stehenden Bücher. Überall da, wo die in diesem Buche angegebenen Methoden für die Untersuchung nicht ausreichen, muß auf das Buch von J. König zurückgegriffen werden; dasselbe ist bezüglich der Litteraturnachweise der Fall.

In der Anordnung des Stoffes habe ich gegenüber den früheren Ausgaben insofern eine Änderung vorgenommen, als ich die öfters wiederkehrenden allgemeinen Untersuchungsmethoden vorausgeschickt habe; ich möchte diese Anordnung auch besonders mit Rücksicht auf den Gebrauch des Buches durch Anfänger, in landw. Schulen ꝛc. für vorteilhaft halten. Im übrigen habe ich die von E. Wolff getroffene Einteilung möglichst beibehalten. Inhaltlich habe ich gegenüber den früheren Ausgaben die Änderung eintreten lassen, daß ich die von E. Wolff aufgeführten Kapitel „Wein“ und „Bier“ habe fallen lassen. Dafür habe ich das wichtige Kapitel über die Untersuchung der Sämereien neu aufgenommen und die Untersuchung von Milch und Molkereiprodukten mit Rücksicht auf die Bedeutung, welche der Milchwirtschaft zur Zeit im landwirtschaftlichen Betriebe zukommt, weiter ausgeführt, als wie dieses bisher in Wolffs Anleitung der Fall gewesen ist.

In allen Fällen sind selbstredend die neuesten Fortschritte in der landwirtschaftlichen Chemie berücksichtigt und besonders die Vorschriften des Verbandes landwirtschaftlicher Versuchsstationen im Deutschen Reiche als maßgebend für die Untersuchung landwirtschaftlich wichtiger Stoffe aufgeführt worden.

Münster i. W., im November 1898.

Der Verfasser.

Inhalt.

Seite

Allgemeine Untersuchungsmethoden 1
1. Bestimmung des Wassers 1
2. Bestimmung des Stickstoffs 2
a) Gesamtstickstoff bei Abwesenheit von Nitraten nach Kjeldahl . 2
b) Gesamtstickstoff bei Gegenwart von Nitraten nach Jodlbaur . 4
c) Salpetersäurestickstoff 5
d) Ammoniakstickstoff 5
e) Eiweißstickstoff 6
3. Bestimmung des Fettes 7
4. Bestimmung der stickstofffreien Extraktstoffe bezw. der Kohlenhydrate 8
a) Bestimmung der Gesamtmenge der in Wasser löslichen Stoffe 8
1. Gesamtmenge der in Wasser löslichen Stoffe 9
2. Stickstoff 9
3. Rohasche 9
4. Zuckerartige und gummiartige Substanzen 9
b) Bestimmung der Stärke 12
5. Bestimmung der Rohfaser 14
6. Bestimmung der Asche (Mineralstoffe) 14
Bestimmung der einzelnen Mineralstoffe:
a) Eisenoxyd und Thonerde 15
b) Mangan 15
c) Kalk 16
d) Magnesia 16
e) Phosphorsäure 17
f) Schwefelsäure 19
g) Alkalien 19
h) Chlor 20

Ackererde und Bodenarten 21
A. Untersuchung der Mineralböden 21
1. Probenahme 21
2. Mechanische Analyse des Bodens 22
Nach J. Kühn 22
Nach Schöne 24
3. Chemische Analyse des Bodens 27
a) Behandlung des Bodens mit kohlensäurehaltigem Wasser 28
b) Behandlung des Bodens mit kalter konzentrierter Salzsäure 28
c) Behandlung des Bodens mit heißer konzentrierter Salzsäure 29

d) Aufschließung des Rückstandes von der Behandlung mit heißer konzentrierter Salzsäure durch konzentrierte Schwefelsäure 30
e) Aufschließung des von der Behandlung mit Schwefelsäure und Natriumkarbonat verbleibenden Rückstandes durch Flußsäure 31
f) Bestimmung des Quarzes 33
g) Bestimmung einzelner sonstiger Bestandteile des Bodens . 34
1. Hygroskopisches oder mechanisch gebundenes Wasser . 34
2. Chemisch gebundenes Wasser (Glühverlust) 34
3. Humus 34
4. Kohlensäure 36
5. Stickstoff (Gesamt-, Ammoniak- und Salpetersäurestickstoff) 36
6. Chlor 37
7. Schwefel 38
8. Eisenoxydul 38
9. Kupfer und Blei 39
10. Zink 40
h) Berechnung und Zusammenstellung der analytischen Resultate 40

4. Die physikalischen Eigenschaften des Bodens 40
1. Bestimmung der Absorptionsfähigkeit des Bodens für Wasserdampf 42
2. Bestimmung der wasserfassenden Kraft oder der Wasserkapazität des Bodens 44
3. Bestimmung der Verdunstungsfähigkeit des Bodens . . . 48
4. Bestimmung der Filtrationsfähigkeit des Bodens 51
5. Bestimmung des Wasser-Aufsaugungsvermögens, der Kapillar-Anziehung des Bodens 52
6. Bestimmung der Wärmeabsorption des Bodens 53
7. Bestimmung des Wärmeleitungsvermögens des Bodens . . 54
8. Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Bodens. . . . 54
9. Bestimmung des absoluten oder Volumengewichtes des Bodens 56
10. Bestimmung der Porosität des Bodens 56
11. Bestimmung der Kohäsion und Adhäsion des Bodens . . . 57
12. Bestimmung des Absorptions-Koëffizienten des Bodens für die wichtigeren Pflanzennährstoffe 58

5. Anhaltepunkte für die Beurteilung der Güte eines Bodens nach den Resultaten der Analyse 60
1. Das Verhalten des Bodens gegen Ammoniak 61
2. Der Gehalt des Bodens an Humus und dessen Beschaffenheit 62
3. Der Gehalt an kohlensauren Erden 62
4. Der Gehalt an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali 62
5. Die wasserhaltende Kraft oder Wasserkapazität des Bodens . 64
6. Das Wasseraufsaugungsvermögen (die Kapillaranziehung) des Bodens 65
7. Bestimmung der organischen Substanz, der „Matière noire“ (Schwarzstoff) von L. Grandeau 65
8. Ermittelung der assimilierbaren Nährstoffe (der Fruchtbarkeit) des Bodens aus dem Gehalt der in demselben gewachsenen Pflanzen an Nährstoffen 65
9. Schädliche Bestandteile des Bodens 66

Seite

B. Untersuchung der Moorböden 67
1. Probenahme 67
2. Untersuchung der Probe. 68
3. Untersuchung der Materialien zur Bedeckung des Moorbodens bei der Anlage von Deckkulturen nach Rimpaus System (Dammkultur). 69

Gesteine und deren Verwitterungsprodukte 71
a) Mergel 75
b) Kalkstein. Gebrannter Kalk 77
c) Strontianit 80
d) Thon 81

Tierische Entleerungen und Stallmist 83
A. Tierische Entleerungen im frischen Zustande . . . 83
a) Der Harn 83
b) Der Kot 88
B. Der Stallmist 88
C. Die Jauche 93
D. Einstreumittel für Stallmist 94

Künstliche Düngemittel 95
a) Die Vorbereitung der Proben im Laboratorium . . 95
b) Untersuchung der einzelnen Düngemittel 95
1. Knochenmehl, Blutmehl, Ledermehl, Wolle, Wollstaub, Harn, Hornmehl, Fleischdüngemehl, Fischguano 95
2. Peru-Guano 97
3. Baker-, Malden- und Mejillones-Guano 98
4. Knochenkohle, Knochenasche 98
5. Phosphorite, Apatite, Coprolithe 98
6. Thomasmehl 98
7. Präzipitierte Phosphate 101
8. Superphosphat 102
9. Chilisalpeter. 103
10. Ammoniaksalz, schwefelsaures Ammoniak 104
11. Superphosphatgips, Phosphatgips, Gips. 104
12. Kalisalze, Kochsalz, Viehsalz 105
c) Berechnung des Mindergeldwertes der Düngemittel bei Mindergehalt 105
d) Maßregeln für die Düngerkontrolle 110

Die Asche von Pflanzen, tierischen Stoffen und Brennmaterialien 113
1. Die Pflanzenasche 113
1. Vorbereitung der vegetabilischen Substanz zur Verbrennung 113
2. Verbrennen der Pflanzenstoffe 113
3. Untersuchung der Pflanzenasche 114
4. Berechnung und Zusammenstellung der Resultate 115
2. Die Asche tierischer Substanzen. 116
3. Die Asche der Brennmaterialien 116
1. Holzasche 116
2. Torf-, Braun- und Steinkohlenasche 117

Seite

Futtermittel 118
1. Probenahme der Futtermittel 118
2. Untersuchung der Futtermittel 118
1. Rohprotein 118
2. Verdauliche Stickstoffsubstanz 118
3. Freie Fettsäuren bezw. Ranzigkeit des Fettes 119
4. Prüfung auf Qualität (Schimmel) 121
5. Besondere Untersuchungsmethoden für:
a) Sauerfutter, Preßfutter (Ensilage), Schnitzel 121
b) Schlempe, Pülpe, Melasse, Treber 123
3. Allgemeine Grundsätze für den Handel mit käuflichen Futtermitteln 124
4. Vereinbarungen des Verbandes landw. Versuchsstationen i. D. R. für die Beurteilung der Futtermittel 127
5. Geldwertsberechnung der Futtermittel und Minderwertsberechnung bei Mindergehalt 128

Rohstoffe landwirtschaftlicher Nebengewerbe (Zuckerfabrikation, Spiritusbrennerei, Bierbrauerei) 131
1. Rüben 131
a) Probenahme 131
b) Bestimmung des Wassers 131
c) Feststellung des Futterwertes 131
d) Untersuchungsmethode für technische Zwecke 131
1. Bestimmung des Zuckers 131
2. Untersuchung des Saftes 133
3. Bestimmung des Mark- bezw. Saftgehaltes 134
2. Kartoffeln 134
3. Samenkörner 137

Milch- und Molkereiprodukte 140
1. Vollmilch 140
a) Spezifisches Gewicht 140
b) Fettgehalt 142
c) Wasser- bezw. Trockensubstanzgehalt 143
d) Berechnung des Fett- bezw. Trockensubstanzgehaltes . . . 143
e) Berechnung des spezifischen Gewichtes der Trockensubstanz und des Gehaltes an fettfreier Trockensubstanz 144
f) Gesamtstickstoff 144
g) Kasein, Albumin und Laktoprotein 145
h) Milchzucker 145
i) Asche 145
k) Anhaltepunkte für die Beurteilung 146
2. Rahm, Magermilch, Buttermilch, Molken 147
3. Butter 148
a) Probenahme 148
b) Untersuchung auf
Wasser 148
Kasein, Milchzucker 149
Mineralbestandteile (Chlor) 149
Fett 149
Konservierungsmittel (Borsäure, Salicylsäure, Formaldehyd) 149

Seite

Fremde Farbstoffe 150
Fremde Fette: 150
α) Bestimmung des Brechungsvermögens mit dem Butterrefraktometer 150
β) Bestimmung der in Wasser löslichen Fettsäuren (Reichert-Meißl'sche Zahl) 155
γ) Nachweis von Sesamöl 156
c) Anhaltepunkte für die Beurteilung 157
4. Käse 157

Eier 160

Wasser 161
Probenahme 161
Untersuchung 161
Ammoniak 161
Salpetrige Säure 161
Abdampfrückstand und Glühverlust 162
Organische Substanz 162
Salpetersäure 163
Chlor 163
Schwefelsäure 163
Kohlensäure 164
Härtebestimmung 164

Sämereien 167
Untersuchung 167
1. Einzufordernde Samenmenge 167
2. Probeziehung 167
3. Engere Mittelprobe 168
4. Echtheit 168
5. Reinheit 169
6. Absolutes Gewicht 169
7. Volumengewicht 169
8. Mehligkeit 169
9. Keimkraft 169
10. Beta 171
11. Grassamen 172
Keimapparate 173
Sonstige Bestimmungen (Gehaltsspielraum, Seide, Gebrauchswert 174

Darstellung der Lösungen und Reagentien 176
1. Normal-Schwefelsäure bezw. Normal-Salzsäure 176
2. Normal-Alkali 178
3. Lackmustinktur 179
4. Cochenilletinktur 179
5. Phenolphtalein 179
6. Molybdänlösung 179
7. Ammoniumnitratlösung (zum Auswaschen) 180
8. Chlormagnesiumlösung (Magnesiamixtur) 180
9. Ammoniakflüssigkeit (zum Auswaschen) 180

Seite

10. Kupferoxydhydrat nach Stutzer 180
11. Fehlingsche Lösung nach Soxhlet 181
12. Diastaselösung 181
13. Magensaftflüssigkeit nach Stutzer 181
14. Neßlers Reagens 181
15. Zinkjodidstärkelösung 182
16. Silbernitratlösung 182
17. $^1/_{100}$-Normalchamäleon- und $^1/_{100}$-Normaloxalsäurelösung für die Bestimmung der organischen Substanz in Wasser 182

Atomgewichte der wichtigeren chemischen Elemente . . . 184

Faktoren zur Berechnung der gesuchten Substanz aus der gefundenen 185

Im gleichen Verlage erschien:

Die Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe. Praktisches Handbuch von Dr. J. König, Geh.-Reg.-Rat, o. Hon.-Professor der Kgl. Akademie und Vorsteher der landwirtschaftlichen Versuchs-Station in Münster i. W. Zweite, neubearbeitete Auflage. Mit 248 Textabbildungen und einer farbigen Tafel. Gebunden, Preis 25 M.

Allgemeine Untersuchungsmethoden.

I. Bestimmung des Wassers.

Zur Bestimmung des Wassers in festen Substanzen wird eine bestimmte Gewichtsmenge (etwa 5—10 g Substanz) in Trockengläschen (von der Form der Erlenmeyerschen Kolben mit schrägen Seitenwänden, welche sich leicht reinigen lassen) bei 100—105° C. bis zum konstanten Gewicht getrocknet. Die beim Trocknen erzielte Gewichtsabnahme giebt den Wassergehalt an.

Bei sehr wasserreichen Substanzen (Grünfutter, Rüben, Kartoffeln) empfiehlt sich ein Vortrocknen bei 40—50° C. im Lufttrockenschrank. Man verwendet dazu zweckmäßig von Grünfutter 2000—3000 g und von den Wurzelgewächsen 1000—1500 g und verfährt dann in der Weise, daß man das Grünfutter zu einem feinen Häcksel zerschnitten in flachen Porzellanschalen oder auf Hürden mit Papierunterlage in dünner Schicht ausgebreitet trocknet und ferner Rüben oder Kartoffel in dünne Scheiben zerschnitten an einem dünnen Drahtbügel aufreiht und trocknet. Sobald die Substanz bröckelig und spröde geworden ist, wird sie aus dem Trockenschrank entfernt, bleibt 2—3 Stunden an der Luft liegen, damit sie bei gewöhnlicher Lufttemperatur wieder soviel Wasser aufnimmt, als etwa beim nachherigen Mahlen aufgenommen werden könnte, wägt dann die getrocknete Masse und pulvert dieselbe mit der Schrotmühle. In der gepulverten Substanz wird darauf das Wasser bei 100—105° C. in der obigen Weise bestimmt.

Aus dem bei 40—50° C. und 100—105° C. festgestellten Gewichtsverlust berechnet man den Wassergehalt bezw. den Trockensubstanzgehalt der ursprünglichen Substanz in folgender Weise. Angenommen 4500 g der ursprünglichen Substanz geben nach dem Trocknen bei 40—50° C. 600 g Rückstand; ferner geben 10 g dieses getrockneten Rückstandes nach dem Trocknen bei 100—105° 9,5 g Rückstand. Daraus folgt, daß nach dem Trocknen bei 40—50° der Trockensubstanzgehalt der Masse betrug $\frac{100 \cdot 9{,}5}{10} = 95\,\%$ oder der Wassergehalt 5%. Hieraus berechnet sich in einfacher Weise die in dem bei 40—50° verbleibenden Rückstand vorhandene Menge Trockensubstanz nach der Gleichung:

$$\frac{600 \cdot 95}{100} = 570 \text{ g Trockensubstanz;}$$

mithin beträgt der Wassergehalt in der ursprünglichen Substanz 4500 — 570 = 3930 g = 87,33 %.

Bei sirupartigen und flüssigen Substanzen (Obstkraut, Milch ꝛc.) bestimmt man den Wassergehalt in der Weise, daß man eine mit etwa 20 g Seesand oder gepulvertem Bimsstein beschickte und mit einem kleinen Glasstabe versehene Platinschale ausglüht, nach dem Erkalten wiegt, darauf von der betreffenden Substanz soviel einfüllt, als 1—2 g Trockensubstanz entspricht, und nun auf dem Wasserbade bei wiederholtem Umrühren mittelst des Glasstabes eindampft; darauf wird bei 100—105° C. bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und gewogen. Die Gewichtsabnahme ergiebt auch hier den Wassergehalt der Substanz.

Wo eine Gewichtskonstanz nicht zu erzielen ist, trocknet man bis zum konstanten Gewichtsverlust, d. h. so lange, bis die Abnahme in der gleichen Zeit immer dieselbe bleibt.

2. Bestimmung des Stickstoffs.

Für die Bestimmung des Stickstoffs werden von pulverförmigen, lufttrockenen Substanzen 1—2 g in einem Wägeröhrchen oder Schiffchen abgewogen. Von sirupartigen, breiigen Substanzen verwendet man je nach dem Trockensubstanzgehalt 2—5 g und wägt dieselben entweder in einem dünnen Glasbecherchen oder auf Stanniol ab. Von Flüssigkeiten mit viel Stickstoff verwendet man 10—30 g, bei wenig Stickstoff 100—500 g, welche zunächst unter Zusatz von Schwefelsäure einzudunsten sind; man giebt die Flüssigkeit zweckmäßig in ein Kölbchen, wiegt das Kölbchen mit der Flüssigkeit, gießt die Flüssigkeit aus dem Wägekölbchen verlustlos in den Verbrennungskolben und wägt das Wägekölbchen mit dem Rest der Flüssigkeit zurück.

a) **Gesamtstickstoff bei Abwesenheit von Nitraten nach Kjeldahl.** Die Substanz wird in einen 500—600 ccm fassenden Verbrennungskolben von schwer schmelzbarem Kaliglase oder Schottschem Glase gebracht und mit 20 ccm Schwefelsäure gut gemischt; darauf setzt man einen Tropfen Quecksilber[1]) zu und erhitzt bei schräger Lage (Fig. 1), bis die Lösung vollkommen farblos geworden ist. Eine schwache Gelbfärbung der Lösung deutet darauf hin, daß die Verbrennung noch nicht vollständig ist; nur bei Gegenwart von größeren Mengen Eisen erscheint die Lösung auch bei vollständiger Verbrennung schwach gelb.

Die verwendete Schwefelsäure besteht zweckmäßig aus 3 Volumen konzentrierter und 2 Volumen rauchender Schwefelsäure (Wilfarth)

---

[1]) Zum Abmessen des Quecksilbers eignet sich gut der Wrampelmeyersche Apparat; zu beziehen durch Gustav Miche, mechanische Werkstatt in Hildesheim.

oder aus konzentrierter Schwefelsäure mit 200—250 g Phosphorsäureanhydrid pro 1 Liter (Kellner).

Nach Beendigung der Verbrennung läßt man erkalten, verdünnt mit etwa 250 ccm Wasser, setzt 80 ccm salpetersäurefreie Natronlauge von 1,35 spezifischem Gewichte, 25 ccm Schwefelkaliumlösung (40 g Kalium sulfuratum im Liter) bezw. soviel, daß alles Quecksilber als Schwefelquecksilber ausgefällt wird und die Flüssigkeit schwarz

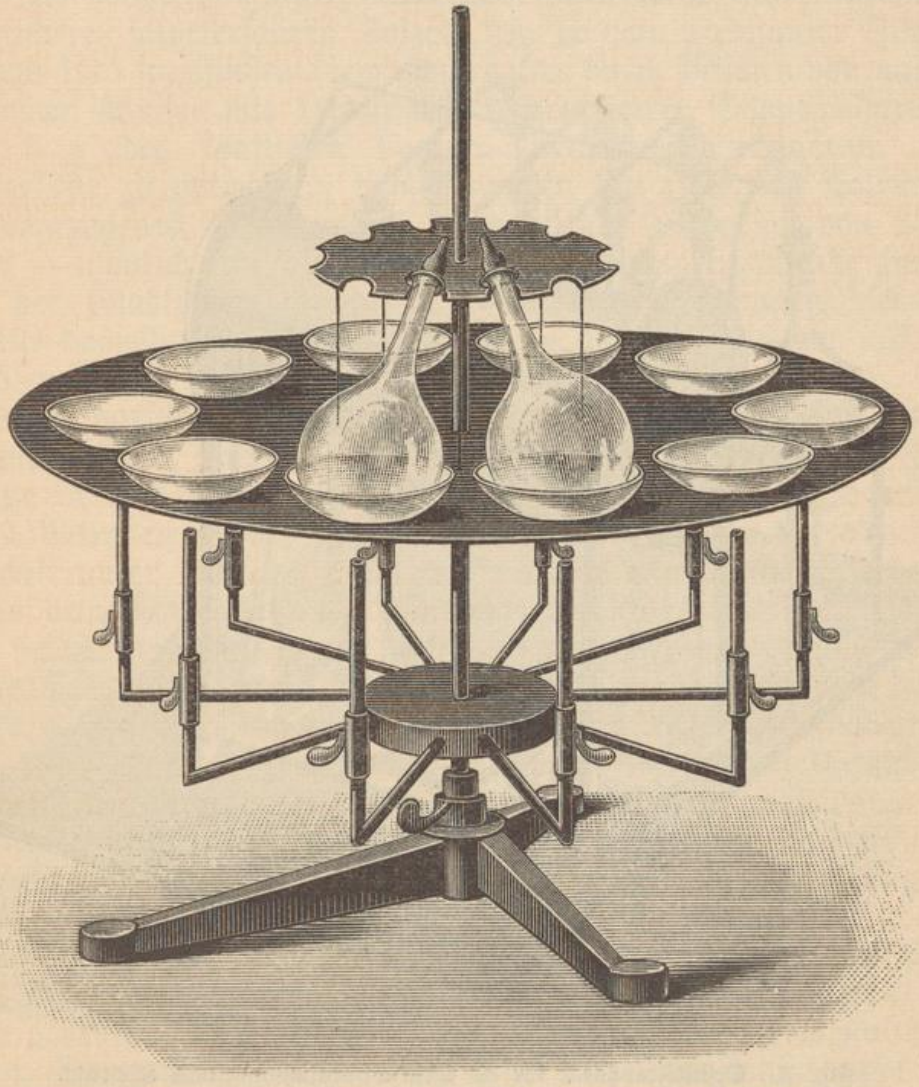


Fig. 1. Apparat zur Bestimmung des Gesamtstickstoffs nach Kjeldahl.

erscheint, dann einige Körnchen feinen Zinks[1]) zu, verbindet mit dem Destillationsrohr[2]) und erhitzt. Das Destillationsrohr taucht in einen 250—300 ccm fassenden Erlenmeyer-Kolben, welcher 10 oder 20 ccm

[1]) Bei größeren Mengen Zink ist nach O. Böttcher wegen der starken Wasserstoffentwickelung ein Zusatz von Schwefelkalium nicht erforderlich.

[2]) Ein Überspritzen von Natronlauge wird dadurch vermieden, daß das Destillationsrohr mit dem Kolben durch ein Kugelrohr verbunden wird, in welchem das Glasrohr umgebogen ist.

Normalschwefelsäure und soviel Wasser enthält, daß die Spitze des Destillationsrohres in die Flüssigkeit taucht (Fig. 2). Nachdem etwa 100 ccm der Flüssigkeit abdestilliert sind, wird die überschüssige Schwefelsäure mit $^1/_4$-Normalnatronlauge unter Zusatz von Cochenilletinktur oder Kongorot als Indikator zurücktitriert und aus dem gefundenen Ammoniak der Stickstoff berechnet.

b) **Gesamtstickstoff bei Gegenwart von Nitraten nach Jodlbaur.** 1—2 g Substanz werden in einer Reibschale mit 2—3 g

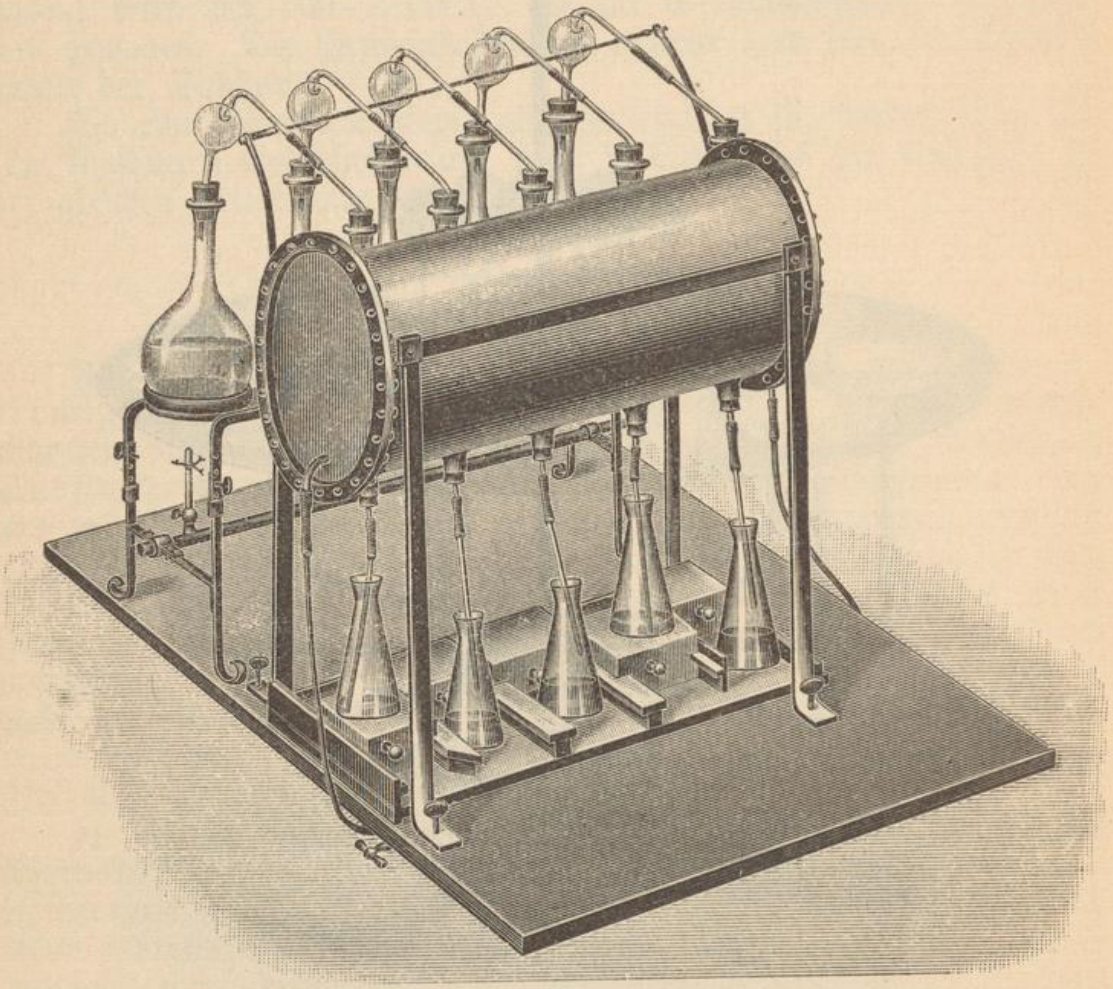


Fig. 2. Destillierapparat für die Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl.

gebranntem, fein gepulvertem Gips innig vermischt. Diese Mischung wird in den Verbrennungskolben gebracht, unter Abkühlung mit 25 ccm Phenolschwefelsäure (40 g Phenol im Liter konzentrierter Schwefelsäure von 66° Bé.) versetzt und durch leichtes Hin- und Herbewegen mit derselben gemengt. Nach etwa 5 Minuten fügt man ganz allmählich und unter Abkühlung des Kolbens 2—3 g durch Waschen mit Wasser gereinigten Zinkstaubes, sowie 2 Tropfen metallischen Quecksilbers hinzu und erhitzt, bis die Flüssigkeit farblos geworden ist. Darauf verfährt man weiter, wie unter a angegeben ist.

Dieses Verfahren ist unsicher, besonders bei nicht hinreichend trockenen Stoffen.

c) **Salpetersäurestickstoff.** Bei der Bestimmung des Salpetersäurestickstoffs in einer wässerigen Lösung verfährt man zweckmäßig nach der Methode von K. Ulsch. In einen etwa 500—600 ccm fassenden Verbrennungskolben, wie er bei der Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl Verwendung findet, bringt man 25 ccm einer wässerigen Salpetersäurelösung mit höchstens 0,5 g Kaliumnitrat oder der äquivalenten Menge eines anderen salpetersauren Salzes, setzt 10 ccm verdünnter Schwefelsäure von 1,35 spezifischem Gewicht (erhalten durch Mischen von ungefähr 2 Volumen Wasser mit 1 Volumen konzentrierter Schwefelsäure) und ferner 5 g des käuflichen Ferrum hydrogenio reductum hinzu. Um Verluste zu vermeiden, hängt man in den Hals des Kolbens ein spitz ausgezogenes, birnförmiges, oben offenes Glasgefäß von 25 ccm Inhalt — ähnlich wie die birnförmigen Glaskugeln, welche zum Bedecken der Glaskolben für die Kjeldahl-Bestimmungen dienen — und füllt dasselbe mit kaltem Wasser, so daß es gleichsam als Rückflußkühler dient.

Durch vorsichtiges Erwärmen mit sehr kleiner Flamme unterhält man eine lebhafte, doch nicht zu stürmische Gasentwickelung und steigert die Hitze in dem Maße, als die Reaktion schwächer wird, so daß nach etwa 4 Minuten, vom Beginn des Erwärmens an gerechnet, die Flüssigkeit unter noch andauernder Gasentwickelung zu sieden beginnt, was an dem Abtropfen des kondensierten Wassers an der Spitze der Birne leicht zu erkennen ist. Nachdem man etwa eine halbe Minute im schwachen Sieden erhalten hat, ist die Reduktion vollständig beendet.

Man verdünnt darauf mit 50 ccm Wasser und destilliert nach Zusatz von 20 ccm Natronlauge von 1,35 spezifischem Gewicht das Ammoniak in der oben unter a angegebenen Weise ab.

Ebenso gute Resultate erhält man nach folgender an der hiesigen Versuchsstation seit Jahren erprobten Methode, welche neuerdings von O. Böttcher mit geringer Abänderung wieder empfohlen worden ist. Die Substanz, welche eine etwa 0,5 g Salpeter entsprechende Menge Salpetersäure enthält, wird in einen 500—600 ccm fassenden Kjeldahl-Kolben gebracht; dazu werden 18—20 g salpetersäurefreies Kalihydrat, 75 ccm Spiritus und je 8—10 g Zink und Eisenstaub, sowie einige Körnchen gereinigte Tierkohle (welche das Schäumen verhütet) gegeben, der Kolben darauf mit dem Destillationsrohr verbunden, welches, wie unter 2a näher angegeben ist, in titrierte Schwefelsäure taucht. Nach 3—4-stündigem Stehen, wenn die erste heftige Wasserstoffentwickelung vorüber ist, wird mit einer ganz kleinen Flamme destilliert; sobald aller Spiritus überdestilliert ist und deutlich Wasserdämpfe übergehen, welche sich als Tropfen in der Destillationsröhre ansetzen, ist die Destillation beendet. Die vorgelegte Schwefelsäure wird in der früher angegebenen Weise mit Natronlauge zurücktitriert.

d) **Ammoniakstickstoff.** Man bestimmt das Ammoniak am besten durch Destillation einer abgewogenen Menge Substanz mit Wasser

und frisch gebrannter Magnesia (auf 1 g Ammonsulfat etwa 3 g Magnesia), indem man das Ammoniak in der unter 2a angegebenen Weise in Schwefelsäure auffängt.

Bei Vorhandensein von freiem Ammoniak neben organischen Stoffen, deren Stickstoff leicht in Ammoniak übergeht (Harn), bestimmt man zweckmäßig den Ammoniakstickstoff vermittelst des Knopschen Azotometers volumetrisch durch Einwirkung von überschüssigem, unterbromigsaurem Alkali; der Verlauf der Reaktion ist folgender:

$$3\,Br\,O\,Na + 2\,NH_3 = 3\,Na\,Br + 3\,H_2O + 2\,N$$

Die Lösung des unterbromigsauren Natriums bereitet man in der Weise, daß man 100 g Ätznatron in 1250 ccm destilliertem Wasser auflöst, die Lösung stark abkühlt und unter fortwährendem Umschütteln 25 ccm Brom hinzufügt. Diese Lauge muß in einer dunklen Flasche aufbewahrt werden, da sie sich am Lichte allmählich zersetzt. 50 ccm derselben vermögen 130—150 ccm Stickstoff aus einer Salmiaklösung zu entwickeln.

Bezüglich der näheren Ausführung der Methode sei auf: J. König, Die Untersuchung landw. und gewerbl. wichtiger Stoffe. Berlin, Verlagsbuchhandlung Paul Parey, 1898. 2. Aufl. S. 136 verwiesen.

Ist der Ammoniakstickstoff neben Salpetersäurestickstoff zu ermitteln, so kann man den Ammoiakstickstoff durch Destillation mit Magnesia und die Salpetersäure nach einer der oben angegebenen Methode bestimmen.

e) **Eiweißstickstoff.** Bestimmung nach Stutzer: 1—2 g der zu untersuchenden, durch ein 1 mm-Sieb gebrachten Substanz werden in einem Becherglase mit 100 ccm Wasser übergossen, zum Sieden erhitzt, bezw. bei stärkemehlhaltigen Substanzen 10 Minuten im Wasserbade erwärmt, dann mit 0,3—0,4 g aufgeschlämmtem Kupferhydroxyd — über die Bereitung desselben vergl. unter Lösungen Nr. 10 am Schluß — versetzt, nach dem Erkalten durch ein Filter von bekanntem Stickstoffgehalt filtriert, der auf dem Filter befindliche Rückstand mit Wasser ausgewaschen und samt Filter noch feucht nach der Methode von Kjeldahl verbrannt.

Ist die Substanz reich an Alkaliphosphat (Samen, Ölkuchen), so daß sich Kupferphosphat und freies, Eiweißstoffe lösendes Alkali bilden kann, so fällt man vor dem Zusatz von Kupferhydroxyd die Phosphate durch wenig Alaunlösung als unlösliche Thonerdephosphate.

Enthalten die Pflanzenstoffe schwer lösliche Alkaloide, so werden 1—2 g der Substanz in einem Becherglase mit 100 ccm absolutem Alkohol und 1 ccm Essigsäure im Wasserbade zum Sieden erhitzt; nach dem Absetzen der Substanz wird die Flüssigkeit mit möglichster Vorsicht filtriert, so daß nichts oder nur ganz minimale Mengen von dem Ungelösten mit aufs Filter gelangen; dann wird das Filter, um gelöstes Fett zu entfernen, mit wenig erwärmtem Alkohol ausgewaschen, die im Becherglase befindliche Substanz mit 100 ccm Wasser zum Sieden erhitzt — bezw. bei stärkemehlhaltigen Substanzen 10 Minuten im Wasserbade erwärmt, hierauf wie oben mit 0,3—0,4 g Kupfer-

hydroxyd versetzt, der Niederschlag nach dem Erkalten auf das bereits benutzte Filter gebracht, mit Wasser ausgewaschen ꝛc.

Die Differenz aus dem Gesamtstickstoff und dem Eiweißstickstoff giebt uns den Gehalt an Nichteiweißverbindungen (Ammoniak, Amid- und Säureamidstickstoff.

3. Bestimmung des Fettes.

Unter Fett versteht man den Extrakt, welchen man durch Ausziehen der wasserfreien Substanz mit wasserfreiem d. h. über Natrium oder Natriumamalgam destillierten Äther erhält.

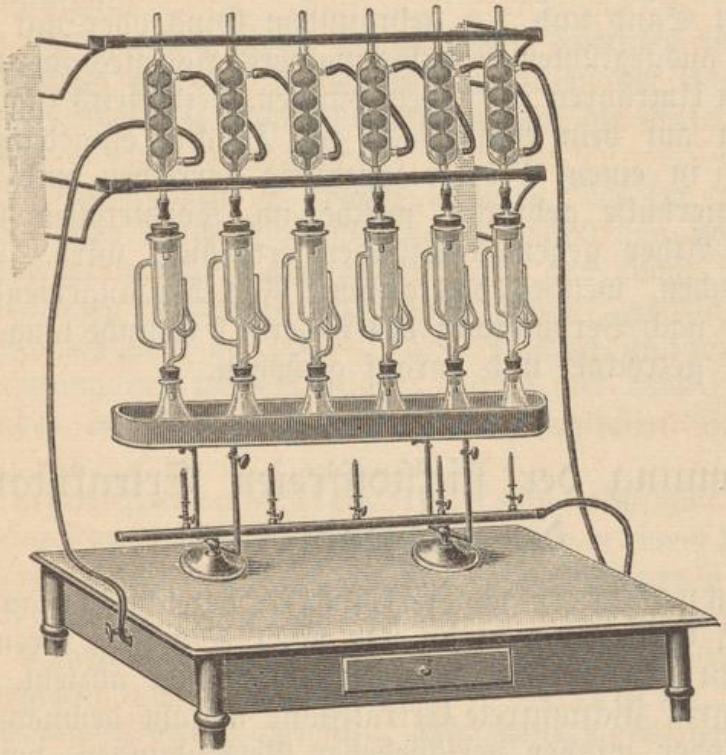


Fig. 3. Vorrichtung für Fettextraktionen im Wasserbade.

Zur Bestimmung des Fettes bei festen Substanzen werden 5 oder 10 g der gemahlenen oder gut gepulverten Substanz in eine aus fettfreiem Fließpapier hergestellte Patrone gebracht. Die Patrone wird in der Weise hergestellt, daß man um ein cylindrisches Holzstück, dessen Durchmesser 4 mm geringer ist als die Weite des Extraktionscylinders, ein Stück Filtrierpapier 2mal herumrollt, über die ebene Basis des Holzcylinders ein dem Durchmesser desselben entsprechendes Stück der gebildeten Rolle hervorstehen läßt, dieses ähnlich, wie man ein Packet schließt umbiegt und den gebildeten Boden der Hülse durch kräftiges Aufdrücken ebnet. Nach dem Einfüllen der Substanz wird die Patrone durch Umbiegen der überstehenden Papierränder geschlossen. Benutzt man die von Schleicher und Schüll in Düren

hergestellten Papierpatronen, so schließt man die obere Öffnung durch entfettete Baumwolle.

Die so mit Substanz beschickte Patrone wird 2—3 Stunden im Wassertrockenschrank bei 95° getrocknet, dann in einen Soxhletschen Extraktionsapparat (Fig. 3) gebracht und bis zur Erschöpfung (4 bis 6 Stunden) mit wasserfreiem Äther ausgezogen. Aus dem vorher tarierten, die Ätherflüssigkeit entfaltenden Kölbchen wird der Äther durch Destillation entfernt, das Kölbchen im Dampftrockenschrank während 1—2 Stunden getrocknet, im Exsikkator erkalten gelassen und zurückgewogen. Die Gewichtszunahme giebt uns den in der angewendeten Menge vorhandenen Fettgehalt.

Bei sirupartigen oder flüssigen Substanzen (Milch) werden 20—25 g im Hoffmeisterschen Glasschälchen mit etwa 10 g ausgeglühtem Sand und 1 g gebranntem Gips oder mit entsprechenden Mengen ausgeglühten Bimssteinpulvers, Asbestes oder Glaspulvers unter öfterem Umrühren mit einem dünnen, beiderseits zugeschmolzenen Glasröhrchen auf dem Wasserbade zur Trockne eingedampft, Schale nebst Inhalt in einem Mörser sorgfältig zerrieben und das Pulver in eine Papierhülse gebracht, welche im Soxhletschen Extraktionsapparat mit Äther gegen 5 Stunden extrahiert wird. Das vorher tarierte Kölbchen, welches das gesamte Fett der angewendeten Milch enthält, wird nach Verdunstung des Äthers 1 Stunde lang im Dampftrockenschrank getrocknet und darauf gewogen.

4. Bestimmung der stickstofffreien Extraktstoffe bezw. der Kohlenhydrate.

Als stickstofffreie Extraktstoffe bezeichnet man den Rest, welcher übrig bleibt, wenn man von einer Substanz ihren Gehalt an Wasser, Rohprotein, Rohfett, Rohfaser und Asche abzieht.

Der Begriff stickstofffreie Extraktstoffe umfaßt demnach eine ganze Reihe mehr oder minder verschiedener Verbindungen, von denen die wichtigsten und verbreitetsten die Zuckerarten, Dextrine und die Stärke sind; außerdem gehören hierher die Pflanzengummis, Pflanzenschleime, Pflanzensäuren, ferner die Pektin-, Bitter-, Farbstoffe und dergl. Gewöhnlich werden die stickstofffreien Stoffe, wie oben angegeben, aus der Differenz berechnet. Vielfach ist jedoch auch eine Bestimmung einer oder mehrerer zu dieser Gruppe gehöriger, gut charakterisierter chemischer Verbindungen erforderlich. Ich beschränke mich hier auf die nachfolgenden Bestimmungen.

a) **Bestimmung der Gesamtmenge der in Wasser löslichen Stoffe.** 10—20 g des zu extrahierenden Materiales werden in einer Kochflasche 8—10 mal mit je 200—300 ccm Wasser, die ersten 3 Male im Wasserbade bei 50° C. und sodann in der Siedehitze jedesmal eine halbe Stunde behandelt, unter steter Erneuerung des verdunsteten Wassers — stärkemehlhaltige Stoffe werden nur mit kaltem

Wasser ausgezogen —. Nach jedesmaligem Kochen wird die Flüssigkeit rasch vom Rückstand getrennt, schließlich die sämtlichen Flüssigkeiten auf ein bestimmtes Volumen aufgefüllt und alsdann durch große Faltenfilter, die man durchstößt und erneuert, sobald sie nicht mehr rasch durchlaufen lassen, oder besser mit Hilfe der Bunsenschen Pumpe möglichst schnell filtriert.

Es ist besonders wichtig, daß nach dem jedesmaligen Kochen die Trennung der Flüssigkeit von dem Rückstande recht schnell erfolgt und überhaupt die ganze Operation des Extrahierens an einem Tage vollendet wird, weil man sonst, zumal im Sommer, Gefahr läuft, den Extrakt verschimmeln zu sehen, bevor man die weitere Verarbeitung desselben vornehmen kann.

In dem filtrierten wässerigen Rohextrakt sind folgende Bestimmungen auszuführen:

1. Durch Eindampfen eines Teiles dieses Filtrates in einer gewogenen Platinschale auf dem Wasserbade, Trocknen bei 100—105° C. und Wägen von Schale + Rückstand erhält man die Gesamtmenge der in Wasser löslichen Stoffe.

Da manche Substanzen in Wasser lösliche, flüchtige Stoffe enthalten, so findet man durch Eindampfen der wässerigen Lösung leicht zu wenig. Man kann sich in solchem Falle in der Weise helfen, daß man den unlöslichen Rückstand auf einem vorher getrockneten und gewogenen Filter sammelt, bei 100—105° C. trocknet und wieder wägt. Bei der Berechnung der wasserlöslichen Stoffe aus dem Extraktionsrückstand ist aber der Wassergehalt der ursprünglichen Substanz zu berücksichtigen.

2. Bestimmung des Stickstoffs. Ein aliquoter Teil des Auszuges (2—3 g Trockensubstanz entsprechend) wird in einem Kjeldahl-Verbrennungskolben unter Ansäurung mit Schwefelsäure über kleiner Flamme bis auf 20—30 ccm eingekocht, darauf mit 20 ccm Kjeldahl-Schwefelsäure versetzt und damit zur Bestimmung des Stickstoffs wie unter 2 a angegeben weiter verfahren.

3. Bestimmung der Rohasche. Der unter a erhaltene Trockenrückstand wird vorsichtig eingeäschert und der Rückstand gewogen. Enthält die Asche kohlige Teilchen, so müssen dieselben abgeschieden und bestimmt werden.

4. Bestimmung der zuckerartigen und gummiartigen Substanzen. Man verdampft 500—1000 ccm des wässerigen Extraktes auf dem Wasserbade, aber möglichst rasch (am besten im luftverdünnten Raume) zur Trockne. Der noch feuchte Rückstand wird mit Weingeist (80—85 %) wiederholt und so lange ausgekocht, als derselbe noch gefärbt wird. Die filtrierte weingeistige Lösung wird mit Wasser versetzt und der Alkohol durch Erhitzen auf dem Wasserbade verdampft, die wässerige Lösung, wenn nötig durch Tierkohle filtriert, um sie möglichst zu entfärben und hierauf durch Zusatz von Wasser auf ein bestimmtes Volumen gebracht.

aa) In einem abgemessenen Teile bestimmt man direkt die Menge der Fehlingsche Kupferlösung direkt reduzierenden Zucker-

arten (Invertzucker, Dextrose, Lävulose, Maltose, Milchzucker ꝛc.) und zwar entweder auf maß- oder gewichtsanalytischem Wege.

Bei der maßanalytischen Methode bringt man 25 ccm Kupferlösung und 25 ccm der alkalischen Seignettesalzlösung (vergl. Lösungen Nr. 11 am Schluß) in einer tiefen Porzellanschale zum Kochen und setzt dann von der betreffenden Zuckerlösung so lange zu, bis nach einer der Zuckerart entsprechenden Kochdauer die Lösung nicht mehr blau ist. Die Kochdauer ist für Traubenzucker, Invertzucker und Lävulose 2 Minuten, für Maltose 4 und für Milchzucker 6 Minuten. Auf diese Weise wird vorläufig ungefähr festgestellt, wie viel Kubikcentimeter der Zuckerlösung 50 ccm der Fehlingschen Lösung entsprechen, bezw. wie viel Prozent ungefähr die betreffende Zuckerlösung enthält. Durch Verdünnen oder Eindampfen muß darauf die Lösung ungefähr 1-prozentig gemacht werden.

Ist dies geschehen, so erhitzt man wieder 50 ccm Fehlingsche Lösung zum Kochen und giebt nun von der auf ca. 1 % gestellten Zuckerlösung so viel zu, als der Menge entspricht, welche beim Vorversuch die Fehlingsche Lösung vollständig reduziert hatte. Es wird dann so lange gekocht, als für die betreffende Zuckerart erforderlich ist, worauf man die ganze Flüssigkeit auf ein großes, aber dichtes Faltenfilter giebt. Es muß beim Filtrieren vor allem darauf geachtet werden, daß nicht etwa Spuren von feinflockigem Kupferoxydul durch das Filter gehen; am besten überzeugt man sich davon, indem man das Filtrat einige Zeit stehen läßt und dann umschwenkt, durch welche Manipulation der Kupferoxydul-Niederschlag sich in der Mitte sammelt. Ist das Filtrat noch blau oder grünlich, so ist selbstverständlich noch Kupfer in Lösung und es bedarf keiner Prüfung. Ist das Filtrat dagegen gelb, so muß es auf Kupfer geprüft werden.

Dies geschieht, indem man das Filtrat mit Essigsäure ansäuert und mit frisch bereiteter Ferrocyankaliumlösung versetzt. Dunkle Rotfärbung zeigt eine größere Menge, Rosafärbung nur Spuren von Kupfer an; das Ausbleiben deutet auf eine vollständige Reduktion des Kupfers und damit auf einen Überschuß der Zuckerlösung hin. Um den Punkt zu finden, bei welchem die Zuckerlösung eben hinreicht, um sämtliches Kupfer auszufällen, muß nun mit der Titration so lange fortgefahren werden, bis von 2 aufeinander folgenden Titrationen die eine eben noch eine Spur Kupfer anzeigt, während die darauffolgende, mit einer um 0,1 ccm vermehrten Menge Zuckerlösung ausgeführte Titration eine vollständige Reduktion ergiebt. Die wahre, 50 ccm Fehlingsche Lösung genau reduzierende Menge der Zuckerlösung liegt mitten zwischen den zwei Resultaten. Die in der angewendeten Anzahl Kubikcentimeter der Zuckerlösung enthaltene Menge der betreffenden Zuckerart berechnet sich leicht aus den von Soxhlet für die verschiedenen Zuckerarten gefundenen Reduktionsverhältnissen, wonach in ca. 1prozent. Lösungen 50 ccm Fehlingsche Lösung entsprechen:

= 0,2375 g Traubenzucker,
= 0,2470 „ Invertzucker.

= 0,2572 g Lävulose,
= 0,3890 „ Maltose,
= 0,3380 „ krystallisiertem Milchzucker.

Bei gefärbten Flüssigkeiten läßt sich im Filtrat der Eintritt der Reaktion mit Ferrocyankalium schlecht oder nicht erkennen. Soxhlet hat dafür folgendes Verfahren angegeben. Das Filtrat wird mit einigen Tropfen Zuckerlösung versetzt, etwa 1 Minute lang gekocht und dann 3—4 Minuten stehen gelassen. Gießt man vorsichtig ab, so ist ein Niederschlag entweder sofort oder dann zu erkennen, wenn man mit einem um einen Glasstab gewickelten Stück Filtrierpapier über den Boden wischt, welches durch am Boden haftende Spuren Kupferoxydul rot gefärbt wird.

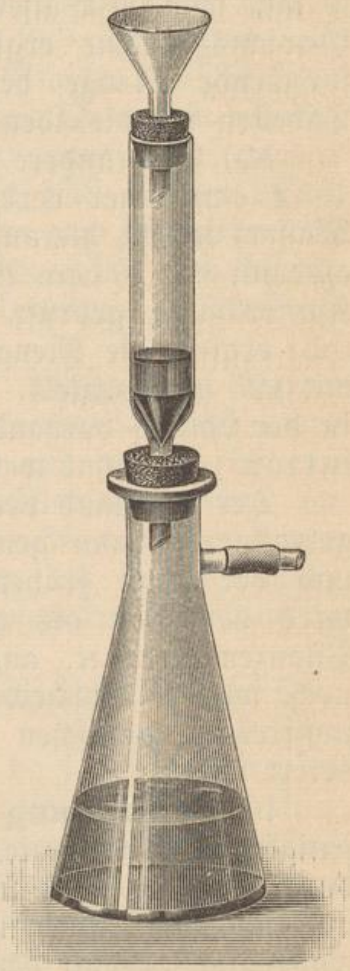


Fig. 4. Vorrichtung für Zuckerbestimmung.

Bei der gewichtsanalytischen Bestimmung erhitzt man die Fehlingsche Lösung in einer Porzellanschale oder einem Becherglase zum Kochen, fügt darauf die bestimmte Menge der Zuckerlösung zu, und kocht so lange weiter, wie für die betreffende Zuckerart vorgeschrieben ist; darauf wird sofort filtriert. Zum Filtrieren bedient man sich des Soxhletschen Asbestfilterröhrchens (Fig. 4). Dieses stellt man sich her, indem man ein etwa 10 cm langes Stück Verbrennungsrohr an dem einen Ende etwa zur halben Stärke auszieht. In den Hals bringt man dann einen kurzen Pfropfen von Glaswolle und darauf weichen, mit Natronlauge und Salpetersäure behandelten, gut ausgewaschenen Asbest. Dieser darf weder zu locker noch zu fest angedrückt sein, da im ersteren Falle Kupferoxydul mit durchgerissen wird, im anderen Falle das Filter zu langsam filtriert. Der mit heißem Wasser ausgewaschene Asbest wird mit Alkohol und dann mit Äther nachgewaschen und zum Schluß das Röhrchen samt Asbest unter Durchsaugen von Luft ausgeglüht. Es ist damit für den Gebrauch fertig und wird nach jedesmaliger Benutzung dadurch wieder gebrauchsfähig gemacht, daß man es mit Salpetersäure, dann mit heißem Wasser, Alkohol und Äther auswäscht und wieder trocknet. Das ausgeglühte und im Exsikkator erkaltete Röhrchen wird vor jedesmaligem Gebrauch gewogen.

Beim Filtrieren setzt man mittelst eines Korkes ein Trichterchen auf, giebt vorerst etwas heißes Wasser auf das Asbestfilter und dann die Fehlingsche Lösung mit dem Kupferoxydul. Die letzten Reste desselben werden mit einem Federchen von der Gefäßwandung gelöst und

mit heißem Wasser nachgespült, mehrere Male mit heißem Wasser nachgewaschen, darauf mit Alkohol und zuletzt mit Äther die größte Menge des Wassers entfernt. Nach vollständigem Trocknen verbindet man das Röhrchen so mit einem Wasserstoff-Entwickelungs-Apparat, daß das getrocknete Wasserstoffgas durch ein am oberen Ende des Filterröhrens mittelst eines gut schließenden Korkes aufsitzendes engeres Röhrchen eintritt und durch das schräg nach abwärts geneigte Filterröhrchen hindurchgeht. Nach einiger Zeit, wenn die Luft ausgetrieben, erhitzt man den Asbestpfropfen mäßig, worauf die Reduktion des Kupferoxyduls zu metallischem Kupfer stattfindet. Sind die bei der Reduktion auftretenden Wassertropfen verdampft und ist sämtliches Kupfer mattrot, so läßt man im Wasserstoffstrome erkalten und wägt dann sogleich. Die Gewichtszunahme ergiebt die Menge des Kupfers; die diesem entsprechende Menge der betreffenden Zuckerart findet man in den Tabellen für dieselben angegeben.

bb) Eine andere Portion der Lösung (etwa 50 ccm) wird mit 1—2 ccm einer verdünnten Schwefelsäure (1 T. H_2SO_4 auf 5 T. Wasser) versetzt, hierauf 2—3 Stunden lang auf dem Wasserbade erhitzt, alsdann mit 10 ccm Bleiessig versetzt und ebenfalls mit der Fehlingschen Kupferlösung geprüft. Die Differenz im Zuckergehalt von (aa) und (bb) ergiebt die Menge des Rohrzuckers, wenn man jene Differenz mit 0,95 multipliziert. Sind keine sonstigen optisch aktiven Verbindungen in der Lösung vorhanden, so kann der Rohrzucker auch durch Polarisation[1]) bestimmt werden.

Der Rückstand von der Behandlung mit Weingeist wird bei 100° getrocknet, sodann gewogen und eingeäschert. Nach Abzug der Asche und der schon früher ihrer Menge nach ermittelten Proteïnstoffe, wird der Rest als gummiartige Substanz im Gemenge mit Pflanzensäuren[1]) ꝛc. anzusehen sein. Inwiefern dieses Gemenge eine noch weitere Abscheidung oder Charakterisierung der einzelnen stickstofffreien organischen Bestandteile zuläßt, kann hier nicht weiter erörtert werden.

b) **Bestimmung der Stärke.** Als Stärke bezeichnen wir diejenigen Kohlenhydrate, welche in kaltem Wasser unlöslich sind, aber durch Diastase oder überhitzten Wasserdampf löslich gemacht werden und nach der Inversion Fehlingsche Lösung reduzieren. Da das Umwandelungsprodukt der Stärke Dextrose ist, wird der Reduktionswert der Zuckerlösung nach Fr. Soxhlet oder F. Allihn ermittelt und auf Dextrose berechnet, deren Menge mit 0,9 multipliziert die vorhandene Stärkemenge ergiebt.

Unter den vorgeschlagenen Methoden sind erwähnenswert:

Die Methode von M. Maercker und A. Morgen: 3 g der zur Analyse vorbereiteten, sehr fein gepulverten Substanz werden mit 50 ccm Wasser in einem kleinen cylindrischen, etwa 100 ccm

---

[1]) Vergl. J. König: Die Untersuchung landwirtsch. u. gewerbl. wichtiger Stoffe. Berlin, Verlagsbuchhandlung Paul Parey 1898. 2. Aufl. S. 215.

fassenden Metallgefäß 20 Minuten durch Einstellen in kochendes Wasser verkleistert, sodann auf 70° abgekühlt, mit 5 ccm Malzextrakt (100 g Grünmalz auf 500 ccm Wasser) versetzt und 20 Minuten zur Verflüssigung des Stärkemehls in einem Wasserbade bei 70° gehalten. Alsdann fügt man 5 ccm einer 1prozent. Weinsäure hinzu (die Flüssigkeit enthält alsdann etwa 0,1% Weinsäure), bringt das mit einem Metallschälchen zugedeckte Gefäß in einen Soxhletschen Dampftopf und erhitzt ½ Stunde auf 3 Atmosphären. Nach dem Erkalten und Öffnen des Wassertopfes senkt man das Gefäß wieder in das 70° warme Wasserbad und versetzt den Inhalt mit 5 ccm Malzextrakt; nach 20 Minuten ist nunmehr alles Stärkemehl mit Sicherheit gelöst. Man spült den Inhalt des Metallgefäßes in einen 250 ccm-Kolben, filtriert nach etwa ¼ Stunde ab und invertiert 200 ccm hiervon mit 15 ccm Salzsäure von genau 1,125 spezifischem Gewicht durch Erhitzen im Wasserbade. Nach dreistündigem Kochen ist diese Operation beendet; man bringt die invertierte Flüssigkeit in eine 500 ccm-Flasche, neutralisiert die Salzsäure mit Kali- oder Natronlauge, füllt bis zur Marke auf und verwendet von dieser Lösung 50 ccm zur Reduktion der Fehlingschen Lösung. Diese 50 ccm entsprechen 0,24 g Substanz; natürlich ist der den zugesetzten 10 ccm Malzauszug entsprechende Dextrosewert zu berücksichtigen.

Zur Bestimmung des Dextrosewertes im Malzauszug werden 50 ccm desselben mit 150 ccm Wasser und 15 ccm Salzsäure invertiert, dann neutralisiert, auf 250 ccm gebracht und hiervon 50 ccm = 10 ccm ursprünglichem Malzauszug zur Reduktion verwendet. Bei Verwendung von 10 ccm Malzauszug sind in 50 ccm der invertierten Lösung von der Stärkemehlbestimmung (in 3 g Substanz) 0,8 ccm Malzauszug enthalten, deren Dextrosewert in Abzug zu bringen ist.

Die Methode der Verzuckerung der Stärke durch Diastase umgeht das Erhitzen im Dampftopf.

In der zu untersuchenden Substanzmenge darf der Stärkegehalt nicht über 2 g betragen. Die feingemahlene Substanz wird in einer Reibschale mit lauwarmem Wasser angerieben, damit sich keine Klümpchen bilden, darauf das Ganze mit soviel Wasser, daß die Gesamtmenge desselben etwa 100 ccm beträgt, in einen 200 ccm-Kolben gespült. Durch Erwärmen im Wasserbade wird die Stärke verkleistert; nach der Abkühlung auf 50—60° giebt man 15 Tropfen einer Diastaselösung (Lösungen Nr. 12 am Schluß) hinzu. Darauf wird 2 Stunden auf 50—60° erwärmt, auf 200 ccm aufgefüllt und filtriert. 100 ccm des Filtrates werden darauf mit 10 ccm Salzsäure vom spezifischen Gewichte 1,125 3 Stunden lang im kochenden Wasserbade erhitzt, das Ganze mit Natronlauge bis zur schwach sauren Reaktion neutralisiert und auf 250 ccm aufgefüllt. In 25 ccm dieser Lösung wird die Dextrose wie oben angegeben bestimmt. Der Zuckergehalt der Diastaselösung ist sehr gering und kann vernachlässigt werden.

Diese Methode ist weniger empfehlenswert, wie die erstere und

muß man sich bei der Anwendung davon überzeugen, daß in dem ausgewaschenen Rückstande der Filtration unter dem Mikroskop durch Jod keine ungelöste Stärke mehr nachweisbar ist.

5. Bestimmung der Rohfaser.

Unter Rohfaser oder Holzfaser versteht man den Rest an organischer Substanz, welcher verbleibt, wenn man 3 g der feingepulverten Substanz — bei fettreichen Stoffen nach dem Entfetten — nach einander je $^1/_2$ Stunde mit $1^1/_4$prozent. Schwefelsäure und $1^1/_4$prozent. Kalilauge kocht.

Man verfährt zweckmäßig nach folgender Vorschrift:

3 g Substanz werden in einer Porzellanschale, welche bis zu einer im Innern angebrachten kreisförmigen Marke 200 ccm Flüssigkeit faßt, mit 200 ccm $1^1/_4$prozent. Schwefelsäure (von einer Lösung, welche 50 g konzentrierter Schwefelsäure im Liter enthält, nimmt man 50 ccm und setzt 150 ccm Wasser hinzu) genau $^1/_2$ Stunde unter Ersatz des verdampfenden Wassers gekocht, darauf sofort durch ein dünnes Asbestfilter filtriert und mit heißem Wasser hinreichend ausgewaschen. Darauf spült man das Filter mit seinem Inhalt in die Schale zurück, giebt 50 ccm Kalilauge hinzu, welche 50 g Kalihydrat im Liter enthält, füllt bis zur Marke der Schale auf, kocht wiederum genau $^1/_2$ Stunde unter Ersatz des verdampfenden Wassers, filtriert durch ein neues Asbestfilter und wäscht mit einer reichlichen Menge kochenden Wassers und darauf nach Entfernung des Filtrats aus der Saugflasche und nach Abkühlung der Flasche je 2—3mal mit Alkohol und Äther nach. Das alsdann sehr bald lufttrockene Filter nebst Inhalt bringt man verlustlos in eine ausgeglühte Platinschale und trocknet 1 Stunde bei 100—105° C. Nach dem Erkalten im Exsikkator wird die Schale gewogen, darauf kräftig geglüht, bis kein Aufleuchten von verbrennenden Rohfaserteilchen mehr stattfindet, dann im Exsikkator wieder erkalten gelassen und schnell gewogen. Die Differenz zwischen der ersten und zweiten Wägung ergiebt die Menge der in 3 g Substanz vorhandenen Rohfaser.

6. Bestimmung der Asche (Mineralstoffe).

5—10 g Substanz werden in einer ausgeglühten und darauf gewogenen Platinschale zunächst mit kleiner Flamme verascht, dann die Asche mit heißem Wasser ausgelaugt, die Lösung durch ein Filter von bekanntem Aschengehalt filtriert, der Rückstand mit wenig Wasser ausgewaschen, getrocknet und vollständig verascht. Nach dem Erkalten wird das obige Filtrat zu dem Rückstand hinzugefügt, darauf etwas Ammoniumkarbonat zugesetzt, auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft, schwach geglüht und nach dem Erkalten gewogen. Man erhält so die Rohasche. Dieselbe wird in 10prozent. Salzsäure gelöst. Der bei der Filtration verbleibende Rückstand wird $^1/_2$ Stunde mit

einer kalt gesättigten Lösung von Natriumkarbonat unter Zusatz von etwas Natronlauge in einer Platinschale gekocht; dabei geht die Kieselsäure in Lösung, während der Sand zurückbleibt. Durch Ansäuern mit Salzsäure, Eindampfen der filtrierten Lösung und Wägen des Rückstandes erhält man die lösliche Kieselsäure, durch Glühen und Wägen des Rückstandes den Sand. Die Differenz von Rohasche und Sand giebt uns die Reinasche.

Zur **Bestimmung der einzelnen Mineralstoffe** verwendet man die durch Kochen der Rohasche in Salzsäure erhaltene Lösung.

a) **Eisenoxyd und Thonerde.** Die Lösung wird durch Zusatz von kohlensaurem Natron annähernd neutralisiert, bis eine schwache Trübung entsteht, dann macht man die Lösung durch einige Tropfen Salzsäure wieder klar, erhitzt zum Kochen, fügt einen Überschuß von essigsaurem Natron hinzu und setzt das Kochen eine Zeitlang fort, bis sich die ganze Menge des Eisenoxydes und der Thonerde als basisch essigsaure Salze bezw. Phosphate abgeschieden hat. Der Niederschlag wird filtriert, zur vollständigen Abscheidung des Eisenoxydes und der Thonerde wieder in Salzsäure gelöst und von neuem mit essigsaurem Natron gefällt, darauf filtriert und mit heißem Wasser gut ausgewaschen; die Filtrate und Waschwässer der ersten und zweiten Fällung werden vereinigt. Der Niederschlag wird noch feucht in verdünnter Schwefelsäure gelöst und die Lösung in zwei Teile geteilt. Die eine Hälfte wird mit Ammoniak gefällt, der Niederschlag abfiltriert und ausgewaschen und als Eisenoxyd und Thonerde bezw. als Phosphat dieser Oxyde gewogen. Die zweite Hälfte bringt man in einen Glaskolben, leitet einige Zeit Kohlensäure über die Flüssigkeit, um die Luft zu verdrängen, reduziert das Eisenoxyd mit chemisch reinem Zink zu Eisenoxydul und titriert letzteres nach dem Erkalten der Flüssigkeit mit $^1/_{10}$-Normal-Chamäleonlösung. Bringt man die sich aus dem Verbrauch an Chamäleonlösung berechnende Menge Eisenoxyd und die Menge der anderweitig bestimmten Phosphorsäure von dem Ammoniakniederschlag in Abzug, so verbleibt als Rest die Thonerde.

b) **Mangan.** In der von dem Eisen-Thonerde-Niederschlag (a) abfiltrierten schwach essigsauren Flüssigkeit wird, nachdem dieselbe etwas, aber nicht zu stark konzentriert worden ist, das etwa vorhandene Mangan ermittelt, durch gelindes Erwärmen unter Zusatz von unterchlorigsaurem Natrium oder indem man Chlorgas durch die auf 60—70° erhitzte Flüssigkeit bis zur Sättigung derselben hindurchleitet.

Die Flüssigkeit darf hierbei keine Spur von Ammonsalz enthalten (Chlorstickstoff!). Wendet man unterchlorigsaures Natrium oder auch eine Auflösung von Brom in Natronlauge an, so ist zu beachten, daß eine Neutralisation der Säure stattfinden kann, also oftmals ein weiterer Zusatz von Essigsäure nötig ist.

Das Mangan wird durch Chlor ꝛc. als voluminöses, braunschwarzes Superoxyd ausgeschieden; man filtriert dasselbe ab, wäscht gut aus, löst es nach dem Trocknen möglichst vollständig von dem

Filter ab, verbrennt das letztere und behandelt das Ganze mit Salzsäure. Die so dargestellte Lösung wird, nachdem die Salzsäure großenteils verdampft worden ist, mit Wasser verdünnt und mit kohlensaurem Ammon schwach übersättigt, sodann 12 Stunden lang an einem warmen Orte stehen gelassen, hierauf das ausgefällte kohlensaure Mangan abfiltriert, mit heißem Wasser ausgewaschen, nach dem Verbrennen des Filters bis zum konstanten Gewicht des Rückstandes geglüht und dieser als Manganoxyduloxyd in Rechnung gebracht.

Bei Anwendung von kohlensaurem Natrium anstatt des kohlensauren Ammons muß man Filtrat und Waschflüssigkeit zur Trockne eindampfen, den Rückstand mit Wasser aufnehmen und die hierbei ungelöst bleibenden Flocken von Manganoxyd auf einem besonderen Filter sammeln, auswaschen und mit dem Hauptniederschlag glühen; die geglühte Masse ist dann noch mit siedendem Wasser wiederholt auszuziehen, auf einem kleinen Filter auszuwaschen und wiederum zu glühen, bis das Gewicht konstant bleibt.

c) **Kalk.** Die von dem Mangansuperoxyd abfiltrierte Flüssigkeit erhitzt man bis zum Sieden, neutralisiert mit Ammoniak und fällt den Kalk mit oxalsaurem Ammon in der Siedehitze, läßt 12 Stunden stehen, filtriert und wäscht mit heißem Wasser aus. Der Kalk kann bestimmt werden als:

α) kohlensaures Calciumoxyd ($CaCO_3$), indem man das oxalsaure Calciumoxyd über einem gewöhnlichen Bunsenbrenner verbrennt. Das so gebildete Calciumcarbonat verliert beim schwachen Glühen keine Kohlensäure. Zur Sicherheit wird dasselbe jedoch mit kohlensaurem Ammon behandelt, indem man kleine Stückchen davon in den Tiegel wirft und bei aufgelegtem Deckel erhitzt, bis das Gewicht des kohlensauren Calciumoxyds nach wiederholter Operation unverändert bleibt.

β) schwefelsaures Calciumoxyd ($CaSO_4$), indem man zweckmäßig schon zu dem Calciumoxalat die Schwefelsäure zusetzt, darauf nach dem Verbrennen des Filters den Rückstand glüht, nochmals etwas Schwefelsäure zusetzt und abermals glüht. Man erhält auch das Calciumsulfat, wenn man das Calciumcarbonat mit Ammoniumsulfat erhitzt.

γ) Calciumoxyd (CaO), indem man das Calciumoxalat im bedeckten Tiegel auf dem Gebläse bis zum konstanten Gewicht glüht.

Wenn neben dem Kalk ziemlich viel Magnesia vorhanden ist, so muß man das Calciumoxalat auf dem Filter in Salzsäure lösen und aus dieser Lösung unter Zusatz von etwas oxalsaurem Ammon durch Übersättigen mit Ammoniak nochmals fällen; die Filtrate von beiden Fällungen werden sodann mit einander vereinigt und dienen zur Bestimmung der

d) **Magnesia.** Nach dem Eindampfen der Filtrate wird in der erkalteten Lösung die Magnesia mit phosphorsaurem Natron gefällt; durch Umrühren beschleunigt man die Fällung. Darauf setzt man noch $^1/_3$ des Volumens Ammoniak von 0,96 spezifischem Gewicht hinzu und läßt 12 Stunden an einem kühlen Orte stehen; sodann wird filtriert, mit ammoniakhaltigem Wasser (1 Teil Ammoniak von 0,96 spezifischem

Gewicht und 3 Teile Wasser) ausgewaschen, getrocknet, erst über gewöhnlicher Flamme das Filter weiß gebrannt, dann 5 Minuten im Gebläse geglüht und als Magnesiumpyrophosphat ($Mg_2P_2O_7$) gewogen.

e) **Phosphorsäure.** Zur Bestimmung der Phosphorsäure wird die ursprüngliche salzsaure Lösung eingedampft, der Rückstand mit Salpetersäure aufgenommen, wieder eingedampft und die Operation noch zweimal wiederholt;[1]) schließlich wird der Rückstand mit Salpetersäure aufgenommen und in dieser Lösung die Phosphorsäure durch Ammonmolybdat gefällt (auf 0,19 g Phosphorsäure nicht unter 50 ccm Molybdänlösung). Die mit Molybdänlösung versetzte Flüssigkeit wird bei 60—80° C. 3 Stunden lang im Wasserbade digeriert und mindestens 3 Stunden lang der Abkühlung überlassen und darauf filtriert. Den Niederschlag wäscht man mittelst wiederholter Dekantation im Becherglase durch ein kleines Filter mit einer Flüssigkeit, welche aus 100 Teilen der obigen Molybdänlösung, 20 Teilen Salpetersäure von 1,2 spezifischem Gewicht und 80 Teilen Wasser hergestellt ist, oder mit einer Ammonitratlösung (vergl. Lösungen Nr. 7) oder mit verdünnter Salpetersäure aus, bis die Kalkreaktion vollkommen verschwunden ist.[2])

Der Trichter mit dem darauf befindlichen geringen Teil des gelben Niederschlages wird, nachdem das Filter mit einer der obigen Flüssigkeiten ebenfalls vollständig ausgewaschen worden ist, alsdann auf das Becherglas, in dem das Ausfällen stattfand, gebracht, das Filter mit möglichst wenig erwärmtem Ammoniakwasser (1 Teil Ammoniak und 3 Teile Wasser) so lange behandelt, bis sich der Niederschlag vollkommen gelöst hat, und dann mit heißem Wasser genügend (7—8mal) ausgewaschen; sollte hierdurch nicht genügend Ammoniak in das darunter befindliche Gefäß zum Lösen des gelben Niederschlages gekommen sein, so setzt man so viel hinzu, bis sich der Niederschlag eben auflöst.

Wagner durchsticht das den Niederschlag enthaltende Filter und wäscht mit ca. 100 ccm $2^1/_2$prozentigen Ammoniaks aus.

In allen Fällen muß die Lösung vollkommen klar sein.

In der so hergestellten Lösung geschieht die Fällung der Phosphorsäure in folgender Weise:

1. Methode von Fresenius: Die Lösung wird mit Salzsäure vorsichtig neutralisiert, so daß sie nicht mehr als 70 ccm beträgt; man setzt nun 6—8 ccm Ammoniak vom spezifischen Gewicht 0,925

---

[1]) Es darf die salzsaure Lösung nicht ammoniakalisch und darauf salpetersauer gemacht werden, da bei der nachfolgenden Erwärmung der mit Molybdänlösung versetzten Lösung sich das Chlorammonium mit der Salpetersäure zu salpetersaurem Ammon und Salzsäure umsetzt und die Salzsäure bezw. das weiterhin entstehende Königswasser auf den Niederschlag von phosphormolybdänsaurem Ammon lösend wirken bezw. die Bildung dieses Niederschlages beeinträchtigen.

[2]) Die Prüfung auf Kalk erfolgt durch Versetzen von 1 ccm des Waschwassers mit durch ein wenig Schwefelsäure angesäuerten Alkohol; es darf hierdurch keine Trübung entstehen.

hinzu, alsdann nach dem Abkühlen tropfenweise unter stetem Umrühren 20 ccm Magnesiamixtur und schließlich noch so viel unverdünntes Ammoniak, daß die Menge der im ganzen zugesetzten Ammoniakflüssigkeit (inkl. der zuerst zugesetzten) etwa $^1/_4$ der Flüssigkeit beträgt, also gewöhnlich etwa 20 ccm.

2. Methode von Maercker: Die warme ammoniakalische Lösung wird möglichst scharf mit Salzsäure neutralisiert, abgekühlt, sofort tropfenweise mit 20 ccm Hallenser Magnesiamixtur (mit einem höheren Ammoniak- und Chlorammonium-Gehalt) ausgefällt und mit 25 ccm 5prozent. Ammoniakflüssigkeit versetzt.

3. Methode von Wagner: Die ammoniakalische Lösung wird nach dem Abkühlen tropfenweise unter stetem Umrühren mit 15 ccm Magnesiamixtur versetzt.

In allen Fällen kann der Niederschlag nach 4stündigem Stehen — Fresenius verlangt 12, Maercker 2 und Wagner 1—2 Stunden — abfiltriert werden; derselbe wird dann mit $2^1/_2$prozent. Ammoniakflüssigkeit bis zum Verschwinden der Chlorreaktion ausgewaschen, der Niederschlag kurze Zeit an der Luft oder im Trockenschrank schwach getrocknet oder auch direkt in einen Platintiegel gebracht, indem man das Filter oben zusammenfaltet und umgekehrt mit der Spitze nach oben in den Tiegel legt. Man erwärmt anfänglich bei bedecktem Tiegel mit kleiner, etwas abstehender Flamme, nach Verjagen der Feuchtigkeit unter Schieflegen des Tiegels (etwa 10 Minuten) stärker, bis das Filter verkohlt ist und darauf 5 Minuten im Gebläse oder auch in einer geeigneten Glühlampe.

Vielfach wird jetzt vorgezogen, den Niederschlag direkt durch einen durchlöcherten, mit ausgeglühtem Asbestfilter versehenen Goochschen Platintiegel zu filtrieren, darin weiter zu behandeln und zu glühen.

Gewisse Ammonsalze, besonders oxalsaures und citronensaures Ammon, sowie organische Stoffe beeinträchtigen die Fällung der Phosphorsäure mit Molybdänlösung; freie Citronensäure wirkt nicht störend.

Ammoniumnitrat begünstigt die Fällung und wirkt dem störenden Einfluß des Ammoniumcitrates entgegen.

Ein allmähliches Zufügen der Magnesiamixtur ist unter allen Umständen geboten, auch dann, wenn man die ammoniakalische Lösung des Molybdänniederschlages zuvor durch Salzsäurezusatz annähernd neutralisiert hat.

Nach H. Neubauer können je nach der Modifikation der Molybdänmethode beim Glühen der pyrophosphorsauren Magnesia Verluste entstehen.

Bei der Bestimmung der Phosphorsäure kann man die Molybdänfällung dadurch umgehen, daß man zu der salz-, salpeter- oder schwefelsauren Lösung (mit 0,1—0,2 g Phosphorsäure) direkt 100 ccm eines Gemisches von Citronensäurelösung und Ammoniak, welches 1100 g reine Citronensäure und 4000 g 24 prozent. Ammoniak in 10 l enthält, hinzufügt, nach kurzem Abkühlen mit Magnesiamixtur fällt und den Niederschlag nach $^1/_2$stündigem Ausrühren filtriert.

f) **Schwefelsäure.** Zur Bestimmung der Schwefelsäure macht man die ursprüngliche salzsaure Lösung ammoniakalisch, sodann wieder salzsauer (Anwesenheit von Chlorammonium begünstigt das rasche Absetzen des Baryumsulfates), erhitzt zum Sieden und fällt die Schwefelsäure mit heißer Chlorbaryumlösung, erhält noch einige Zeit im Kochen und läßt 12—24 Stunden in der Wärme stehen, wäscht anfangs mit warmem salzsäurehaltigem Wasser, dann mit warmem destillierten Wasser gut aus, trocknet, glüht und wägt.

Die Flüssigkeit, aus welcher die Schwefelsäure ausgefällt wird, darf nur wenig freie Salzsäure enthalten. Das schwefelsaure Baryum (das Filter ist für sich zu verbrennen) wird nach dem Glühen mit Salpetersäure angefeuchtet und nach dem Verdunsten derselben nochmals geglüht. Der Rückstand darf nicht alkalisch reagieren; ist dieses der Fall, so wird er mit verdünnter Salzsäure digeriert, der salzsaure Extrakt fast bis zur Trockne eingedampft und werden daraus nach Zusatz von Wasser noch kleine Mengen von schwefelsaurem Baryum abgeschieden.

g) **Alkalien.** Zur Bestimmung der Alkalien wird die von dem Baryumsulfat abfiltrierte Flüssigkeit unter Erwärmen mit Ammoniak und kohlensaurem Ammon gefällt, längere Zeit digeriert, filtriert und der Niederschlag mit heißem Wasser bis zum Verschwinden der Chlorreaktion ausgewaschen.

Das Filtrat wird in einer glasierten Porzellanschale auf dem Wasserbade zur Trockne eingedampft; die trocknen Ammonsalze werden mit Hilfe eines Platinspatels in eine Platinschale gebracht und über freier Flamme vorsichtig verjagt. Nach dem Erkalten der Platinschale spült man die noch in der Porzellanschale verbliebenen Reste mit heißem Wasser in die Platinschale hinein, setzt etwas Oxalsäure zu, verdampft auf dem Wasserbade zur Trockne und glüht den Rückstand vorsichtig und anhaltend, um die überschüssige freie Oxalsäure zu verjagen und die oxalsauren Salze in Karbonate überzuführen. Der Glührückstand wird mit heißem Wasser aufgenommen, filtriert, ausgewaschen, das Filtrat nochmals mit Oxalsäure in einer Platinschale eingedampft, der Rückstand wieder geglüht und darauf mit heißem Wasser aufgenommen, filtriert und ausgewaschen. Auf diese Weise werden Magnesia, sowie noch etwa vorhandene Mengen Kalk, Baryt, Mangan, Thonerde ꝛc. von den Alkalien getrennt. Ist eine hinreichend große Platinschale vorhanden, so wird die ganze Operation zweckmäßig in dieser Schale vorgenommen. Das Filtrat wird nach dem Ansäuern mit wenig Salzsäure in einer geglühten und gewogenen Platinschale zur Trockne verdampft, der Rückstand schwach geglüht und als Gesamt-Chloralkalien gewogen.

Anstatt der freien Oxalsäure wendet man zweckmäßig auch oxalsaures Ammon an, indem man den geglühten Rückstand mit wenig Wasser übergießt, das Salz im gepulverten Zustande hinzufügt, erhitzt und zuletzt schwach glüht. — Selbstverständlich muß die Oxalsäure chemisch rein sein; zu diesem Zweck läßt man die heiß gesättigte wässerige Lösung der im Handel vorkommenden Säure unter fortwährendem Umrühren erkalten und das so erhaltene feinkörnige Kryställpulver zwischen Fließpapier schnell abtrocknen.

Noch sicherer wird nach Stolba jede Spur von Alkali entfernt, wenn man die Oxalsäure in 10—15 prozent. siedender Salzsäure löst, die Flüssigkeit unter Umrühren erkalten läßt, die ausgeschiedenen kleinen Kryställe mit wenig Wasser auswäscht und aus reinem Wasser umkryställisiert.

Die Chloralkalien werden in Wasser gelöst und diese Lösung filtriert, wenn sie trübe ist; darauf wird genügend Platinchlorid zugesetzt, im Wasserbade bis zur Sirupkonsistenz verdampft, der Rückstand mit Alkohol übergossen und die alkoholische Flüssigkeit, welche intensiv gelb gefärbt sein muß, mit einem Tropfen Platinlösung geprüft, ob noch eine weitere Ausscheidung erfolgt; hierauf wird nach längerem Stehen der Niederschlag auf einem bei 130° C. getrockneten gewogenen Filter gesammelt, mit Alkohol ausgewaschen, nach dem Trocknen bei 130° C. das Kaliumplatinchlorid gewogen und daraus das Chlorkalium und Kali berechnet. Sehr zweckmäßig kann man durch den Goochschen Tiegel filtrieren; das Kaliumplatinchlorid wird nach dem ersten Wägen geglüht, das Chlorkalium ausgewaschen und durch Zurückwägen des Platins die erste Bestimmungsweise kontrolliert.

Das Natron findet man aus der Gewichtsdifferenz zwischen dem direkt bestimmten Chlorkalium und der Gesamtmenge der Chloralkalien.

h) **Chlor.** Man bestimmt das Chlor in der salpetersauren Lösung der Asche durch Fällung mit Silbernitrat. Dabei wird die kochendheiße Lösung fortwährend und so lange mit einem Glasstabe umgerührt, bis der Niederschlag sich zusammenballt und die Flüssigkeit sich vollständig klärt. Das so erhaltene Chlorsilber muß sofort und rasch abfiltriert, mit heißem Wasser ausgewaschen und im Dunkeln bei 100° C. getrocknet werden. Man trennt sodann so gut als möglich das Chlorsilber vom Filter und verbrennt letzteres für sich in einem ausgeglühten und gewogenen Porzellantiegel. Da durch die Filterkohle die am Filter noch haften gebliebenen Teile zum Teil zu Silber reduziert worden sind, so durchtränkt man die Filterasche mit einem Tropfen Salpetersäure, erwärmt etwas, um das Silber zu lösen und fügt dann einen Tropfen Salzsäure hinzu. Nachdem man durch vorsichtiges Erwärmen die überschüssige Säure verjagt hat, giebt man auch die Hauptmenge des Chlorsilbers in den Porzellantiegel und glüht nun so stark, bis das Chlorsilber zu einem Regulus zusammenschmilzt. Man läßt den Tiegel im Exsikkator erkalten und wägt das Chlorsilber.

Ackererde und Bodenarten.

Man unterscheidet im wesentlichen je nach ihrer Entstehungsweise und Beschaffenheit 2 Gruppen von Böden, die Mineralböden und die Moorböden.

Auch bei der Untersuchung dieser Böden ist in verschiedener Weise zu verfahren. Jedoch sollte in beiden Fällen einheitlich nach vereinbarten Methoden gearbeitet werden, denn nur so können die gewonnenen Resultate unter sich vergleichbar sein und für die wissenschaftliche Bodenkunde, wie für die Praxis des Ackerbaues einen bleibenden Wert erlangen. Im nachfolgenden werden deshalb auch die vom Verbande landwirtschaftlicher Versuchsstationen i. D. R. vereinbarten Methoden zu Grunde gelegt.

A. Untersuchung der Mineralböden.

1. Probenahme.

Die Aufnahme der Bodenproben geschieht je nach der Größe der Fläche (eine möglichst gleichmäßige Bodenbeschaffenheit vorausgesetzt) an 3, 5, 9, 12 oder mehr verschiedenen, in gleicher Entfernung voneinander gelegenen Stellen. Die Proben werden durch senkrechten, gleichtiefen Abstich bis zur Pflugtiefe genommen, für etwaige Untersuchung des Untergrundes bis zu 60 bezw. 90 cm Tiefe. Die Einzelproben werden entweder getrennt untersucht, oder wenn es sich um Feststellung eines Durchschnittswertes handelt, sorgfältig gemischt, und von der Mischung ein geeignetes Quantum zur Untersuchung verwendet.

Sehr zweckmäßig ist für die Probenahme statt des Spatens der Schnecken- oder amerikanische Tellerbohrer, der nach jedesmaligem Einbohren auf 20 cm herausgehoben und entleert wird.

Behufs einer vollständigen Untersuchung müssen wenigstens 4 bis 5 kg des Bodens zur Verfügung stehen. Die Masse läßt man an der Luft austrocknen (d. h. im Sommer bei gewöhnlicher Temperatur, zur Zeit des Winters in einer geheizten Stube oder in einem mäßig warmen Trockenschrank bei 30—40° C., stets gegen Staub ꝛc. geschützt).

Es sind möglichst sorgfältige Notizen zu sammeln

a) über den geognostischen Ursprung des Bodens;

b) die Tiefe der Ackerkrume und über den Zustand des zunächst unter der Ackerkrume liegenden Untergrundes, sowie über die Beschaffenheit der tieferen Schichten, wenigstens bis zu einer Tiefe von 1—2 m (Profil oder Querdurchschnitt der Ackerkrume und des Untergrundes);

c) die klimatischen Verhältnisse, — nach allgemeiner Erfahrung, wenn nicht sorgfältige und langjährige Beobachtungen vorliegen, — namentlich auch die Höhe des Feldes über dem Meeresspiegel;

d) die Art der Bestellung und Fruchtfolge in den vorhergehenden Jahren;

e) die Art und Menge der stattgehabten Düngung;

f) die in den zunächst vorausgehenden Jahren wirklich erzielten Ernteerträge und womöglich auch über die Durchschnittserträge des betreffenden Feldes bei dem Anbau der wichtigeren Kulturpflanzen;

g) die praktische Beurteilung des Bodens, d. h. über die Art und Weise, wie derselbe von dem erfahrenen, in der Gegend ansässigen Landwirte, von seinem Standpunkte aus, hinsichtlich der Güte und Ertragsfähigkeit im allgemeinen beurteilt wird, auch darüber, ob vielleicht besondere Eigentümlichkeiten vorhanden sind.

Die größeren Steine und Steinchen werden aus dem Boden ausgesammelt oder von demselben ausgesiebt, mit Wasser gut abgespült und deren mineralogische Beschaffenheit, Gewicht und ungefähre Größe (Faustgröße und darüber, Eigröße, Wallnußgröße, Erbsengröße) ermittelt.

2. Die mechanische Analyse des Bodens.

Die mechanische Bodenanalyse bezweckt die quantitative Ermittelung des Mengenverhältnisses der den Boden zusammensetzenden gröberen und feineren Bestandteile. Man erreicht diese Trennung der Bestandteile teils durch Absieben, teils durch Schlämmen.

Die lufttrockene und unter mäßigem Druck (durch Zerreiben zwischen den Händen oder in einer Reibschale) zerteilte Erde läßt man durch ein Blechsieb mit 2 mm weiten Löchern hindurchgehen; die etwa zurückbleibenden Steinchen und Fasern werden mit Wasser abgespült, getrocknet, gewogen ꝛc. und die auf solche Weise gewonnene Feinerde für alle weiteren Untersuchungen benutzt.

Da über die Bezeichnung Feinerde keine Übereinstimmung herrscht, indem teils 4 mm (Fesca), teils 3 mm (E. Wolff und Schöne), oder 1 mm (Grandeau) als oberste Korngröße angegeben wird, so ist bei der Bodenanalyse stets anzugeben, auf welche Korngröße sich die Bezeichnung Feinerde in dem gegebenen Falle bezieht.

J. Kühn hat für die Trennung mit dem Siebe folgendes Verfahren vorgeschlagen:

a) Die zu untersuchende Bodenprobe wird in möglichst frischem Zustande soweit zerkleinert, daß bei dem späteren Sieben auf einem 5 mm-Siebe nur Steine zurückbleiben. Sie wird dann gleichmäßig an einem vor Staub geschützten Orte ausgebreitet, bis sie lufttrocken geworden ist. Hierauf wird sie gewogen und durch ein 5 mm-Sieb getrennt. Die auf dem Siebe verbleibenden Steine (> 5 mm) werden durch aufgegebenes Wasser von anhängenden Erdteilchen gereinigt und in lufttrockenem Zustande gewogen. Das Gewicht derselben wird in Prozenten des Gesamtbodens ausgedrückt.

b) Der durch das 5 mm-Sieb gefallene Boden besteht aus gröberen Gesteinstrümmern und aus der Feinerde (< 2 mm).

Die ersteren werden bei Schwemmlandsböden als Kies, bei Verwitterungsböden als Grus bezeichnet und zwar:

Korngröße Durchmesser in mm		Bezeichnung
	Über 5	als Steine (Grus, Kies).
	„ 5—2	„ Grand.
Feinerde	„ 2—1	„ sehr grober Sand.
	„ 1—0,5	„ grober Sand.
	„ 0,5—0,2	„ mittelkörniger Sand.
	Unter 0,2	„ feiner Sand.
	Abschlämmbare Teile (sehr feiner Sand, Mineralstaub, Thon ꝛc.).	

Die abschlämmbaren Teile sind durch das Mikroskop auf ihren Gehalt an größeren und kleineren Quarzstaubkörnchen, Glimmer, Thonteile ꝛc. zu untersuchen.

c) Zur Ausführung der Untersuchung werden von dem durch das 5 mm-Sieb gefallenen steinfreien Boden bei feinerdigerer Beschaffenheit desselben 50 g, bei kies- oder grusreicheren Böden 100 g verwendet und zunächst in einer Porzellanschale mit einem halben Liter Wasser unter häufigem Umrühren mittelst eines Spatens so lange in gelindem Sieden erhalten, bis alle Bodenteilchen völlig zerkocht sind. Nach genügendem Erkalten giebt man die zerkochte Bodenmasse durch ein 2 mm-Sieb in einen Kühnschen Schlämmcylinder. Der auf dem Siebe zurückbleibende Rückstand wird über dem Cylinder sorgfältig mit der Spritzflasche abgespült und dann an der Luft getrocknet. Durch ein 3 mm-Sieb wird derselbe in groben Kies oder Grus (5—3 mm) und in feinen Kies oder Grus (3—2 mm) getrennt und jeder Teil für sich gewogen.

Fig. 5. Kühns Schlämmcylinder.

Für die Trennung durch Schlämmen werden verschiedene Apparate benutzt, welche entweder auf dem Prinzipe beruhen, die gröberen Teile von den feineren durch ihre verschiedene Fallgeschwindigkeit im ruhenden Wasser zu trennen, oder welche die Trennung durch einen aufsteigenden Wasserstrom bewirken. Zu den Apparaten ersterer Art gehört der Kühnsche Schlämmcylinder, welcher bei einfacher Konstruktion und leichter Handhabung sehr gute Resultate ermöglicht, zu den Apparaten letzterer Art der Schönesche Schlämmapparat.

Der Kühnsche Schlämmcylinder (Fig. 5) besteht aus einem 30 cm hohen Glascylinder von 8,5 cm lichter Weite, an dessen unterem Ende 5 cm vom Boden ein Tubus von 1,5 cm Weite angebracht ist, welcher mittelst eines Gummistopfens geschlossen wird.

Zur Ausführung des Schlämmversuches bringt man die in der oben angegebenen Weise erhaltene Feinerde in den Schlämmcylinder, giebt soviel Wasser zu, daß derselbe bis zu der 2 cm unter dem Rande des Cylinders

angebrachten Marke reicht und rührt mit einem glatten Holzstab ca. 1 Min. lang gründlich um. Dann zieht man den Rührstab schnell heraus und läßt das von ihm abfließende Wasser in den Cylinder tropfen. Diesen läßt man 10 Minuten lang stehen, zieht dann den Stopfen aus dem Tubus und läßt das trübe Wasser ablaufen, wobei man eine Probe in einem Reagensglas auffängt. Letzteres wiederholt man bei jedem folgenden Aufschlämmen und vereinigt die gleich großen Proben in einem Becherglase. Nach Beendigung der Schlämmoperation wird der Inhalt des letzteren abfiltriert, die auf dem Filter bleibende Masse innig gemischt und zur mikroskopischen Untersuchung verwendet.

Nach jedem Abschlämmen schließt man den Tubus wieder, wobei man stets sorgfältig darauf achtet, daß der Stopfen genau mit der inneren Wand des Cylinders abschneidet. Dann füllt man bis zur Marke, rührt um und läßt auch bei jedem folgenden Abschlämmen 10 Minuten lang ruhig stehen, um dann ablaufen zu lassen, wieder aufzufüllen und so lange damit fortzufahren, bis nach 10 Minuten langem Stehen über dem Tubus keine schwebenden Bodenpartikelchen mehr wahrzunehmen sind.

Der im Schlämmcylinder verbleibende Sand wird mit Hilfe der Spritzflasche in eine Porzellanschale gebracht und auf dem Wasserbade zur völligen Trockne eingedampft. Damit der Sand die Luftfeuchtigkeit wieder anziehe, läßt man die Schale etwa 24 Stunden an einem vor Staub geschützten Orte stehen und wiegt dann zunächst den gesamten Sand. Hierauf siebt man erst durch das 1 mm-Sieb, um so das Gewicht des sehr groben Sandes oder Grandes (2—1 mm), des groben Sandes (1—0,5 mm), des feinen Sandes (0,5—0,25 mm) und des sehr feinen Sandes ($<$ 0,25 mm) zu erhalten. Eine bei dem Vergleich mit dem Gesamtgewicht des Sandes durch Verstäuben beim Sieben sich ergebende Differenz ist dem sehr feinen Sande zuzurechnen. Die gefundenen Gewichtsmengen von Kies oder Grus und Sand sind in Prozenten des steinfreien lufttrockenen Bodens auszudrücken. Die Menge der abschlämmbaren Bestandteile ergiebt sich aus der Differenz zwischen dem ursprünglichen Gewichte des zur Untersuchung verwendeten steinfreien lufttrockenen Bodens (50 oder 100 g) und dem Gewicht von Kies oder Grus und Sand.

Dem Ergebnis der Schlämmanalyse ist stets das Resultat der mikroskopischen Untersuchung hinzuzufügen. Findet eine eingehendere Feststellung der mineralogischen Beschaffenheit der Feinerde nicht statt, so ist doch stets schätzungsweise anzugeben, in welchem Verhältnis größere Quarzstaubkörnchen im Vergleich zu den feineren Gemengteilen in den abschlämmbaren Teilen der untersuchten Bodenprobe vorhanden sind.

Der Schönesche Schlämmapparat (Fig. 6) wird zweckmäßig in folgender Weise zusammengestellt:

1. aus einem möglichst flachen 30—40 l fassenden Wasserkasten, der in einer Höhe von 2—3 m über dem Schlämmapparat angebracht sein muß;

2. aus einem Tisch von $^1/_2$ m Höhe mit 2 Öffnungen zur Aufnahme der beiden konisch geformten Schlämmtrichter. Diese Schlämmtrichter, welche den eigentlichen Schlämmapparat ausmachen, laufen in ihren unteren Enden in halbkreisförmig gebogenen, nach aufwärts führenden Röhren aus; durch diese Röhre des kleinen Trichters wird die Verbindung des Schlämmapparates mit dem Wasserkasten hergestellt, während diese Röhre des größeren Trichters zur oberen Öffnung des kleinen Trichters führt und so die beiden Trichter verbindet. Kurz unter dem großen Hals des Trichters

befindet sich ein vollkommen cylindrischer Teil von 10 cm Länge und möglichst genau 5 cm im Durchmesser, der eigentliche Schlämmraum.

In den Hals des größeren Schlämmtrichters ist mittelst eines Korkes die Piëzometerröhre eingeschoben. Letztere ist eine etwa 1 m lange Barometerröhre, welche an ihrem unteren Ende zweimal knieförmig unter einem Winkel von 40—45° gebogen ist. Die Biegung muß kurz sein, ohne daß das Innere der Röhre verengt ist. Die lichte Weite der Röhre

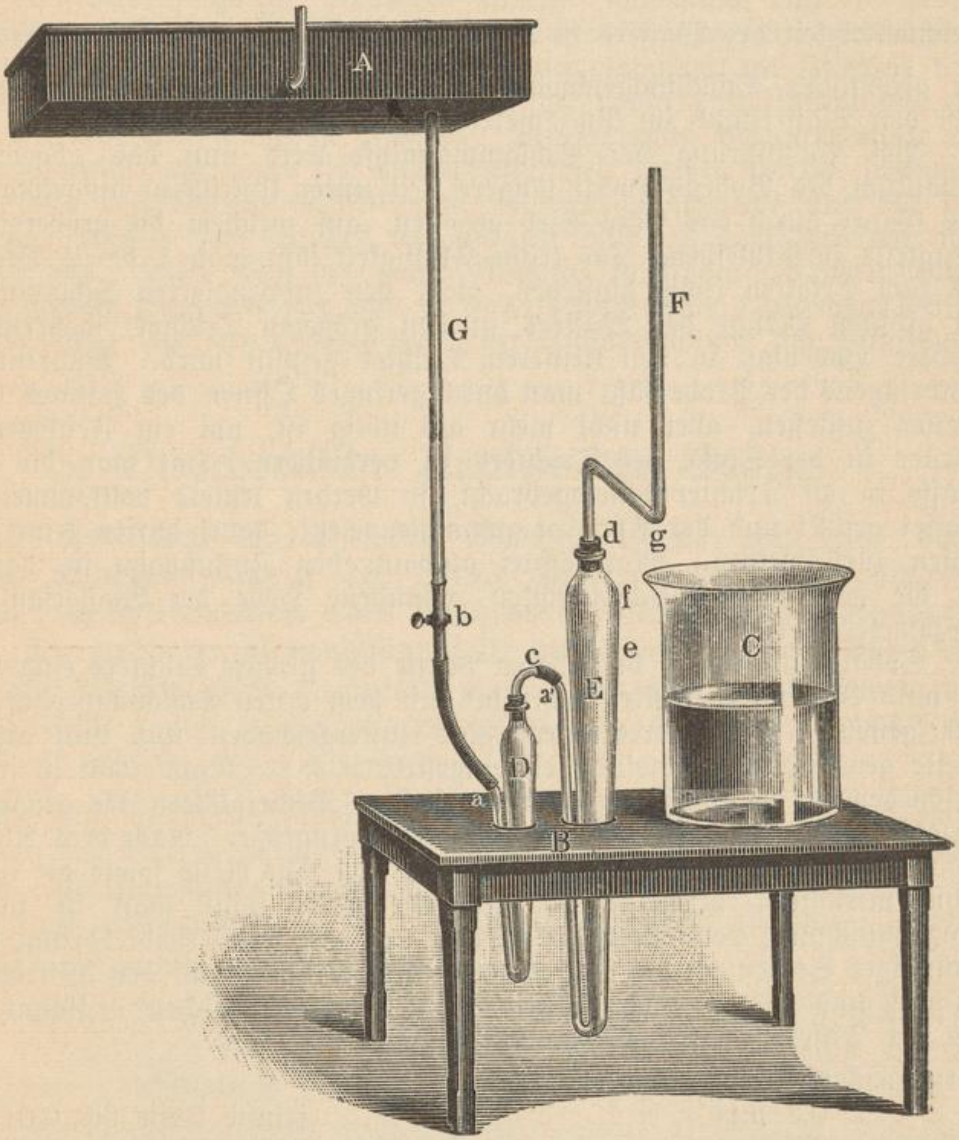


Fig. 6. Schöneschер Schlämmapparat.

soll möglichst genau 3 mm betragen. In dem Scheitelpunkt der zweiten Biegung befindet sich als Ausflußöffnung eine kreisrunde Öffnung von 1,5 mm Durchmesser so angebracht, daß der Ausflußstrahl schräg nach unten gerichtet ist. Der aufwärtsführende Schenkel ist etwa 1 m lang, dient zum Messen des Druckes, unter dem das Wasser aus der Ausflußöffnung ausfließt und ist mit einer Skala versehen, deren Nullpunkt am Boden der Röhre liegt. Die Piëzometerröhre ist auf den ersten 10 cm in Millimeter, von 10—50 cm in ½ cm und darüber in ganze Centimeter eingeteilt.

Vor der Benutzung des Apparates ist zu ermitteln, in welcher Beziehung die Geschwindigkeit des Wassers in dem cylindrischen Schlämmraum des großen Trichters zu der entsprechenden Höhe der Wassersäule im Piëzometer steht. Man setzt den Apparat zusammen und stellt fest, wieviel Kubikcentimeter Wasser = m aus der Ausflußöffnung am Piëzometer in einer bestimmten Zeit (in Sekunden) = t ausfließen; ist der Querschnitt des cylindrischen Gefäßes des großen Trichters R, so ist die Geschwindigkeit des Wassers in demselben $C = \frac{\frac{m}{t}}{R}$. Man ermittelt die gewünschte Schlämmgeschwindigkeit aus verschiedenen Versuchen und liest den Wasserstand im Piëzometer ab.

Bei Ausführung der Schlämmanalyse wird nun das abgewogene Quantum des Bodens zuerst längere Zeit unter Umrühren aufgekocht und das Ganze durch das feine Sieb gegossen, auf welchem die gröberen Gemengteile zurückbleiben. Die trübe Flüssigkeit läßt man 1 bis 2 Stunden bis zum Erkalten ruhig hinstehen, gießt den suspendierten Schlamm mit der größten Menge des Wassers in den größeren Trichter, während der gröbere Bodensatz in den kleineren Trichter gespült wird. Während des Einbringens der Probe läßt man durch geringes Öffnen des Hahnes etwas Wasser zufließen, aber nicht mehr als nötig ist, um ein Festsetzen der Körner in der Spitze des Trichters zu verhindern. Hat man die ganze Masse in die Trichter hineingebracht, so werden letztere vollkommen mit Wasser gefüllt und der Apparat zusammengesetzt; dabei dürfen keine Luftblasen zurückbleiben. Man öffnet alsdann den Zuflußhahn so, daß die für die gewünschte Geschwindigkeit gefundene Höhe der Wassersäule im Piëzometer erreicht ist.

Sobald Klärung in der oberen Partie des großen Trichters eingetreten ist, wird das untergestellte Becherglas mit dem ersten Schlämmprodukt beiseite gestellt, ein anderes Becherglas untergeschoben und nun auf die zweite gewünschte Geschwindigkeit eingestellt u. s. f. Man erhält so in den verschiedenen, der Reihe nach untergestellten Bechergläsern die gewünschte Anzahl Schlämmprodukte von bestimmter Korngröße. Nach dem Absetzen gießt man den größten Teil des Wassers ab. Die Reste sowie die in den Schlämmtrichtern verbleibenden gröberen Teile spült man in tarierte Porzellanschalen, verdampft das Wasser auf dem Wasserbade, bringt durch 6stündiges Stehen an der Luft die einzelnen Produkte auf den lufttrockenen Zustand und wiegt. Die feinsten abgeschlämmten Teilchen bestimmt man aus der Differenz. Es wurde abgeschlämmt bei einer

Stromgeschwindigkeit pro Sekunde	Korngröße
0,2 mm	feinste Teile bis 0,01 mm
0,5 „	staubfeine Teile von 0,01—0,02 „
2,0 „	Staubsand von 0,02—0,05 „

Der im großen Trichter verbleibende Rückstand ist Feinsand von 0,05—0,1 mm Korngröße; im kleinen Trichter ist Grobsand von 0,1 bis 0,2 mm Korngröße.

Im Fall der Boden reich ist an Humus glaubt Schöne, daß es zur Erreichung regelrechter Schlämmresultate unerläßlich sei, die organische Substanz vorher möglichst fortzuschaffen. Bei Sandboden kann dies durch Verbrennen bewirkt werden; bei thonigem Boden ist es dagegen vorzuziehen, die Probe statt dessen wenigstens 1 Stunde

lang mit 1—2prozent. Alkalilösung zu kochen. Kalkhaltige Bodenarten müssen außerdem einer Behandlung mit kalter, verdünnter Salzsäure unterworfen werden, welche letztere vor dem Schlämmen möglichst wieder zu entfernen ist.

Der Schönesche Apparat gestattet eine genaue Trennung der Gemengteile des Bodens nach der Feinheit des Kornes, jedoch ist es unangenehm, daß die ganze Schlämmoperation eine sehr lange Zeit in Anspruch nimmt, kaum in einem Tage zu beendigen ist und namentlich daß es bei den niedrigsten, d. h. für die Abscheidung der feinsten Gemengteile erforderlichen Strömungsgeschwindigkeiten, bei welchen nur langsam ein Tropfen nach dem andern aus der Ausflußöffnung ausfließt, schwierig ist, stundenlang eine ganz konstante Strömung zu erhalten. Die geringste Verunreinigung des Wassers, welche am Hahn sich ansammelt, wirkt hierbei störend; jedenfalls möchte ein vorausgehendes Filtrieren des Schlämmwassers und die Anwendung eines großen Gefäßes von weißem Glas als Wasserreservoir notwendig sein. Auch muß der ganze Apparat in seinen einzelnen Teilen sehr sorgfältig gearbeitet sein und ist das Gelingen der Operation wesentlich abhängig von der Beschaffenheit der Ausflußöffnung am Piëzometer.

3. Die chemische Analyse des Bodens.

Zur chemischen Analyse des Bodens nimmt man den durch trockenes Absieben mittelst des 3 mm-Siebes erhaltenen Feinboden und zwar in lufttrockener, nicht durch vorheriges Erhitzen veränderter Form. Die gröberen Bodenbestandteile und Steinchen sind durch Abspülen mit Wasser ihrer Quantität und mineralogischen Beschaffenheit nach möglichst genau zu bestimmen, ebenso die Gemengteile des Feinbodens mit der Lupe zu untersuchen.

Bei gewöhnlicher, möglichst rasch auszuführender Bodenanalyse wird nach den Vereinbarungen des Verbandes landw. Versuchsstationen i. D. R. Wassergehalt, Glühverlust, Stickstoff- und Humusgehalt bestimmt und außerdem nur der in folgender Weise erhaltene Extrakt auf seine Bestandteile untersucht:

a) auf 1 Gewichtsteil Boden 2 Volumteile 25prozent. Salzsäure (unter Berücksichtigung der Karbonate des Bodens) unter öfterem Umschütteln 48 Stunden bei Zimmertemperatur stehen lassen oder

b) auf 1 Gewichtsteil Boden 2 Volumteile 10prozent. Salzsäure (unter Berücksichtigung der Karbonate des Bodens) unter häufigem Umschütteln 3 Stunden lang auf dem Wasserbade einwirken lassen.

Über die für die wissenschaftliche Beurteilung des Bodens so wichtigen Löslichkeitsverhältnisse der Pflanzennährstoffe kann man nur auf die Weise sich Aufklärung verschaffen, daß man denselben successive der Einwirkung verschieden kräftiger Lösungsmittel unterwirft und diese Behandlung stets nach ganz bestimmten, feststehenden Regeln vornimmt. Die Lösungsmittel müssen hinsichtlich der Stärke ihrer Einwirkung hinreichend verschieden sein und andererseits in einem

gewissen passenden Verhältnis zu einander stehen. Solchen Anforderungen entsprechen die folgenden Flüssigkeiten, welche in der angegebenen Reihenfolge bei ausführlichen Analysen des Bodens zur Darstellung der genau zu untersuchenden Lösungen nach einander in Anwendung zu bringen sind:

a) kaltes destilliertes Wasser, bis zu $^1/_4$ mit reiner Kohlensäure gesättigt;

b) kalte konzentrierte Salzsäure von 1,15 spez. Gew. (entsprechend etwa 30 % Chlorwasserstoff);

c) kochende konzentrierte Salzsäure von gleichem Gehalt wie bei b;

d) heiße konzentrierte Schwefelsäure;

e) Fluorwasserstoffsäure.

a) **Behandlung des Bodens mit kohlensäurehaltigem Wasser.** 1500 g des lufttrockenen Bodens werden mit 6000 ccm des mit Kohlensäure zu $^1/_4$ gesättigten Wassers — abzüglich der schon vorhandenen und bei 100° sich verflüchtigenden Menge Wasser — in einer gut verschließbaren Flasche übergossen und durchgeschüttelt. Das $^1/_4$-gesättigte kohlensäurehaltige Wasser bereitet man in der Weise, daß man 1500 ccm Wasser bei gewöhnlicher Temperatur und mittlerem Luftdruck vollständig mit Kohlensäure sättigt und darauf mit 4500 ccm Wasser verdünnt.

Der Boden bleibt mit dem Wasser 3 Tage lang unter häufigem und regelmäßig wiederholtem Rollen der Flasche auf einer weichen Unterlage in Berührung; darauf gießt man zwei Drittel der Flüssigkeit, also 4000 ccm (entsprechend 1000 g des lufttrockenen Bodens) möglichst klar ab, läßt dieselbe in luftdicht verschlossener Flasche noch etwa 24 Stunden lang ruhig stehen und filtriert durch ein doppeltes Filter und bei bedecktem Trichter klar ab, ohne den etwa gebildeten Bodensatz in der Flüssigkeit aufzurühren.

Gewöhnlich gelingt es auf diese Weise ein klares Filtrat zu erhalten. Sollte dieses aber nicht der Fall sein, so muß man die Flüssigkeit bis auf ein kleineres Volumen (400—500 ccm) eindampfen, noch heiß mit Salzsäure ganz schwach übersättigen und dann die geringe Menge des unlöslichen Thones abfiltrieren.

Das klare Filtrat wird unter Zusatz von etwas Salzsäure, zuletzt auch einiger Tropfen Salpetersäure (um die in der Lösung vorhandene Humussubstanz zu zerstören) zur Trockne verdampft. Der Rückstand wird mit Wasser unter Zusatz von etwas Salzsäure digeriert, die abgeschiedene Kieselsäure abfiltriert und das Filtrat zur Bestimmung der übrigen gelösten Bestandteile benutzt.

b) **Behandlung des Bodens mit kalter konzentrierter Salzsäure.** 450 g lufttrockener Boden werden in einer mit Glasstöpfel versehenen, hinreichend geräumigen Flasche mit 1500 ccm konzentrierter Salzsäure von 1,15 spez. Gew. übergossen und dann unter häufigem Umschütteln 48 Stunden lang bei gewöhnlicher Temperatur

(14—18° C.) in Berührung gelassen. Man gießt sodann von der Flüssigkeit 1000 ccm möglichst klar ab, welche also einer aus 300 g Boden dargestellten Lösung entsprechen. Nach dem Verdünnen mit etwas Wasser wird filtriert, das klare Filtrat, zuletzt unter Zusatz von einigen Tropfen Salpetersäure (um die aufgelöste Humussubstanz zu zerstören und das etwa vorhandene Eisenoxydul in Oxyd zu verwandeln), vorsichtig zur Trockne eingedampft, der bis oder wenig über 100° erhitzte Rückstand mit konzentrierter Salzsäure angefeuchtet und nach längerer Einwirkung derselben die Masse im Wasserbade eingetrocknet, welches letztere man nach dem Anfeuchten mit Wasser nochmals wiederholt; hierauf digeriert man mit Wasser und verdünnt, nach Abscheidung der Kieselsäure, die Lösung bis auf 1000 ccm.

c) **Behandlung des Bodens mit heißer konzentrierter Salzsäure.** 150 g des lufttrockenen Bodens werden in einem geräumigen Glaskolben mit 300 ccm konzentrierter Salzsäure (1,15 spez. Gew.) übergossen, die Flüssigkeit unter häufigem Umschütteln der ganzen Masse bis zum Kochen erhitzt und genau eine Stunde lang in mäßigem Kochen erhalten, hierauf etwa mit dem doppelten Volumen heißen Wassers verdünnt und nach kurzem Hinstehen auf ein hinreichend geräumiges, in seinem unteren Teile doppeltes Filter gegossen. Den ungelösten Rückstand behandelt man im Kolben wenigstens dreimal mit kochend heißem Wasser, filtriert die Flüssigkeit jedesmal ab und bringt dann die unlösliche Masse auf das gleiche Filter, um dieselbe hier noch weiter mit heißem Wasser vollständig auszuwaschen, bis das Filtrat keine Chlorreaktion mehr giebt.

Das Filtrieren der heißen salzsauren Lösung erfolgt in der Regel rasch und ohne Schwierigkeit. Nur zuweilen scheint sich eine schleimige organische Substanz in der Flüssigkeit aufzulösen und die letztere geht alsdann langsam und auch wohl etwas getrübt durch das Filter hindurch. In jedem Falle ist das rasche und klare Abfiltrieren der Flüssigkeit mehr gesichert, wenn man gleich anfangs zu der konzentrierten Salzsäure einige Tropfen reiner Salpetersäure hinzusetzt, nur so viel als nötig ist, um die Spuren jener schleimigen Substanz zu zerstören oder zu verändern, während man die Hauptmasse der vorhandenen Humusstoffe keineswegs vollständig zu oxydieren braucht. Auch wird die Filtration auf die Weise beschleunigt, daß man von dem ungelösten Rückstande die feinsten Teile mit heißem Wasser abschlämmt und den gröberen Sand zuerst auf das Filter bringt.

Die Gesamtmenge der salzsauren Lösung, also vereinigt mit dem sämtlichen Waschwasser, wird unter Zusatz von etwas Salpetersäure gegen Ende der Operation, bis zur Trockenheit verdampft, der völlig trockene Rückstand mit konzentrierter Salzsäure stark angefeuchtet und sodann nochmals auf dem Wasserbade eingetrocknet, hierauf mit Wasser digeriert, die so abgeschiedene Kieselsäure abfiltriert und das Filtrat auf ein Volumen von 1000 ccm gebracht.

Die Untersuchung der unter a, b und c erhaltenen Lösungen auf die einzelnen Bestandteile erfolgt übereinstimmend nach den im ersten Abschnitte „Allgemeine Untersuchungsmethoden" auf Seite 14 ff. angegebenen Methoden. Man verwendet in der Regel 20 oder 30 g

Bodens bezw. die dieser Mengen entsprechende Menge der salzsauren Filtrate zu den einzelnen Bestimmungen.

d) **Aufschließung des Rückstandes von der Behandlung mit heißer konzentrierter Salzsäure durch konzentrierte Schwefelsäure.** Der Rückstand von der Behandlung mit heißer konzentrierter Salzsäure wird an der Luft unter Bedecken mit Filtrierpapier trocknen gelassen, darauf thunlichst vollständig vom Filter abgetrennt, die Asche des Filters zu dem lufttrockenen Rückstande gegeben und das Ganze gewogen. Darauf wird sorgfältig gemischt und hiervon $^1/_5$ zur Aufschließung mit konzentrierter Schwefelsäure abgewogen. Sind anfänglich 150 g Boden der Behandlung mit Salzsäure unterworfen worden, so berechnen sich die Resultate der Schwefelsäure-Aufschließung für 30 g des ursprünglichen Bodens.

Diese Menge wird in einer hinreichend großen Platinschale durch einen Platinspatel mit konzentrierter Schwefelsäure zu einem dünnen Brei angerührt, die Schwefelsäure in einem Sandbade oder auf einer Asbestplatte mit kleiner Flamme verjagt, so daß die ganze Operation etwa in 6—8 Stunden beendet ist; bei thonreichen Böden wird diese Behandlung mit Schwefelsäure 2—3 mal wiederholt. Die trockene, pulverige Masse wird nach möglichster Entfernung der Schwefelsäure mit Salzsäure im Wasserbade zur Trockne verdampft, einige Zeit im Luftbade erwärmt, mit salzsäurehaltigem Wasser aufgenommen, gekocht, filtriert, ausgewaschen und auf 500 ccm gebracht.

Im Rückstande befinden sich die aus Thon abgeschiedene Kieselsäure + Sand und Silikate, in der Lösung die aufgeschlossenen Basen (Thonerde, Kalk, Kali ꝛc.).

Zur Bestimmung der durch konzentrierte Schwefelsäure aufgeschlossenen Kieselsäure wird der Rückstand in eine geräumige glasierte Porzellanschale gebracht und mit einer hinreichenden Menge von Natriumkarbonatlösung unter Zusatz von etwas Natronlauge 2 Stunden ausgekocht, filtriert und mit heißem Wasser ausgewaschen; das Filtrat wird darauf mit Salzsäure übersättigt, im Wasserbade zur Trockne verdampft, einige Stunden im Luftbade erwärmt, der Rückstand mit salzsäurehaltigem Wasser aufgenommen, filtriert, ausgewaschen und die auf dem Filter gesammelte Kieselsäure nach dem Trocknen und Glühen gewogen.

Der Rückstand vom Auskochen mit der Lösung von Natriumkarbonat wird für sich getrocknet, geglüht und gewogen; derselbe dient zur weiteren Untersuchung auf Silikate durch Aufschließen mit Flußsäure.

Zur Bestimmung der aufgeschlossenen Basen wird ein Teil der beim Aufschließen mit Schwefelsäure erhaltenen salzsauren Lösung mit Ammoniak schwach übersättigt und dadurch das Eisenoxyd und die Thonerde ausgefällt. Den Niederschlag löst man nach dem Abfiltrieren und Auswaschen in Salzsäure auf, teilt die Lösung in zwei Teile und scheidet aus jeder derselben durch möglichst schwache Übersättigung mit Ammoniak und unter gelindem Erwärmen das Eisenoxyd und die Thonerde abermals aus. Die beiden Nieder-

schläge werden, jeder für sich, abfiltriert und ausgewaschen und die Filtrate mit der von dem ersten Ammoniak-Niederschlag abfiltrierten Flüssigkeit vereinigt. Von den beiden zuletzt erhaltenen Niederschlägen wird der eine mit dem Filter verbrannt und gewogen, der andere aber noch naß auf dem Filter mit heißer, stark verdünnter Schwefelsäure übergossen und in der so erhaltenen Lösung, wie oben angegeben wurde, das Eisen nach der Reduktion mit titrierter Chamäleonlösung bestimmt.

Wenn die Menge des Ammoniak-Niederschlages keine beträchtliche und namentlich nur wenig Eisenoxyd darin enthalten ist, so wird es rätlich sein, die salzsaure Lösung desselben nicht zu teilen, sondern sofort wieder mit Ammoniak zu übersättigen und den ganzen Niederschlag zu glühen. Darauf wird eine neue Portion mit Ammoniak gefällt, der Niederschlag abfiltriert, ausgewaschen und in verdünnter Schwefelsäure gelöst. In der schwefelsauren Lösung wird das Eisen wie oben bestimmt. Es ist auch zu beachten, daß der Ammoniak-Niederschlag eine kleine Menge von Kieselsäure enthalten kann.

Das Filtrat vom Ammoniak-Niederschlag ist zunächst auf ein kleineres Volumen einzudampfen, hierauf in der Porzellanschale mit einigen Tropfen Salzsäure schwach anzusäuern, und nachdem das beim Eindampfen etwa ausgeschiedene kohlensaure Calcium wieder aufgelöst worden ist, mit Ammoniak zu übersättigen, bevor man den vorhandenen Kalk in der Wärme mit oxalsaurem Ammon fällt. In dem Filtrat der Kalkfällung wird die Magnesia durch phosphorsaures Natron gefällt.

Die Menge des Kalkes und der Magnesia ist in dem schwefelsauren Auszuge des Bodens, wenn derselbe vorher mit konzentrierter Salzsäure ausgekocht worden ist, fast immer sehr unbedeutend.

Da die Thone durchweg mehr oder weniger Alkalien, besonders Kali enthalten. so werden in einem zweiten Teil der obigen salzsauren Lösung die Alkalien nach der früheren angegebenen Methode bestimmt (vergl. S. 19).

Die Summe der gefundenen Bestandteile, also von aufgeschlossener Kieselsäure + Thonerde und Eisenoxyd + Kalk + Magnesia + Alkalien wird als Thon in Ansatz gebracht.

e) **Aufschließung des von der Behandlung mit Schwefelsäure und Natriumkarbonat verbleibenden Rückstandes durch Flußsäure.** Dieser Rückstand besteht fast ausschließlich aus Quarzsand und Silikaten. Derselbe wird nach dem Wiegen fein zerrieben und werden von diesem feinen Pulver $^1/_{10}$ oder, wenn der Boden reich an in Salzsäure und Schwefelsäure löslichen Bestandteilen ist und verhältnismäßig nur wenig Quarzsand + Silikate oder nur wenig Silikate enthält, $^1/_5$ desselben zur Aufschließung mit Flußsäure verwendet, so daß die angewendete Substanz 3 bezw. 6 g des ursprünglichen Bodens entspricht.

Das Aufschließen mit Flußsäure geschieht am zweckmäßigsten in folgender Weise: Man bringt die Substanz in einen Platin-

tiegel, feuchtet dieselbe mit Wasser an und übergießt mit starker Flußsäure. Darauf bedeckt man den Tiegel und läßt unter öfterem Umrühren mit einem Platinspatel 2—3 Tage stehen, bis die Masse breiartig zergangen ist. Sodann wird zur Austreibung der gebildeten Kieselfluorwasserstoffsäure unter mehrfachem Umrühren auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft, der Rückstand mit konzentrierter Schwefelsäure befeuchtet und letztere durch Erhitzen des schräg gestellten Tiegels, indem man eine ganz kleine Flamme vom Rande aus einwirken läßt, verjagt. Die von überschüssiger Schwefelsäure befreite trockne Masse wird mit warmem, salzsäurehaltigen Wasser aus dem Tiegel aufgenommen, in ein Becherglas gespült und gekocht. Falls sich nicht alles löst, wird filtriert, der Rückstand in derselben Weise zum 2. oder 3. Male mit Flußsäure behandelt und die salzsaure Lösung zu der ersten gegeben. Die salzsaure Lösung enthält die in den Feldspaten und sonstigen Silikaten enthaltenen Basen, nämlich: Thonerde (event. auch etwas Eisenoxydul und Manganoxydul), Kalk, Magnesia, Kali und Natron.

In den meisten Fällen kommen nur Thonerde, Kali und Natron in Betracht, während die anderen Basen nur in sehr geringer Menge vorhanden sind und nicht bestimmt zu werden brauchen. Die Bestimmung der einzelnen Basen erfolgt nach den früher angegebenen Methoden. Ist Kalk und Magnesia in größerer Menge vorhanden, so werden auch diese quantitativ bestimmt, und ist in der Berechnung neben Kalium- und Natriumfeldspat auch auf Calciumfeldspat bezw. Magnesiumglimmer Rücksicht zu nehmen.

Man berechnet nämlich den gefundenen Gehalt an Kali auf Orthoklas bezw. Kaliumfeldspat nach dessen Konstitutionsformel um, den gefundenen Gehalt an Natron, wenn derselbe mehr als $^1/_{10}$ des Kalis beträgt, desgl. auf Natriumfeldspat (Albit), den Gehalt an Kalk und Magnesia, wenn er mehr als $^1/_{20}$ vom Gehalt an Kali und Natron beträgt,[1]) auf Calciumfeldspat bezw. Magnesiumglimmer.

Bei der Umrechnung können folgende Formeln und folgender prozentiger Gehalt als Grundlage dienen:

Kaliumfeldspat
Orthoklas
$(K_2 Al_2 Si_6 O_{16}) =$
$K_2O, Al_2O_3 (SiO_2)_6$

$K_2O = 16{,}89\,\%$
$Al_2O_3 = 18{,}43\,\%$
$SiO_2 = 64{,}68\,\%$

Natriumfeldspat,
Albit
$(Na_2 Al_2 Si_6 O_{16}) =$
$Na_2O, Al_2O_3 (SiO_2)_6$

$Na_2O = 11{,}82\,\%$
$Al_2O_3 = 19{,}56\,\%$
$SiO_2 = 68{,}62\,\%$

---

[1]) Geringere Mengen als $^1/_{10}$ vom Kali an Natron bezw. $^1/_{20}$ vom Kali oder Natron an Kalk und Magnesia können als Bestandteile von Kalium- resp. Natriumfeldspat herrührend angesehen werden.

Calciumfeldspat, Anorthit $CaAl_2Si_2O_8$ = $CaO, Al_2O_3(SiO_2)_2$		Magnesiumglimmer $Mg_6Al_6Si_6O_{27}$ = $(MgO)_6(Al_2O_3)_3(SiO_2)_6$ =	
CaO	= 20,10 %	MgO	= 29,80 %
Al_2O_3	= 36,82 „	Al_2O_3	= 25,50 „
SiO_2	= 43,08 „	SiO_2	= 44,70 „

Man multipliziert daher den gefundenen Gehalt:

von	Kali	Natron	Kalk	Magnesia
mit	5,921	8,460	4,975	3,355.

um die entsprechende Menge Silikate zu finden.

Für gewöhnlich hat man es nur mit Kalium- und Natriumfeldspat in den Böden zu thun. Ist statt des Kaliumfeldspats Kaliumglimmer anzunehmen, so ist zu berücksichtigen, daß derselbe im reinen Zustande 13,0 % Kali, 38,2 % Thonerde, 44,6 % Kieselsäure und 4,2 % Wasser zu enthalten pflegt, folglich der Gehalt an Kali mit 7,692 multipliziert werden muß, um dessen Menge zu finden.

Sind neben größeren Mengen Kalk, Magnesia auch bedeutendere Mengen Eisenoxyd (als Eisenoxydul) gefunden worden, so können diese von Augit und Hornblende herrühren und ist event. eine Umrechnung auf diese vorzunehmen; hierbei kann folgende prozentische Zusammensetzung dieser Silikate zu Grunde gelegt werden:

	Kalk	Magnesia	Eisenoxydul	Thonerde	Kieselsäure
Augit . .	21,9 %	14,5 %	9,8 %	4,2 %	49,6 %
Hornblende	13,0 „	13,2 „	17,0 „	5,8 „	51,0 „

Wenn die Aufschließung des Thones mit Schwefelsäure eine vollständige gewesen ist, so wird in dem mit Flußsäure aufgeschlossenen Rückstande nicht mehr Thonerde gefunden, als der aus dem Gehalt an Kali, Natron oder Kalk und Magnesia berechneten Menge Silikate entspricht. Verbleibt aber ein größerer Überschuß von Thonerde, so ist dieser mit der entsprechenden Menge Kieselsäure als „thonige Substanz“ anzusehen, welche sich der aufschließenden Wirkung der Schwefelsäure entzogen hat; in diesem Falle nimmt man für den wasserfreien Thon $Al_2O_3(SiO_2)_2 = 46,1$ % Thonerde und 53,9 % Kieselsäure an und berechnet darnach aus dem Überschuß an Thonerde durch Multiplikation mit 2,169 die Menge „thonige Substanz“, welche der durch Schwefelsäure gefundenen Menge an Thon hinzuzuzählen ist.

f) **Bestimmung des Quarzes.** Die Menge des Quarzes ergiebt sich durch Differenzberechnung. Man addiert die in dem mit Flußsäure aufgeschlossenen Rückstande gefundene Menge von Thonerde, Kali, Natron ꝛc., berechnet aus diesen nach vorstehenden Angaben die entsprechende Menge Kieselsäure, addiert diese ebenfalls hinzu und zieht die Summe von der zum Aufschließen verwendeten Menge Sand + Silikate ab; der Rest ist als reiner Quarzsand in Rechnung zu stellen.

g) **Bestimmung einzelner sonstiger Bestandteile des Bodens.**

1. Hygroskopisches oder mechanisch absorbiertes Wasser. Die Bestimmung wird nach der im ersten Teile unter 1 gegebenen Vorschrift (S. 1) ausgeführt.

2. Chemisch gebundenes Wasser (Glühverlust). Nach den Vereinbarungen des Verbandes landw. Versuchsstationen i. D. R. wird zur Ermittelung des Glühverlustes der Boden bei 140° getrocknet, geglüht, mit kohlensaurem Ammoniak befeuchtet und wieder schwach geglüht. Diese Operation ist so oft zu wiederholen, bis keine Gewichtsveränderung mehr beobachtet wird.

Bei Bodenarten, welche arm sind an kohlensauren Erden, kann diese Behandlung der geglühten Masse mit kohlensaurem Ammon unterbleiben. Sind dagegen reichliche Mengen von kohlensauren Erden vorhanden, so ist es nötig, den Gehalt des Bodens an Kohlensäure vor und nach dem Glühen desselben zu bestimmen und nach der etwa gefundenen Differenz den Gesamt-Glühverlust zu korrigieren. Eine weitere Korrektion kann erforderlich sein, wenn vielleicht im lufttrocknen Boden eine größere Menge von Eisenoxydul enthalten ist und dieses durch anhaltendes Glühen und mehrfaches Auflockern der Masse in Eisenoxyd sich verwandelt. — Knop bestimmt den Gesamt-Glühverlust auf die Weise, daß er 2 g Feinerde vorsichtig glüht, bis alles Organische eben verbrannt ist, sodann den Glührückstand mit dem gleichen Volumen vorher feingeriebener reiner Oxalsäure bis zum Schmelzen derselben und darauf weiter erhitzt, bis die Oxalsäure eben zersetzt ist. Hierauf läßt man erkalten und wägt, mischt nochmals mit etwa der Hälfte der Oxalsäure und fährt so fort bis das Gewicht konstant geworden ist.

Das chemisch gebundene Wasser erhält man aus dem Glühverlust, indem man von der gefundenen Menge des letzteren die Menge des hygroskopischen Wassers und die Menge des Humus (+ dem direkt bestimmten Gesamtstickstoff im Boden) subtrahiert.

3. Humus. Die Bestimmung des Humus erfolgt am besten nach G. Loges durch die Verbrennung des Bodens mit Kupferoxyd nach der Elementaranalyse in folgender Weise:

5—10 g Boden werden, um die fertig gebildete Kohlensäure auszutreiben, in Hofmeisterschen Glasschälchen mit verdünnter Phosphorsäurelösung auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft, der eingetrocknete Boden samt Glasschälchen mit pulverigem Kupferoxyd vermischt und in eine 60 cm lange Verbrennungsröhre gefüllt; an die mit Boden vermischte feinpulverige Kupferoxydschicht schließt sich — durch Asbestpfropfen abgetrennt — eine 20 cm lange Schicht von grobem Kupferoxyd, hieran zur Reduktion des entstehenden Stickoxydes eine 10—12 cm lange Kupferdrahtspirale — oder auch eine ebenso lange Schicht von ganz feinem Silberdraht, welcher neben Reduktion des Stickoxydes auch Chlor zurückhält —; man verbindet die Verbrennungsröhre in üblicher Weise zunächst mit einem Chlorcalciumrohr, dieses mit einem Kaliapparat und verfährt im übrigen genau wie bei einer Elementaranalyse. Die Gewichtszunahme des vorher gewogenen Kaliapparates ergiebt die aus dem Humus gebildete Kohlensäure.

Um aus dem Kohlenstoffgehalt des Bodens die Menge der wasser- und stickstofffreien Humussubstanz wenigstens annähernd genau zu berechnen, nimmt E. Wolff im Humus durchschnittlich 58% Kohlenstoff an und multipliziert also den analytisch ermittelten Kohlenstoff mit der Zahl 1,724 oder die direkt gefundene Kohlensäure mit 0,471.

Hat man die fertig gebildete Kohlensäure des Bodens nicht vorher durch Phosphorsäure ausgetrieben, sondern den Boden direkt verwendet, so muß man erstere für sich bestimmen und von der Gesamtmenge Kohlensäure abziehen.

Die Beschaffenheit der organischen Substanz im Boden ergiebt sich zum Teil schon aus dem Verhältnis, in welchem der Kohlenstoff und der Stickstoff zugegen sind; je enger bei mittleren Humusgehalt (3—4%) das Verhältnis ist, um so günstiger ist dieselbe im allgemeinen. Das Verhältnis von organisch gebundenem Stickstoff zum Kohlenstoff kann schwanken von 1:5 bis zu 20 und selbst bis zu 40; die weitesten Verhältnisse kommen meist nur bei sehr hohem Gehalt des Bodens an Humussubstanz, die engsten bei sehr geringer absoluter Menge derselben vor. Ferner ist auch noch folgendes zu berücksichtigen:

Indem man die einzelnen bei der mechanischen Analyse des Bodens erhaltenen Schlämm-Rückstande mikroskopisch untersucht und in denselben den Glühverlust ermittelt, erhält man einige Auskunft über die physikalische Beschaffenheit der organischen Substanz, über den Grad ihrer Zerteilung und Vermoderung.

Die Reaktion der Humussubstanz oder des Bodens überhaupt wird auf die Weise geprüft, daß man ein mäßig feuchtes Klümpchen der Erde auf empfindliches blaues und rotes Lackmuspapier legt und beobachtet, ob im nächsten Umkreise der feuchten Erdprobe eine Farbenveränderung stattfindet.

Es ist zu beachten, daß bei der Prüfung der frisch vom Acker genommenen oder in einer luftdicht verschlossenen Flasche aufbewahrten Bodenprobe schon die oftmals vorhandene freie Kohlensäure eine Rötung des blauen Lackmuspapiers bewirken kann, welche aber beim Trocknen des letzteren wieder verschwindet. Eine quantitative Bestimmung der Säure im Boden ist schwierig auszuführen. Es läßt sich hierzu eine titrierte und sehr verdünnte Kalk- oder Barytlösung benutzen, indem man dieselbe in kleinen Portionen zu der vorher mit Wasser aufgekochten Bodenprobe (etwa 50 g) hinzumischt, bis eine schwach alkalische Reaktion des Bodens eintritt.

Auch giebt schon die Farbe der Bodenlösung einen Anhalt zur Beurteilung der Humussubstanz, wenn man 5 g des Bodens teils mit 200 ccm Wasser, teils auch mit 200 ccm einer 5prozent. Kali- oder Natronlauge auskocht und von der Flüssigkeit etwas abfiltriert.

Man schüttelt ferner nach Knop 100 g Erde mit 200 ccm einer ammoniakalischen Lösung von salpersaurem Calcium, welche so bereitet und titriert ist, daß sie in diesem Quantum 1 g Kalk (CaO) und die der Salpetersäure äquivalente Menge Ätzammoniak enthält. Nach öfterem Umschütteln im Verlauf von 24 Stunden filtriert man, mißt

einen Teil der ammoniakalischen Flüssigkeit ab und bestimmt darin den noch vorhandenen Kalk.

Der fehlende Kalk ist, wie Knop bemerkt, fast ganz von der Humussubstanz des Bodens gebunden und drückt teils die vorhandene Menge, teils auch gewisse Eigenschaften derselben aus. Jedoch sind hierbei auch Thon und Eisenoxyd, sowie überhaupt diejenigen Stoffe, von denen die Absorptionsfähigkeit des Bodens abhängt, mehr oder weniger maßgebend.

Über die Menge der an Kalk gebundenen Humussubstanz erfährt man annähernden Aufschluß, wenn man die Kohlensäure im ungeglühten und geglühten Boden bestimmt; dabei muß nach dem Glühen die Erde wiederholt mit kohlensaurem Ammon angefeuchtet und schwach geglüht werden bis zur Konstanz des Gewichtes. Die Differenz im Kohlensäure-Gehalt vor und nach dem möglichst schwachen Glühen giebt annähernd die Menge des in humusartiger Verbindung ursprünglich vorhandenen Kalkes an.

4. Kohlensäure. Die Bestimmung der Kohlensäure im Boden kann erfolgen:

α) aus dem Gewichtsverlust, indem man in einem vorher beschickten und gewogenen Kohlensäure-Bestimmungsapparat die Kohlensäure durch verdünnte Salzsäure und schwaches Erwärmen austreibt, den Rest der im Apparat noch vorhandenen Kohlensäure nach dem Erkalten entweder durch Evakuieren oder Durchleiten von Luft mittelst eines Aspirators entfernt, dann den Apparat wieder wägt; der Gehalt an Kohlensäure ergiebt sich aus dem Gewichtsverlust.

Man wägt für die Bestimmung 1—5 g Boden ab, trocknet denselben erst eine Stunde lang im Trockenschrank bei 100° C. und bringt ihn alsdann in einen Kohlensäure-Bestimmungsapparat.

β) durch direkte Wägung. 1—5 g des vorher eine Stunde bei 100° C. getrockneten Bodens werden in ein mit doppelt durchbohrten Kork versehenes Kölbchen gebracht; durch die eine Öffnung des Korkes führt ein Trichterrohr bis auf den Boden des Kölbchens, durch die andere ein Ableitungsrohr. Letzteres wird mit Waschapparaten, die konzentrierte Schwefelsäure und Chlorcalcium zur Absorption des mitgerissenen Wassers enthalten, verbunden und daran schließt sich ein Geißlerscher Kaliapparat, welcher vorher gewogen worden ist.

Nach dem Einfüllen des Bodens in das Entwickelungskölbchen wird letzteres geschlossen, durch das Trichterrohr verdünnte Salzsäure zugegeben, zum schwachen Sieden erwärmt, darauf kohlensäurefreie Luft durchgeleitet und der vorgelegte Kaliapparat wieder gewogen. Die Gewichtszunahme ergiebt die vorhandene Menge Kohlensäure.

5. Stickstoff. Der Gesamtstickstoff wird nach der Kjeldahl-Methode bestimmt; bei Gegenwart von Salpetersäure verfährt man nach der Jodlbauerschen Modifikation (S. 4).

Man wendet die Substanz lufttrocken an, und zwar von Humus- und Moorböden 1—2 g, von humosen Sandböden, Sandschlick 2—5 g, von gewöhnlichem Ackerboden 5—10 g in fein gepulvertem Zustande.

Um ein Stoßen bei der Destillation des Ammoniaks zu vermeiden, verdünnt man nach der Verbrennung mit wenig Wasser und gießt vorsichtig quantitativ von dem zurückbleibenden Sande ab. Dann spült man noch dreimal mit wenig Wasser den Kolben aus und gießt jedesmal von dem Sande vorsichtig ab.

Zur Bestimmung des Ammoniaks bringt man eine 100 g bei 125° C. getrockneter Feinerde entsprechende Menge lufttrockener Feinerde in eine gewogene 1—2 l fassende Kochflasche, setzt ohne zu erwärmen 50 ccm verdünnte Salzsäure (1 Vol. konz. HCl + 4 Vol. H_2O) zu, nach dem Entweichen der Kohlensäure nochmals 50 ccm und event. noch weitere 50 ccm, bis die Salzsäure auch nach wiederholtem Umschütteln ganz unverkennbar vorwaltet. Man fügt jetzt ammoniakfreies Wasser zu, so daß man im ganzen etwa 400 ccm Flüssigkeit hat, mischt gleichmäßig, wägt den Kolben, läßt ihn stehen, bis die über dem Boden stehende Flüssigkeit klar geworden, zieht dieselbe mittelst eines mit Quetschhahn versehenen Hebers vorsichtig ab und bestimmt die Menge der dekantierten Flüssigkeit durch Zurückwägen des Kolbens. Um zu erfahren, welchen Teil der im ganzen vorhandenen Flüssigkeit man herausgenommen hat, filtriert man den ungelösten Rückstand ab, wäscht ihn aus, trocknet ihn bei 125° C. und zieht sein Gewicht von dem des anfänglichen Gesamtinhalts der Kochflasche ab.

In der dekantierten Lösung bestimmt man den Gehalt an Ammoniak, indem man den salzsauren Bodenauszug mit gebrannter Magnesia destilliert (S. 5).

Die scharfe Bestimmung der Salpetersäure im Boden hat keine besondere Schwierigkeit, weil diese Säure in salzartiger Verbindung schon mit Wasser leicht und vollständig extrahiert werden kann. Man übergießt 1000 g des lufttrocknen Bodens mit so viel Wasser, daß die Menge des letzteren mit der im Boden schon vorhandenen Feuchtigkeit 2000 ccm beträgt. Unter häufigem Umschütteln läßt man 48 Stunden stehen, gießt bezw. filtriert dann 1000 ccm möglichst klar ab und konzentriert diese Flüssigkeit, unter Zusatz von etwas kohlensaurem Natrium, durch Eindampfen im Wasserbade auf ein kleineres Volumen. Bei Gegenwart ziemlich beträchtlicher Mengen von löslicher Humussubstanz wird diese durch Aufkochen der Flüssigkeit mit Kalkmilch und nach dem Filtrieren der überschüssige Kalk durch Einleiten von Kohlensäuregas ausgefällt. Die wiederum abfiltrierte Flüssigkeit teilt man alsdann, um die Salpetersäurebestimmung zweimal, entweder nach gleicher oder verschiedener Methode (S. 5) vornehmen zu können, in zwei gleiche Hälften. Jede Portion entspricht also einem Quantum von 250 g des lufttrocknen Bodens.

6. Chlor. Das Chlor bestimmt man auf die Weise, daß man 300 g des Bodens mit so viel destilliertem Wasser, daß einschließlich der schon im Boden vorhandenen Feuchtigkeit, im ganzen 900 ccm Wasser zugegen sind, unter häufigem Umschütteln 48 Stunden lang in Berührung läßt, sodann 450 ccm abgießt, filtriert und das Filtrat unter Zusatz von ein wenig kohlensaurem Natrium bis auf

etwa 200 ccm eindampft, wieder filtriert, die Flüssigkeit mit Salpetersäure übersättigt, endlich das Chlor mit salpetersaurem Silber ausfällt (S. 20). Der gebildete Niederschlag entspricht also einem Quantum von 150 g des lufttrocknen Bodens.

Es kann nach vorliegenden Untersuchungen nicht zweifelhaft sein, daß auf diese Weise die ganze Menge des Chlors im Boden gelöst wird. Zweckmäßig ist es jedoch, vorher die in der Lösung vorhandene Schwefelsäure durch salpetersaures Baryum auszuscheiden; das so erhaltene schwefelsaure Baryum muß, wenn es quantitativ bestimmt werden soll, nach dem Glühen und nachdem es mit Salpetersäure angefeuchtet und nochmals schwach geglüht worden ist, mit verdünnter Salzsäure ausgekocht und nach dem Filtrieren und Glühen gewogen werden.

7. Schwefel. Die Bestimmung der mit Wasser, mit kalter und heißer Salzsäure ausziehbaren Schwefelsäure wird bei der ausführlichen Untersuchung dieser Bodenlösungen, wie früher erwähnt worden ist, vorgenommen. Man findet aber nicht selten, daß aus dem vorher geglühten Boden eine verhältnismäßig weit größere Menge von Schwefelsäure, als aus dem humushaltigen Boden mit denselben Lösungsmitteln extrahiert wird, so daß oftmals eine nicht unbeträchtliche Menge von Schwefel entweder in organischer Verbindung oder als Schwefelmetall im Boden enthalten sein muß. Es möchte daher zu empfehlen sein, noch eine besondere Bestimmung der Gesamtmenge des Schwefels nach folgender Methode vorzunehmen. Etwa 25 g des lufttrockenen Bodens werden in einem Platinschälchen mit einer konzentrierten Lösung von reinem Kaliumsalpeter und mit Kalilauge übergossen; man läßt eintrocknen und erhitzt allmählich bis zum Glühen. Nach dem Erkalten wird die Masse mit verdünnter Salzsäure unter Zusatz von etwas Salpetersäure ausgekocht, in der Lösung durch Eindampfen ꝛc. zuerst die Kieselsäure abgeschieden und dann in bekannter Weise die Schwefelsäure bestimmt. Die Differenz aus der so gefundenen Schwefelsäure und der in dem mit heißer Salzsäure bereiteten Bodenauszuge ermittelten Schwefelsäure entspricht den anorganischen oder organischen Schwefelverbindungen.

8. Eisenoxydul. 10 g des lufttrockenen Bodens werden in einem 250 ccm oder 500 ccm fassenden Kolben gebracht, mit etwa 100 ccm verdünnter (1 : 3) Schwefelsäure übergossen, nachdem man die überstehende Luft durch Einleiten von Kohlensäure vertrieben bezw. durch letztere ersetzt hat; der Kolben wird alsdann mit einem Bunsenschen Ventil verschlossen. Man digeriert jetzt unter häufigem Umschütteln auf dem Wasserbade ungefähr 2 Stunden, läßt erkalten, füllt mit ausgekochtem destilliertem Wasser, dem man noch etwas verdünnte Schwefelsäure zusetzt, damit die Flüssigkeit sehr stark sauer ist, bis zur Marke auf und mischt den Inhalt. Man läßt verstopft stehen, bis sich der ungelöste Boden vollständig gesetzt hat, hebt einen aliquoten Teil der klaren Flüssigkeit ab und titriert diese mit $^1/_{10}$-Normal-Chamäleonlösung, indem man die erste, einige Sekunden anhaltende Rötung der Lösung als Endreaktion annimmt. Bei humus-

reichen Böden liefert dieses Verfahren indes leicht zu hohe Resultate, weil die gelöste organische Substanz schon in der Kälte auf Chamäleon wirkt.

Die Gegenwart von organischer Substanz in der Bodenlösung läßt überall nur eine annähernd richtige Bestimmung des Eisenoxyduls erwarten. Auch zeigt bekanntlich das Eisenoxydul ein sehr verschiedenes Verhalten zum Wachstum der Kulturpflanzen, je nachdem dasselbe an Kieselsäure, Kohlensäure, Schwefelsäure oder an Humussubstanzen im Boden gebunden ist. Um hierüber einigen Aufschluß zu erhalten, muß man den Boden unter geeigneten Vorsichtsmaßregeln (in einer Kohlensäure-Atmosphäre ꝛc.) mit verschiedenen Lösungsmitteln behandeln, mit Wasser, verdünnter Essigsäure, neutralen weinsauren Salzen, mit kalter und heißer Salzsäure, Schwefelsäure ꝛc. und diese verschiedenen Extrakte wenigstens qualitativ auf die Gegenwart größerer und geringerer Mengen von Eisenoxydul prüfen. Der Rückstand von der Behandlung des Bodens mit konzentrierter Schwefelsäure enthält selten irgendwie beträchtliche Mengen von Eisenoxyd und namentlich Eisenoxydul. Sollte jedoch letzteres der Fall und die Bestimmung des Eisenoxyduls wünschenswert sein, so läßt sich dieses mit Chamäleonlösung bestimmen, nachdem man das Aufschließen der Substanz im Kohlensäurestrome nach Cooke mittelst Flußsäure oder nach Wilbur und Whittlesen durch eisenfreies Flußspat- oder Kryolithpulver bewirkt hat.

9. Bestimmung von Kupfer und Blei. Kupfer und Blei finden sich mitunter im natürlichen Boden oder können durch Fabrikabgänge oder durch Düngung mit Straßenkehricht bezw. Hausabfällen in den Boden geraten. Zu ihrer Bestimmung wird in die erwärmte salzsaure Bodenlösung Schwefelwasserstoff geleitet; ist gleichzeitig auch auf Zink Rücksicht zu nehmen, so muß man stärker salzsauer machen, da nach verschiedenen Beobachtungen sonst das Zink teilweise mitgefällt wird. Nach den Versuchen von R. Grundmann setzt man auf etwa 250 ccm Lösung 30 ccm Salzsäure von 1,1 spezifischem Gewicht zu und leitet bei etwa 70° C. Schwefelwasserstoff bis zum starken Vorwalten ein, filtriert, ehe der Schwefelwasserstoffüberschuß entwichen oder zersetzt ist, wäscht mit schwefelwasserstoffhaltigem Wasser aus, trocknet, röstet, löst wieder in Königwasser, verdampft zur Trockne, setzt Wasser und Salzsäure zu, wie oben, und fällt nochmals mit Schwefelwasserstoff.

Der auf diese Weise zinkfreie Niederschlag wird wieder abfiltriert, ausgewaschen, in Salpetersäure gelöst, mit destilliertem Wasser verdünnt und filtriert. Das Filtrat versetzt man mit reiner Schwefelsäure in nicht zu geringem Überschuß, verdampft, bis die Schwefelsäure anfängt, sich zu verflüchtigen, läßt erkalten, fügt Wasser zu und filtriert ohne Säumen das ungelöst bleibende schwefelsaure Blei ab. Sollte der Rückstand nicht mehr genug freie Schwefelsäure enthalten, so fügt man zu demselben verdünnte Schwefelsäure, bevor man Wasser zusetzt. Den Niederschlag wäscht man mit schwefelsäurehaltigem Wasser aus, verdrängt dieses zuletzt durch Alkohol, trocknet, glüht im Porzellantiegel und wägt als schwefelsaures Blei ($PbSO_4$).

Im Filtrat vom schwefelsauren Blei wird das Kupfer bestimmt,

indem man die Flüssigkeit zum Sieden erhitzt und mit Kalilauge versetzt. Das gefällte Kupferoxydhydrat wird abfiltriert, heiß ausgewaschen, getrocknet, im Porzellantiegel geglüht und als Kupferoxyd (Cu O) gewogen.

In den beiden vereinigten Filtraten vom Schwefelwasserstoffniederschlage wird zuerst durch Kochen der überschüssige Schwefelwasserstoff verjagt und das Zink wie folgt bestimmt:

10. Bestimmung von Zink. Da man gewöhnlich große Mengen von Eisen in den Bodenlösungen hat, so scheidet man am besten letzteres zuerst durch essigsaures Natrium ab (S. 15), filtriert und bestimmt in der essigsauren Lösung das Zink, indem man in die warme Lösung Schwefelwasserstoff bis zum starken Vorwalten einleitet. Man läßt zweckmäßig bedeckt etwa 12 Stunden an einem warmen Orte stehen, filtriert und wäscht mit schwefelwasserstoffhaltigem Wasser aus. Um noch etwaige Spuren von Eisen, die in dem Schwefelzink-Niederschlage enthalten sein können, abzuscheiden, wird das Schwefelzink in heißer verdünnter Salzsäure gelöst und nach dem Kochen mit etwas chlorsaurem Kalium und Ammoniak übersättigt. Das Eisen fällt aus, während das Zink in der ammoniakalischen Flüssigkeit gelöst bleibt. Man filtriert das Eisenoxydhydrat ab, macht das Filtrat essigsauer und leitet in die warme essigsaure Lösung wieder Schwefelwasserstoff, läßt 12 Stunden stehen, filtriert, wäscht wie oben aus, löst wieder in Salzsäure, oxydiert wie vorhin und fällt aus der salzsauren Lösung in der Siedehitze, nachdem man annähernd mit Natronlauge neutralisiert hat, mit kohlensaurem Natrium das Zink als Zinkkarbonat. Es wird alsdann so lange gekocht, bis alle freie Kohlensäure entwichen ist, da freie Kohlensäure Zinkkarbonat ähnlich wie Calciumkarbonat in Lösung hält. Sodann filtriert man ab, wäscht mit heißem destilliertem Wasser gut aus, trocknet, glüht im Platintiegel und wägt das Zink als Zinkoxyd (Zn O).

h) **Berechnung und Zusammenstellung der analytischen Resultate.** Nach den Vereinbarungen des Verbandes landw. Versuchsstationen i. D. R. sind sämtliche Analysenresultate auf getrockneten Boden (100° C.) zu berechnen.

Im übrigen möge hier zur Erläuterung die nachfolgende Zusammenstellung einer ausführlichen Analyse eines sandigen Lehmbodens nach Behandlung mit verschiedenen Säuren dienen.

(Siehe Tab. S. 41.)

4. Die physikalischen Eigenschaften des Bodens.

Bei der genaueren Ermittelung der physikalischen Eigenschaften verschiedener, mit einander zu vergleichenden Bodenarten ist es nötig, daß die letzteren in einem möglichst gleichmäßigen Zustande der Trockenheit und der mechanischen Zerteilung sich befinden, und daß

Beispiel einer ausführlichen Bodenanalyse.

	Obergrund %		Untergrund %	
I. Mechanische Analyse nach Schöne:				
Mineralkörner über 0,10 mm	2,45		5,75	
„ von 0,05—0,10 mm . .	28,35		26,63	
„ „ 0,01—0,05 mm . .	36,32		37,30	
Mineralfeinerde bis zu 0,01 mm . .	32,88		30,32	
II. Chemische Zusammensetzung:				
Hygroskopisches Wasser	2,19		1,74	
In bei 100° C. getrocknetem Boden:				
Chemisch gebundenes Wasser	2,421		1,765	
Humus	1,945		0,319	
Stickstoff	0,196		—	
Ammoniak	0,094		—	
Salpetersäure	0,0038		—	
Chlor	0,0072		0,0045	
Gesamt-Glühverlust		4,366		2,084
A. In Salzsäure lösliche Bestandteile:				
Kieselsäure	0,21		0,13	
Phosphorsäure	0,134		0,041	
Schwefelsäure	0,051		0,027	
Eisenoxydul	0,199		0,094	
Eisenoxyd	2,975		2,696	
Thonerde	0,954		0,897	
Kalk	0,574		0,792	
oder kohlensaures Calcium	1,025		1,413	
Magnesia	0,207		0,187	
oder kohlensaures Magnesium	0,434		0,393	
Kali	0,123		0,098	
Natron	0,051		0,038	
Summe		6,156		5,827
B. Durch Schwefelsäure aufgeschlossen:				
Kieselsäure	10,856		9,444	
Thonerde (+ Eisenoxyd)	4,855		4,554	
Kalk	0,214		0,201	
Magnesia	0,220		0,221	
Kali	0,377		0,457	
Natron	0,262		0,571	
Summe (als Thon)		16,784		15,448
C. Durch Flußsäure aufgeschlossen:				
Thonerde	1,666		0,829	
Kalk	0,097		0,179	
Kali	0,415		0,439	
Natron	0,282		0,349	
Daraus berechnet sich:				
Kaliumfeldspat		2,457		2,599
Natriumfeldspat		2,385		2,952
Quarzsand		67,852		71,090
Summe		100,000		100,000

die Beobachtungen unter Verhältnissen angestellt werden, welche den natürlichen, auf dem Felde ꝛc. vorherrschenden ähnlich sind. Außerdem ist es bezüglich mancher der physikalischen Eigenschaften wünschenswert, daß zu den betreffenden Bestimmungen größere Quantitäten Boden Verwendung finden; jedoch ist es meistens kaum möglich, dieser Anforderung zu genügen, und es muß daher gerade das Bestreben darauf gerichtet sein, die wichtigeren physikalischen Eigenschaften auch in kleineren Bodenproben mit hinreichender Genauigkeit festzustellen und hierbei praktisch brauchbare Resultate zu erzielen. Es ist zu beachten, daß der zu untersuchende Boden völlig lufttrocken, durch gelindes Zerreiben zwischen den Händen oder in der Reibschale gleichförmig gepulvert und durch Absieben (Blechsieb mit Löchern von 2 mm Durchmesser) von Steinen und Steinchen befreit sein muß. Man hat also zu allen Bestimmungen, wie bei der chemischen Analyse, die lufttrockene Feinerde zu verwenden.

1. Bestimmung der Absorptionsfähigkeit des Bodens für Wasserdampf. Die Fähigkeit des Bodens, aus der umgebenden Luft Feuchtigkeit zu absorbieren, Wasserdämpfe in sich zu verdichten, kann nach 4 verschiedenen Richtungen mit gegenseitig vergleichbaren Resultaten ermittelt werden.

a) Die genau abgewogene Probe (10—20 g) wird in einem flachen, quadratförmigen Zinkkästchen über eine Fläche von 25 qcm gleichförmig ausgebreitet und im Verlaufe von einigen Tagen unter Beobachtung der jedesmaligen Lufttemperatur durch mehrfache Wägungen die etwaigen Gewichtsveränderungen ermittelt, bis das Gewicht bei ziemlich gleicher Temperatur fast ganz konstant bleibt. Durch Trocknen der Probe bei 100° C. erfährt man sodann, wie viel hygroskopisches oder mechanisch absorbiertes Wasser die Erde im lufttrockenen Zustande bei mittlerer Temperatur zurückzuhalten vermag. Von Interesse wird es auch sein, das Verhalten der lufttrockenen Erde beim Trocknen über Schwefelsäure (unter der Glasglocke), sowie bei mäßig erhöhter Temperatur, unter dem Einfluß des direkten Sonnenlichtes oder besser auf die Weise zu ermitteln, daß man die Gewichtsabnahme bei künstlich erhöhter, aber gleichmäßig andauernder Lufttemperatur, z. B. bei 20°, bei 30° und bei 40° C. genau beobachtet.

Zu einem ähnlichen Resultate bei vergleichenden Untersuchungen wird man gelangen, wenn man die abgewogene Bodenprobe in dem Zinkkästchen zunächst bei 100° C. oder über Schwefelsäure austrocknet und dann die Gewichtszunahme beobachtet, welche bei mittlerer Lufttemperatur durch Absorption von Feuchtigkeit aus der umgebenden Luft bedingt ist.

Bei ziemlich gleichem Humusgehalt verschiedener Bodenarten steht die Menge des absorbierten und von der lufttrocknen Erde zurückgehaltenen Wassers im nahen Zusammenhange mit der Menge des vorhandenen Thones. Durch Zunahme der Humussubstanz erhöht sich die in Rede stehende Eigenschaft des Bodens beträchtlich, so daß ein humusreicher Sandboden oft eben-

soviel und mehr Feuchtigkeit im lufttrockenen Zustande zurückhält, als ein humusarmer Thonboden. Die Mengen der von verschiedenen Bodenarten bei gleicher Lufttemperatur absorbierten oder zurückgehaltenen Feuchtigkeit differieren sehr bedeutend und bewegen sich im allgemeinen in den Grenzen von $^1/_2$ bis 7 Prozent des wasserfreien Bodens. Beim Trocknen über Schwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur bedarf es einer Zeit von 4 bis 7 Tagen, bis ein konstantes Gewicht eintritt, und der stattgefundene Gewichtsverlust ist dann um 0,2 bis 1,5 % geringer, als wenn das Trocknen bei 100° C. vorgenommen wurde.

b) Die lufttrockene Erde vermag in einem mit Wasserdämpfen gesättigten Raum bei konstanter mittlerer Temperatur noch mehr Feuchtigkeit aufzunehmen. Um hierüber Auskunft zu erhalten, wird dieselbe völlig lufttrockene Probe von (a) in dem flachen Zinkkästchen über ein Gefäß gestellt, dessen Boden mit Wasser bedeckt ist und das Ganze mittelst einer Glasglocke luftdicht abgeschlossen. Man bestimmt alsdann drei- bis viermal nach jedesmal 24 Stunden die Gewichtszunahme der Bodenprobe. Gleichzeitig muß man unter dieselbe Glasglocke auch ein leeres Zinkkästchen von genau gleicher Größe stellen und beobachten, ob und wie viel dieses an Gewicht zunimmt. Auch durch Hinstellen in einem feuchten Kellerraum bei einer Temperatur von etwa 15° C. läßt sich die in ähnlicher Weise stattfindende Gewichtszunahme des Bodens ermitteln.

Sandige und lehmige Bodenarten sättigen sich auf diese Weise schon im Verlaufe der ersten 24 Stunden fast vollständig mit Feuchtigkeit und bleiben dann im Gewicht unverändert oder nehmen nur überaus langsam noch weiter an Gewicht zu, wenn nicht vielleicht ungewöhnlich große Mengen von leicht löslichen und zerfließlichen Salzen zugegen sind, wodurch überhaupt die Eigenschaft des Bodens, Feuchtigkeit aus der Luft zu absorbieren, sehr wesentlich verändert und erhöht wird. Sehr thonige aber auch humusreiche Bodenarten müssen, selbst in der kleinen, zu diesem Versuche zu verwendenden Probe von etwa 10 g, wenigstens 3—4 Tage unter der Glasglocke stehen, bis sie mit Feuchtigkeit ziemlich gesättigt sind. Natürlich ist stets auch die Temperatur der mit Wasserdämpfen beladenen Luft im Apparate zu beobachten und zu notieren. Die Menge der von den völlig lufttrockenen Bodenarten absorbierten Feuchtigkeit ist wiederum hauptsächlich durch deren Thon- und Humusgehalt bedingt, jedoch sind die Schwankungen bei verschiedenen Bodenarten im allgemeinen nicht so beträchtlich, wie bezüglich der von der lufttrockenen Erde unter gewöhnlichen Verhältnissen zurückgehaltenen Feuchtigkeit; sie bewegen sich meistens nur zwischen 0,2 und 2,5 % des wasserfreien Bodens.

c) Dieselben Zinkkästchen und dieselben Bodenproben, wie in (a) und (b), kann man auch benutzen zu Beobachtungen über die Absorption von Feuchtigkeit, wenn man den Boden über Nacht im Freien dem Einfluß eines mehr oder weniger starken Taufalles aussetzt. Man hat hierbei möglichst sorgfältige Notizen zu sammeln über die Stärke des Taufalles, die Lufttemperatur und über die Klarheit oder teilweise Bedeckung, überhaupt den Zustand des Himmels. Auch hat man das Verhalten des Bodens zu beobachten, indem man die Kästchen mit gleichen Gewichtsmengen der Erde und unter sonst ganz gleichen Verhältnissen teils auf eine freie, vegetationsleere, dem frisch bestellten

Acker ähnliche Fläche, teils aber auf einen mit dichter Grasnarbe überzogenen Platz stellt.

d) Endlich ist noch darauf aufmerksam zu machen, daß die Beobachtungen in (b) und (c) hauptsächlich dann ein praktisches Interesse gewinnen, wenn man dieselben nicht allein mit ganz kleinen und im Zustande der größten Auflockerung befindlichen Bodenproben anstellt, sondern die Versuche gleichzeitig ausdehnt auf das Verhalten mehr oder weniger mächtiger Schichten des Bodens im mit Wasserdämpfen gesättigten Raume oder im Freien während der Nacht unter dem Einfluß der atmosphärischen Abkühlung und der Tauniederschläge. Zu diesem Zweck kann man Zinkkästchen von gleichem Durchmesser und gleicher Flächenausdehnung wie in (a), (b) und (c), aber von größerer Tiefe benutzen, so daß die Bodenschicht eine Dicke erhält, in verschiedenen Kästchen von etwa $^1/_2$—$1^1/_2$—3 und 6 cm. Der Boden muß überall im völlig lufttrockenen und in einem gleichförmig feinerdigen Zustande zugegen sein, und es wird genau ermittelt, teils wieviel Feuchtigkeit von den verschiedenen dicken Bodenschichten innerhalb einer bestimmten Zeit aufgenommen wird, teils wie tief die Feuchtigkeit in dem gleichen Zeitraum in den Boden eindringt, teils endlich, wie lange Zeit erforderlich ist (bei Beobachtungen in dem mit Wasserdämpfen gesättigten Raume), um die verschieden dicken Bodenschichten mit der unter den vorhandenen Verhältnissen zu absorbierenden Feuchtigkeit ziemlich vollständig zu sättigen.

2. Bestimmung der wasserfassenden Kraft oder der Wasserkapazität des Bodens. Mit Bezug auf die Bestimmung der Wasserkapazität (wasserfassenden oder wasserhaltenden Kraft) des Bodens, der Fähigkeit desselben, eine gewisse Menge von flüssigem Wasser in seine Poren aufzunehmen, will ich die beiden folgenden Methoden erwähnen:

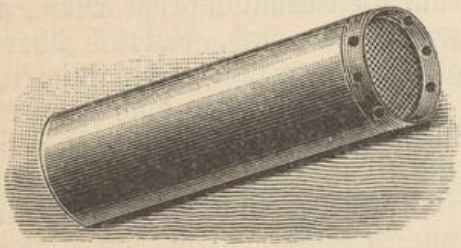


Fig. 7.

a) Ein cylindrisches Röhrchen von Zinkblech (Fig. 7), das genau 16 cm hoch und einen lichten Durchmesser von 4 cm besitzt (Rauminhalt 201,06 ccm), ist am Boden mit einem feinen Nickel-Drahtnetz versehen. Unten ist ein Stück Zinkrohr darüber gelötet, welches an der Seite durchlöchert ist. Vor dem Gebrauch legt man feine angefeuchtete Leinwand auf den Drahtnetzboden des Cylinders, überbindet denselben unten mit einem Stück Kautschuk und füllt zunächst den unteren Teil des Cylinders bis zum Siebboden mit Wasser. Darauf gießt man 200 ccm Wasser von 16° C. in den Cylinder hinein und bringt genau über dem Wasserspiegel eine Marke an. Der über der Marke stehende Blechrand wird abgefeilt, so daß der Cylinder mit Leinwandlappen genau 200 ccm Rauminhalt besitzt und zu gleicher Zeit zur Bestimmung des Volumgewichtes des Bodens benutzt werden kann. Dieses Gefäß wird bei dem eigentlichen Versuch, nachdem zuvor das feuchte Leinwandläppchen hineingelegt worden ist, gewogen und darauf

mit dem Boden gefüllt. Letzterer (die Feinerde desselben, s. oben) muß vollständig lufttrocken sein (bei einem größeren Wassergehalt erhält man ganz andere, zu hohe Resultate, weil dann die Teilchen des Bodens sich nicht so dicht nebeneinander legen, die Zwischenräume oder Poren also mehr Wasser aufzunehmen vermögen); er wird in einer Reibschale vorher unter gelindem Druck so fein und gleichförmig zerrieben, als möglich ist, ohne die etwa vorhandenen kleinen Steinchen zu zerstoßen. Die Erde wird sodann in kleinen Portionen in den Zinkcylinder geschüttet und jedesmal durch gelindes Aufklopfen des Cylinderchens auf eine weiche Unterlage ein dichtes und gleichförmiges Zusammensetzen der Bodenteilchen bewirkt, bis zuletzt der ganze Cylinder mit Erde angefüllt ist. Man stellt nun den mit Boden gefüllten Cylinder, nachdem er gewogen worden ist, so tief in einer Glaswanne in Wasser, daß der Siebboden 5—10 mm in dasselbe hineinreicht, stellt eine Glasglocke darüber, um die Luft abzuhalten, und läßt die Erde von unten her sich mit Wasser vollsaugen. Die Feuchtigkeit erscheint je nach der Beschaffenheit des Bodens in kürzerer oder längerer Zeit an der Oberfläche desselben; man läßt den Apparat im Wasser stehen, bis nach wiederholtem Wägen nur noch höchst unbedeutende Gewichtsveränderungen zu bemerken sind. Die gesamte Gewichtszunahme ergiebt die Menge des absorbierten Wassers.

Fast ganz dieselben Resultate, wie bei dem Vollsaugen des lufttrockenen, feinpulverigen Bodens von unten her erhält man, wenn man eine gleich dicke Schicht der Erde (16—17 cm) in ein ähnliches, mit Trichterrohr versehenes Zinkcylinderchen unter ganz gleichen Verhältnissen einfüllt, sodann von oben mit Wasser vorsichtig übersättigt und den Überschuß des Wassers durch das Trichterrohr abtropfen läßt. Hierbei muß, wie bei allen Versuchen über die Wasserkapazität, die Temperatur beobachtet werden, weil mit der Erhöhung der letzteren die erstere mehr oder weniger sich vermindert.

Bei der Bestimmung der Wasserkapazität ist es besonders wichtig, diese Eigenschaft des Bodens auf den lufttrockenen Zustand desselben zu berechnen, weil die prozentischen Verhältnisse der Wasseraufnahme nur in diesem Falle eine deutliche Übersicht gewähren, dagegen bei der bezüglichen Vergleichung sehr verschiedener Bodenarten sich oft fast vollständig ausgleichen oder sogar umkehren, wenn man das Gewicht des bei 100° C. getrockneten Bodens der Rechnung zu Grunde legt. Es ist nämlich die Wasserkapazität, auf den lufttrockenen Zustand des Bodens bezogen, unter den oben angedeuteten Verhältnissen für thonige, humusarme Bodenarten eine entschieden geringere als für ebenfalls humusarme, lehmige und sandige Bodenarten, während bei größerem Humusgehalt überall die Porosität des Bodens und damit zugleich die Menge des absorbierten Wassers deutlich zunimmt. Ein sehr thoniger Boden vermochte z. B. 27,3%, drei ziemlich thonige Bodenarten 30,5, 30,6 und 31,4, zwei sandig-lehmige Bodenarten von sehr feinem Korn 33,0 und 36,4 und ein schwarzer, humusreicher, sandiger Lehmboden 41,2% Wasser über den lufttrockenen Zustand hinaus aufzunehmen; dagegen gestalteten sich diese Zahlen, wenn man überall das Gewicht des ganz wasserfreien Bodens der Rechnung zu Grunde legte, in derselben Reihenfolge: 36,7; 37,4—36,1—37,3; 36,0—39,0; 48,4, Zahlenverhältnisse, welche

die charakteristischen Eigentümlichkeiten der verschiedenen Bodenarten großenteils gar nicht deutlich hervortreten lassen. Richtiger aber ist es, wenn man die Wasserkapazität überhaupt gar nicht auf das Gewicht des Bodens, sondern stets auf das Volumen desselben berechnet.

b) In Wirklichkeit, d. h. bei ganz natürlicher Lage des Bodens ist die Wasserkapazität des letzteren meistens eine noch geringere, als nach der soeben angedeuteten Bestimmungsmethode gefunden wird; denn man hat es dann mit noch weit tieferen Säulen der porösen Medien zu thun und es ist leicht verständlich, daß unter solchen Umständen nur die feinen Kapillarräume mit Wasser gefüllt bleiben, während die größeren Zwischenräume nur vorübergehend das Wasser aufnehmen, bei dem Versinken des letzteren aber die Luft wieder eindringen lassen — einerlei ob das Wasser von der Oberfläche aus eindringt oder aus der Tiefe aufsteigt, sobald nur in beiden Fällen nach kürzerer oder längerer Zeit die Bewegung des Wassers im Boden aufgehört hat und also hinsichtlich des Feuchtigkeitsgehaltes ein Gleichgewicht zwischen den oberen und tieferen Schichten eingetreten ist.

Nach fast 14tägigem, meist sehr starkem und anhaltendem Regen, also im vollständig durchnäßten Zustande fand E. Wolff in Proben, welche in einer Tiefe von 2 bis zu 30 cm aufgenommen und direkt vom Felde auf ihren Wassergehalt geprüft wurden, bei den oben erwähnten ziemlich thonigen Bodenarten durchschnittlich nur 21,8 %, in den feinsandigen Bodenarten 24,4 %, gegenüber von bezw. 30,8 und 34,7 % (nach Methode a bestimmt), überall auf den lufttrockenen Zustand des Bodens berechnet.

Um den natürlichen Verhältnissen möglichst nahe entsprechende Resultate zu erzielen, verfährt man nach A. Mayer auf folgende Weise: Eine Glasröhre von 1,5—2 cm Weite wird unten mit Leinwand zugebunden und mit dem lufttrocknen Bodenpulver, unter mäßigem Aufstoßen auf eine weiche Unterlage, einen Meter hoch angefüllt. Die Glasröhre besteht aus 2 Stücken, welche mit einem kurzen Kautschukrohr an einander befestigt sind. Das untere Stück ist nahezu 0,75 m lang, so daß noch 0,25 m des oberen Stückes mit dem Boden angefüllt werden. So vorbereitet wird rasch so viel Wasser oben aufgegossen, daß vorübergehend die volle oder Gesamt-Wasserkapazität der ganzen Erde in Anspruch genommen wird. Dabei findet während des Abwärtssinkens des Wassers eine Anfeuchtung der Hohlräume vor der Anfüllung derselben mit Wasser statt. Hierauf wartet man, bis das überschüssige Wasser vollständig abgeflossen ist, öffnet dann sogleich den Kautschukverband, nimmt an dieser Stelle ein genügendes Quantum der feuchten Erde heraus, wägt und bestimmt den Gewichtsverlust durch Trocknen bei 100° C. Die so dem Gewichte nach sich ergebende Wasserkapazität wird mit Hilfe des „scheinbaren spezifischen Gewichtes“ (s. unter 9. S. 56) des Bodens auf die Volumeinheit umgerechnet.

Die auf solche Weise erhaltene Zahl kann man als die kleinste (nach A. Mayer auch absolute) Wasserkapazität bezeichnen; sie fällt für die verschiedenen Bodenarten, je nach der Feinheit und Porosität der Gemengteile,

sehr verschieden aus; die Differenzen sind, entsprechend den natürlichen Verhältnissen, weit größer, als bezüglich der „vollen" Wasserkapazität, deren Bestimmung von keinem praktischen Werte ist. Bei sehr thonigen Bodenarten ist die angegebene Methode eine unbequeme, weil das Wasser durch eine so tiefe Schicht überaus langsam hindurchfließt. In solchen Fällen aber kann man auch kürzere Röhren oder die unter (a) beschriebenen Zinkgefäße anwenden, weil bei sehr thonigen Bodenarten die nach Methode a und b ermittelten Zahlen ziemlich zusammenfallen, vorausgesetzt, daß überall gleiche Porositätsverhältnisse vorhanden sind. Wollny verwirft jedoch auch in diesem Falle die Methode a sowie die später (Wollny, Forschungen ꝛc. 1880. S. 150) von A. Mayer abgeänderte Methode und redet auch hier der von ihm modifizierten A. Mayerschen Methode das Wort. Nachdem er die von A. Mayer vorgeschlagene Methode nach verschiedenen Richtungen geprüft, schlägt er folgendes Verfahren vor zur Bestimmung der kleinsten Wasserkapazität:

Eine 90 cm lange Zinkblechröhre, deren innerer Durchmesser 4 cm mißt, trägt an beiden Enden, rechtwinklig zur Achse eine plattenförmige, Erweiterung 1,5 cm breit. Das untere Ende wird mit einer starken sehr grobmaschigen Leinwand verbunden und der zu untersuchende Boden schichtenweise eingefüllt und mit einem Stößel festgestampft. Auf das obere Ende werden noch 2 je 10 cm lange, gleichfalls 4 cm weite Glasröhren gesetzt. Diese sind, an beiden Enden mit aufgekitteten Messingcylindern versehen, die sich auch rechtwinklig zur Achse des Röhrenstückes zu kreisrunden, vollständig eben geschliffenen 1,5 cm breiten Platten erweitern. Diese Platten werden eingefettet aufeinander gelegt und die aneinander stoßenden Platten vermittelst je dreier hölzener Klemmer fest aufeinander gepreßt. Daß mit der Blechröhre verbundene Glasrohr wird ebenfalls fest mit Boden gefüllt, während dies beim zweiten bloß im unteren Teil geschieht, damit, wenn beim Anfeuchten sich der Boden noch setzen sollte, etwas in die erste Röhre nachrutschen kann und diese stets mit Boden vollgefüllt bleibt. Es wird nun der noch freie Teil der oberen Glasröhre mit Wasser gefüllt und dies so oft wiederholt, bis das Wasser unten angelangt ist. Um dies beobachten zu können, befindet sich am untersten Ende der Blechröhre in der Wand derselben ein 2 cm breiter, 10 cm hoher, durch eine Glasplatte verdeckter Schlitz. Um die Verdunstung am unteren Ende der Röhre zu verhüten, wird sie mit dem verbreiterten Rande auf eine Glasplatte gestellt.

Sobald das Wasser am unteren Ende angelangt ist, wird das überschüssige Wasser von der Oberfläche abgehoben und das Glasrohr oben mit einem Korke verschlossen, durch dessen Mitte eine oben in eine Spitze ausgezogene Glasröhre führt, um eine Verdunstung zu vermeiden. Hierauf läßt man noch 36 Stunden stehen. Sodann werden nach Entfernung der Klemmer die einzelnen Röhrenstücke mit einem Platinblech auseinander geschnitten und die beiden Enden der mit der Blechröhre in Verbindung gestandenen Glasröhre mit je einer Glasplatte bedeckt, um jede Verdunstung zu verhindern. Es wird nun gewogen und aus dem Gewicht nach Abzug desjenigen des Röhren-

stückes und der Glasplatten ergiebt sich das Gewicht des feuchten Bodens. Letzterer wird sorgfältig in eine größere Porzellanschale gebracht und bei 100° C. getrocknet. Vor dem Wägen läßt man ihn 24 Stunden an der Luft stehen, um ihn lufttrocken zu machen. Aus der Differenz zwischen dem Gewicht des feuchten und des trockenen Bodens ergiebt sich der Wassergehalt, welcher volumprozentisch berechnet wird. Das Volumen des Glasröhrenstückes wird vorher mit destilliertem Wasser bei 17,5° C. genau ermittelt.

Die nach der zuletzt erwähnten Methode bestimmte kleinste oder absolute Wasserkapazität läßt zugleich erkennen, wie viel nach Volumprozenten noch an Luft in dem mit Wasser gesättigten Boden vorhanden ist; man braucht nur das Volumen des aufgenommenen Wassers mit der unter sonst gleichen Verhältnissen ermittelten Gesamtporosität des Bodens zu vergleichen.

3. Bestimmung der Verdunstungsfähigkeit des Bodens. Die Verdunstung der Feuchtigkeit aus dem Boden. Bei gewöhnlicher Zimmertemperatur im Schatten haben alle Bodenarten, selbst wenn sie in ziemlich dicken Schichten dem Versuch unterworfen werden, — wenigstens, so lange noch eine reichliche Menge von Feuchtigkeit zugegen ist —, ein beinahe gleiches Verdunstungsvermögen, d. h. die absolute Menge des in einer bestimmten Zeit verdunsteten Wassers ist fast nur bedingt durch die Größe der Oberfläche des die Feuchtigkeit ausdunstenden Bodens und durch die Temperatur der umgebenden Luft. Außerdem ist die Verdunstung in diesem Falle eine so überaus langsame, daß man Monate gebraucht, bis nur 100 bis 150 g der mit Wasser gesättigten Erde in einer 4—6 cm mächtigen Schicht den völlig lufttrockenen Zustand wieder angenommen haben.

Es wurden z. B. 6 in ihrem Humus-, Thon- und Sandgehalt sehr verschiedene Erden in Mengen von ungefähr 30 (A), 60 (B) und 150 (C) g und in Schichten von resp. $1\frac{1}{2}$, 3 und $5\frac{1}{2}$ cm Mächtigkeit (in Zinkkästchen von gleicher Oberfläche, aber verschiedener Tiefe) mit Wasser gleichförmig und vollständig gesättigt und während ihrer Aufbewahrung an einem zug- und sonnenfreien Platze von Zeit zu Zeit auf ihre durch Verdunstung des Wassers bedingte Gewichtsabnahme geprüft. Im Laufe von 96 Stunden waren verdunstet:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
A . .	7,689	6,854	6,545	6,523	7,145	7,191	g
B . .	6,833	6,068	6,046	5,920	6,037	6,018	„
C . .	6,81	5,96	5,92	6,16	6,40	6,67	„

Ferner in einer noch kleineren Quantität von nur 10 g des lufttrockenen Bodens:

Stunden	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Wasser
24 . .	1,751	1,734	1,644	1,610	1,588	1,428	1,576
48 . .	3,609	3,731	3,411	3,396	3,264	3,009	3,220

Die Differenz in den sehr verschiedenartigen und andererseits die Übereinstimmung bei den unter sich ziemlich gleichartigen Böden (2 und 4; 3 und 6) tritt hier offenbar nicht scharf genug hervor.

Nur wenn man die natürlichen Verhältnisse möglichst nachahmt, indem man den Boden in hinreichend dicken Schichten im Freien dem wechselnden Einfluß des direkten Sonnenlichtes und des Schattens aussetzt, werden die charakteristischen Eigentümlichkeiten der verschiedenen Bodenarten deutlich bemerkbar. Es ist wünschenswert, daß hierbei immer eine oder zwei schon früher in dieser Richtung untersuchte Bodenarten gleichzeitig mit dem neu zu prüfenden Boden zu dem Versuche benutzt werden, weil man auf solche Weise bessere Anhaltspunkte zur Beurteilung der betreffenden Eigenschaften erhält.

Man benutzt zu derartigen Versuchen die oben beschriebenen Zinkcylinder, in welchen man die sorgfältig eingefüllte Erde von unten her mit Wasser sich vollsaugen läßt, steckt jedes derselben in eine eng anschließende Hülse von dicker Pappe und stellt hierauf die Kästchen mit den verschiedenen Bodenarten neben einander in ein Holzkistchen, welches mit dem Deckel gerade die Höhe der Zinkkästchen hat. Das Holzkistchen wird mit einem Deckel verschlossen, welcher entsprechend dem Durchmesser der Zinkkästchen Ausschnitte hat, so daß, wenn das Ganze vor ein nach Süden ausgehendes Fenster oder auch ganz ins Freie gestellt wird, die direkten Sonnenstrahlen nur auf die Oberfläche der Erde einwirken können.

Alle 24 Stunden (oder nach Umständen nur von 3 zu 3 Tagen) werden die Zinkcylinderchen aus den Hülsen herausgenommen, der Gewichtsverlust ermittelt, und diese Wägungen je nach der Witterung 14 Tage bis 4 Wochen fortgesetzt, auch mehrmals täglich die Temperatur der Luft in der Nähe des Apparates, der Feuchtigkeitszustand derselben, der jeweilige Barometerstand, sowie die Beschaffenheit des Himmels beobachtet. Anfangs wird man bemerken, daß die Verdunstung bei allen mit Wasser völlig gesättigten Bodenarten, auch in der heißen Sonne eine ziemlich gleiche ist, bald wird die Schnelligkeit der Verdunstung bei den thon- und humusreichen Bodenarten weit geringer als bei den sandigen, überhaupt denjenigen Erden, welche eine große Kapillarkraft besitzen und die Feuchtigkeit aus den tieferen Schichten rasch an die Oberfläche steigen lassen. Es tritt ein Punkt ein, wo die Differenzen in der Verdunstung am größten sind, von welchem Punkt an sie wieder abnehmen, bis die verschiedenen Bodenarten unter gleichen äußeren Verhältnissen eine Zeitlang ziemlich gleichviel Feuchtigkeit ausdunsten und von diesem Punkte an abermalige Differenzen sich einstellen, so aber, daß von jetzt an die thon- und humusreichen Böden schneller ausdunsten als die Sandböden, weil die letzteren bereits fast bis auf den lufttrockenen Zustand ausgetrocknet sind, die ersteren aber noch eine beträchtliche Menge Feuchtigkeit enthalten. Da die Menge der Erde und des ursprünglich aufgenommenen Wassers in jedem Cylinderchen bekannt ist, so kann leicht die jedem Zeitpunkte entsprechende Menge des verdunsteten Wassers in Prozenten der lufttrockenen Erde oder des ursprünglich vorhandenen Wasserquantums berechnet werden.

Um den beschriebenen Verlauf der Verdunstung noch besser zu verdeutlichen, seien hier die von E. Wolff bei einer derartigen Versuchsreihe mit 6 Bodenarten von sehr verschiedener Zusammensetzung erhaltenen Resultate kurz mitgeteilt. Nr. 1 ist ein schwarzer, humusreicher und kalkhaltiger Lehmsandboden, die übrigen Bodenarten sind sämtlich humusarm, und zwar Nr. 2 und 4 sehr feinkörnig, sandig-lehmig, Nr. 3 und 6 ziemlich thonig, Nr. 5 sehr thonig. Es ist zu bemerken, daß die Erden am Tage bei heißem, hellem Wetter 8 Stunden lang ($^1/_2$8 Uhr morgens bis $^1/_2$4 Uhr nachmittags) von dem direkten Sonnenlichte (August 1862) getroffen wurden, während der übrigen Zeit des Tages aber im Schatten, teils im Freien vor dem Fenster, teils im Zimmer standen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
Lufttrockene Erde .	166,9	181,8	192,5	194,7	207,7	196,8	g
Absorbiertes Wasser	68,71	66,13	60,54	64,31	56,68	59,95	„
do. in % der lufttr. Erde	41,2	36,4	31,4	33,0	27,3	30,6	%
Es verdunsteten von dem							
1. bis 3. Tage .	16,18	19,58	17,97	19,46	15,78	21,52	g
3. bis 6. Tage .	11,66	17,20	10,36	14,63	6,81	11,58	„
6. bis 12. Tage .	9,59	12,52	8,32	11,52	7,24	7,69	„
4. Periode . . .	8,56	8,58	9,31	8,69	8,84	8,01	„
5. Periode . . .	7,26	5,34	8,22	6,30	9,08	7,14	„
Also verdunsteten in den ersten 12 Tagen an Wasser:	37,43	49,24	36,65	45,61	30,01	39,59	g

oder in Prozenten des ursprünglich vorhandenen Wassers:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
54,5	74,5	60,5	70,9	52,9	66,0

oder in Prozenten der lufttrockenen Erde:

22,4	27,1	19,0	23,4	14,4	20,2

Man wird also die Verdunstung vorzugsweise von dem Punkte an, wo das Charakteristische bei der Verdunstung in den einzelnen Erden deutlich hervortritt, bis zu dem Punkte, wo dasselbe wiederum verschwindet, zu verfolgen haben und zwar, wo möglich, stets im Vergleich mit zwei Normal-Bodenarten, einem recht sandigen und einem thonreichen Boden von mittlerem Humusgehalt.

Eine bedeutend raschere Verdunstung der Feuchtigkeit wird bewirkt, wenn man zu den vergleichenden Versuchen nach W. Wolf aus feinem Drahtnetz verfertigte Würfel von 6 cm Durchmesser nimmt. Diese werden unter gelindem Aufklopfen nach und nach mit dem lufttrockenen Boden gefüllt, nachdem man vorher den Boden und die inneren Seitenflächen des Drahtnetzwürfels mit entsprechend großen Stücken von Filtrierpapier belegt hat, um das Durchfallen der Feinerde zu verhindern. Hierauf bestimmt man das Gewicht des betreffenden Bodens, stellt die untere Fläche des Würfels etwa 2 cm tief in destilliertes Wasser und läßt auf diese Weise den Boden sich vollsaugen. Der Apparat wird dann frei aufgehängt und unter Beobachtung der Lufttemperatur der Gewichtsverlust nach einer bestimmten Zeit ermittelt.

Aus 6 verschiedenen Bodenarten, welche im vollständig mit Wasser gesättigten Zustande, je nach ihrer Beschaffenheit 47—67 % Wasser ent-

hielten, verdunsteten schon im Verlaufe von 24 Stunden 22,7—31,4% des gesamten Feuchtigkeitsgehaltes.

Inwiefern es zweckmäßig ist, bei Versuchen über die Verdunstung des Wassers aus dem Boden die Methode vielleicht in der Weise abzuändern, daß man eine konstant höhere Temperatur von 30 bezw. 40° C. einwirken, oder auch die Wasserverdunstung im trockenen Raume über Schwefelsäure, mit regelmäßiger Erneuerung der letzteren, bei gewöhnlicher Temperatur stattfinden läßt, darüber müssen erst noch weitere vergleichende Versuche angestellt werden.

4. Die Bestimmung der Filtrationsfähigkeit des Bodens. Um das Durchsickern des Wassers durch den Boden oder das Wasser-durchlassende Vermögen des Bodens quantitativ zu bestimmen, wird ein viereckiges, ungefähr 25 cm hohes und 3 cm im Quadrat weites Zinkkästchen, welches unten mit einem trichterförmigen Ansatz und engem Abflußrohr versehen ist, zuerst am unteren Ende mit lockerer Baumwolle verschlossen, so daß die Baumwolle durch das Trichterrohr hindurchgeht und noch aus demselben ein wenig hervorragt. Hierauf wird etwas grober Quarzsand auf die Baumwolle geschüttet und damit die trichterförmige Vertiefung des Apparates ausgefüllt; man feuchtet den Sand und die Baumwolle mit Wasser an und wägt den Apparat. Dann füllt man unter gelindem Aufklopfen lufttrockene feinpulverige Erde hinein, bis die ganze Erdschicht eine Mächtigkeit von etwa 16 cm erreicht hat; der Apparat mit der lufttrockenen Erde wird wieder gewogen, um das Gewicht der eingefüllten Erde zu ermitteln und die letztere sodann durch vorsichtiges und successives Übergießen mit Wasser gesättigt. Nach dem Abtropfen des überschüssigen Wassers bestimmt man durch Wägen des ganzen Apparates die Menge des aufgenommenen Wassers und somit die Wasserkapazität des Bodens, welche man nach dieser Methode fast genau übereinstimmend findet mit derjenigen, die durch Vollsaugen des Bodens mit Wasser ermittelt wird.

Man gießt nun vorsichtig, ohne den Boden an der Oberfläche aufzuwühlen, 8 cm hoch (welche Wassersäule in dem betreffenden Apparat 60—70 g wiegt) auf die nasse Erde und beobachtet, wie lange Zeit verfließt, bis das Abtropfen ganz aufhört oder auch bis genau 50 ccm Wasser durch die Erde hindurchgesickert sind, während welcher Zeit man die obere Öffnung des Zinkkästchens mit einer kleinen Glasplatte bedeckt hält. Das Abtropfen beginnt augenblicklich nach dem Aufgießen des Wassers auf den mit Feuchtigkeit gesättigten Boden und hört sofort auf, sobald die Flüssigkeit an der Oberfläche des Bodens vollständig verschwunden ist. Bei der Wiederholung der Operation wird fast immer mehr Zeit zum Durchsickern des Wassers erfordert, als das erste Mal. Man kann daher den Versuch etwa dreimal wiederholen und aus den erhaltenen Resultaten das Mittel ziehen.

Bei den oben genannten 6 Bodenarten dauerte z. B. das Durchsickern einer 8 cm hohen Wassersäule durch eine 16 cm mächtige Erdschicht nach Stunden:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1 . . .	23	19	153	22½	100	60½
2 . . .	30	20	193	26	143	77
3 . . .	40	22	218	29	156	89
Mittel	31,0	20,3	188,0	25,8	133,0	75,8

Die zum Versuche benutzten Bodenarten waren überaus feinkörnig und zum Verschlämmen sehr geneigt. Bei mehr grobkörnigen Erden und wenn das jedesmalige Aufgießen des Wassers mit äußerster Vorsicht geschieht, sind die Differenzen bei der Wiederholung des Versuches weniger groß.

5. Bestimmung des Wasser-Aufsaugungsvermögens, der Kapillar-Anziehung des Bodens. Das Aufsaugungsvermögen (Kapillaranziehung) des Bodens für Wasser wird, wenn das letztere von unten her in den Boden aufsteigen muß, in der Weise bestimmt, daß man in Centimeter eingeteilte Glasröhren von 80 cm Höhe und 1½—2 cm Durchmesser am unteren Ende mit feiner Leinwand verschließt (die mit einem Kautschukring befestigt wird) und unter gelindem Aufklopfen nach und nach mit der feinpulverigen Erde anfüllt, dann mit dem unteren Ende 1—2 cm tief in Wasser stellt und ermittelt, wie lange Zeit erforderlich ist, bis die Feuchtigkeit von unten her bis zu einer gewissen Höhe (30—50—70 cm) in die Erde aufsteigt oder auch wie hoch die erstere im Verlaufe einer gewissen Zeit (1—2—4—8—16—24—48 ꝛc. Stunden) sich erhebt.

Dieselben 6 Bodenarten, von denen schon mehrfach die Rede war, verhielten sich hierbei in der Weise, daß die Feuchtigkeit innerhalb der angegebenen Zeit die folgende Höhe erreichte:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
24 Stunden	27,3	38,0	16,7	36,3	8,0	28,8 cm
48 „	35,9	50,8	24,5	49,2	11,9	40,5 „
72 „	41,5	59,5	30,0	57,9	15,2	49,1 „
96 „	44,4	66,2	33,5	63,8	17,5	55,2 „
120 „	46,7	70	36,3	68,5	19,2	60,5 „

Man sieht hieraus sehr deutlich, daß ein größerer Thongehalt und teilweise auch der Humus das Aufsteigen der Feuchtigkeit aus dem Untergrunde in die oberen Schichten des Bodens sehr verlangsamt. In der That hatte das Wasser die Höhe von 70 cm in dem Boden Nr. 2 nach 5 Tagen erreicht, in Nr. 4 nach 6 Tagen, in Nr. 6 nach 8 Tagen, in Nr. 3 dagegen erst nach 72 Tagen, in Nr. 1 nach etwa 100 und in Nr. 5 gar erst nach 175 Tagen.

Dieselben Apparate, oder auch etwas kürzere, 40 cm lange Glasröhren kann man benutzen, um zu beobachten, bis zu welcher Tiefe und wie schnell eine gewisse Wassersäule (z. B. von 4 oder 8 cm) von oben her in die völlig lufttrockene Erde eindringt. Bezüglich der Tiefe des Eindringens hat man zwei Beobachtungsmomente zu unterscheiden:

a) den Augenblick, wo das flüssige Wasser von der Oberfläche des Bodens verschwunden, also soeben in denselben eingedrungen ist, und dann

b) die Tiefe, bis zu welcher die Feuchtigkeit überhaupt in den Boden eindringt, also den Zeitpunkt, wo ein Stillstand im weiteren Versinken des Wassers eintritt, wenn nämlich die tieferen Schichten noch vollkommen lufttrocken sind.

Bei Versuchen mit den obigen Bodenarten ergab sich, daß eine 4 cm hohe Wassersäule in den lufttrockenen Boden einsickerte in

1.	2.	3.	4.	5.	6.	
4,3	1,8	10,3	3,0	21,0	4,3	Stunden

und zwar bis zu einer Tiefe von

a)	11,0	12,0	11,4	13,3	11,7	12,0 cm
b)	13,0	18,1	13,0	19,0	12,0	16,5 „

Als abermals eine Wassersäule von 4 cm auf den in den oberen Schichten bereits feuchten Boden gebracht wurde, so verschwand jetzt das Wasser von der Oberfläche erst in

1.	2.	3.	4.	5.	6.	
21,5	9,0	42,0	14,0	80,0	22,0	Stunden

und die Feuchtigkeit erstreckte sich nun bis zu einer Tiefe von

a)	21,1	24,3	22,0	25,2	23,0	25,1 cm
b)	23,9	30,0	23,5	30,0	24,7	30,0 „

Die Feuchtigkeit wird daher von einem feinkörnigen Sand- und Lehmboden nicht allein am raschesten aufgenommen, sondern verteilt sich darin auch bis zu der relativ größten Tiefe, vorausgesetzt, daß der Boden vorher ganz lufttrocken und nicht vielleicht in den tieferen Schichten teilweise oder ganz mit Wasser gesättigt war.

6. Bestimmung der Wärmeabsorption des Bodens. Die Absorption der Sonnenwärme wird man auf folgende Weise ermitteln können:

a) Ein würfelförmiges Zinkkästchen, etwa 6 cm im Durchmesser, wird mit der möglichst feinpulverigen lufttrockenen Erde angefüllt, dem Einfluß des direkten Sonnenlichtes bei einer recht hohen, genau zu bezeichnenden Lufttemperatur (25—35° C. in der Sonne) einige Stunden lang ausgesetzt und beobachtet, wie hoch die Temperatur an der Oberfläche, in der obersten, 1 cm dicken Schicht der betreffenden Erde sich erhebt. Die Zinkkästchen werden hierbei passend mit Hülsen von dicker Pappe umkleidet und in ein Holzkistchen gestellt, damit die Sonnenwärme nur von oben her auf den Boden einwirkt.

Will man untersuchen, bis zu welcher Tiefe und in welchem Grade die an der Oberfläche absorbierte Sonnenwärme in die Erde eindringt, so sind hierzu etwas größere Quantitäten Boden und namentlich entsprechend tiefere Gefäße erforderlich. Auch kann es von Interesse sein, das Verhalten des Bodens gegen die Sonnenwärme zu beobachten, wenn derselbe in einem mehr oder weniger feuchten Zustande sich befindet, nämlich 5 oder 10 oder 20% Wasser enthält außer der schon in der lufttrockenen Erde enthaltenen Menge.

b) Ein anderes Verfahren besteht einfach darin, daß man eine kleine Menge des lufttrockenen Bodens, etwa 50 g in einem Glaskölbchen dem heißen Sonnenlichte eine Zeitlang aussetzt und dann ermittelt, wie hoch die Temperatur der Erde steigt.

Gleichzeitig wird man hierbei auch den Gewichtsverlust bestimmen, welchen der lufttrockene Boden in einer Quantität von 50 g innerhalb einer gewissen Zeit, in $^1/_2$, 1, 2, ꝛc. Stunden erleidet und wie rasch die verdunstete Feuchtigkeit an einem sonnenfreien Orte aus reiner mittelfeuchter Luft wieder aufgenommen wird.

7. Bestimmung des Wärmeleitungsvermögens des Bodens. Die Leitungsfähigkeit des Bodens für Wärme kann man teils unter dem Einfluß der direkten Sonnenstrahlen, teils auf die Weise beobachten, daß man das obige würfelförmige Zinkkästchen, mit lufttrockener Erde angefüllt, in einen erwärmten Raum stellt und sodann ermittelt, wie lange Zeit vergeht, bis die Erde im Mittelpunkte des Gefäßes eine bestimmte Temperatur, z. B. von 70 oder 80° C. angenommen hat.

Beobachtungen über die Fähigkeit des Bodens, die aufgenommene Wärme mehr oder weniger lange zurückzuhalten, lassen sich leicht mit den unter 6 und 7 angedeuteten Versuchen verbinden. Man braucht nur zu ermitteln, wie viel Zeit erforderlich ist, um die in jenem würfelförmigen Gefäß enthaltene und bis auf 70 oder 80° C. erwärmte Erde an der Luft abzukühlen, bis also die Erde in dem Mittelpunkte des Gefäßes gleiche Temperatur mit der umgebenden Luft zeigt oder auch bis auf genau 20 oder 25° C. erkaltet ist.

Das Verhalten des Bodens zur Luft- und Sonnenwärme, bekanntlich ein überaus wichtiges Moment für die Entwickelung der Pflanzen und für die Gestaltung der ganzen Vegetation, ist bisher nur selten Gegenstand genauerer und umfassenderer Beobachtungen gewesen. Es verdient jedoch nach allen Richtungen hin und unter den verschiedenen in der Natur vorkommenden Verhältnissen durch sorgfältige Versuche beleuchtet zu werden, indem man hierzu teils den Boden in seiner natürlichen Lage benutzt (tägliche und regelmäßige Beobachtungen über die Temperatur des Bodens von 1 Zoll bis zu 4 und 5 Fuß Tiefe, über die Absorption der Sonnenwärme an der Oberfläche und das Eindringen derselben in die tieferen Schichten bei verschiedener Zusammensetzung und in verschiedenen Zuständen des Bodens ꝛc.), teils auch die natürlichen Verhältnisse künstlich nachahmt und die Versuche gleichzeitig auf sehr verschiedene Bodenarten ausdehnt.

8. Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Bodens. Das spezifische Gewicht des Bodens findet man bekanntlich, indem man das Gewicht einer bestimmten Quantität der Substanz dividiert durch den Gewichtsverlust, welchen dieselbe bei dem Wägen in reinem Wasser erleidet, oder indem man das Gewicht des Bodens dividiert durch das Gewicht des Wassers, welches durch die betreffende Menge des ersteren aus einem Gefäß verdrängt wird. Es kommt also nur darauf an, dieses Wasser dem Gewicht oder dem Volumen nach genau zu ermitteln.

a) Das gewöhnliche Verfahren besteht darin, daß man ein möglichst dünnwandiges Glasfläschchen, welches mit eingeriebenem und in eine offene Kapillarröhre ausgezogenem Glasstöpsel versehen ist, mit destilliertem Wasser von 15° C. anfüllt und das Gewicht des letzteren genau bestimmt. Es wird dann eine kleine

Portion Erde (10—15 g), deren Feuchtigkeitsgehalt durch Trocknen bei 100° C. bestimmt worden ist, mit wenig Wasser ausgekocht, das Ganze ins Fläschchen gespült, das letztere nach dem Erkalten mit Wasser von derselben Temperatur, wie oben, wieder ganz angefüllt und gewogen.

Addiert man das Gewicht des angewendeten Bodens minus dem Gewicht der entsprechenden Menge Wasser, die bei 100° C. ausgetrieben wurde, zu dem Gewichte des mit Wasser gefüllten Kölbchens hinzu und zieht hiervon das Gewicht des mit Wasser und Boden gefüllten Kölbchens ab, so drückt die Differenz das Gewicht eines Volumens Wasser aus, welches demjenigen der angewendeten Bodenmenge gleich ist.

b) Das von einer gewogenen Quantität Boden verdrängte Wasser läßt sich auch dem Volumen nach ermitteln. Wo es nicht auf große Genauigkeit ankommt, bringt man einfach 200 g Erde in einen Kolben von 300 oder 500 ccm Inhalt, füllt den letzteren mittelst eines 100 ccm-Kolbens mit Wasser bis zur Marke an und mißt den im 100 ccm-Kolben bleibenden Rest im graduierten Rohr (Knop). Auch kann man in der Weise verfahren, daß man eine abgewogene Menge der Erde (etwa 30 g) in einer genau graduierten Glasröhre mit 50 ccm Wasser stark schüttelt, um die Luft auszutreiben und dann abliest, um wie viel das ursprüngliche Volumen der Flüssigkeit durch die Gegenwart der Erde vermehrt worden ist.

Der Humus bildet stets den spezifisch leichtesten, der etwas grobkörnige Quarzsand gewöhnlich den schwersten Bestandteil des Bodens. Dagegen ist der überaus feinkörnige, mehlartige und gleichsam thonige Sand, wie er in manchen Verwitterungsböden vorkommt, oft spezifisch leichter, als der reine Thon; ein zäher, humusarmer Thonboden kann daher nicht selten ein höheres spezifisches Gewicht zeigen, als ein lehmiger Sandboden, wie E. Wolff z. B. bezüglich der folgenden 6 Bodenarten nachgewiesen hat. Die Zahlen beziehen sich überall auf den bei 125° C. getrockneten Zustand des Bodens.

	Spez. Gewicht	Reiner Humus %	Reiner Thon %	Reiner Sand %	Kohlens. Calcium %	Eisenoxyd %
1.	2,5445	6,87	18,17	48,38	16,79	3,85
2.	2,6315	0,88	15,74	77,32	0,18	2,91
3.	2,6508	2,19	29,76	53,04	2,28	6,27
4.	2,6400	1,40	15,96	75,94	0,52	3,29
5.	2,7325	0,66	42,56	30,19	12,81	7,31
6.	2,6603	0,92	25,93	62,15	0,84	5,58

Die prozentischen Mengenverhältnisse sind auf chemischem Wege ermittelt, der Humus aus dem direkt bestimmten organisch gebundenen Kohlenstoff berechnet, der Thon ist reines Aluminiumsilikat, und der Sand die in Salzsäure und Schwefelsäure unlösliche Masse des Bodens. Im Allgemeinen also kann man aus dem spezifischen Gewicht keinen sicheren Schluß ziehen auf die chemische oder mechanische Beschaffenheit des Bodens.

9. Bestimmung des absoluten oder Volumengewichtes des Bodens. Das absolute Gewicht des Bodens findet man, wenn man den letzteren im lufttrockenen, möglichst feinpulverigen Zustande in ein passendes Gläschen von bekanntem Inhalt unter gelindem Rütteln und Aufstoßen portionenweise und gleichmäßig fest einfüllt, und sodann die eingefüllte Erde dem Gewichte nach ermittelt. Das absolute Gewicht wird auf ein bestimmtes Volumen (1 Kubikmeter, 1 Liter ꝛc.) berechnet, oder auch das Verhältnis zu dem Gewichte eines gleichen Volumens Wasser festgestellt. Das Resultat der letzteren Rechnung kann auch als das scheinbare spezifische Gewicht des Bodens bezeichnet werden.

Für oben genannte 6 Bodenarten wurde dieses sog. scheinbare spezifische Gewicht gefunden:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Lufttrockene Erde . .	1,094	1,171	1,357	1,281	1,406	1,273
Bei 125° C. getrocknet	1,099	1,177	1,375	1,291	1,464	1,285

Bei der Berechnung des scheinbaren spezifischen Gewichtes der bei 125° getrockneten Erde ist angenommen worden, daß die Feuchtigkeit in der lufttrockenen Erde denselben Raum einnimmt, wie das Wasser, wenn es im freien flüssigen Zustande zugegen gewesen wäre. Das Volumen des Wassers wurde daher vor der Feststellung des betreffenden Verhältnisses von dem Inhalt des Gefäßes abgezogen. Man sieht aus den angeführten Zahlen, daß nächst dem humusreichen Boden (1) die feinkörnig sandigen Bodenarten (2 und 4) als die absolut leichteren, die thonigeren Erden (3, 6 und namentlich 5) als die absolut schweren sich ergeben haben.

Heinrich verfährt bei der Bestimmung des Volumgewichtes wie folgt:

Eine 100 g Trockensubstanz entsprechende Bodenmenge (Feinerde) wird in eine bürettenartig graduierte Röhre eingefüllt und durch Aufgießen von Wasser eingeschwemmt. Nachdem das überschüssige Wasser abgetropft, wird das Volumen abgelesen. Zur Volumen-Bestimmung läßt sich eine einfache Bürette benutzen, in welcher man den unteren nicht graduierten Teil mit weißem Sand anfüllt. Der darauf zu schüttende und einzuschwemmende Boden markiert sich dann mit scharfer Grenze. Es wird hieraus berechnet das Gewicht der in 1 l enthaltenen Trockensubstanz und das Gewicht des in 1 l enthaltenen, vollständig mit Wasser gesättigten Bodens (durch Messung des aufgegossenen und abgetropften Wassers).

10. Bestimmung der Porosität des Bodens. Die Porosität der Erde oder das Volumen der festen Erdteilchen, sowie andererseits der mit Luft oder Feuchtigkeit angefüllten Poren wird gefunden, indem man das scheinbare mit dem wirklichen spezifischen Gewicht des Bodens dividiert.

a) Hat man das scheinbare spezifische Gewicht bezüglich des feinpulverigen, völlig lufttrockenen Bodens bestimmt und daraus für den bei 100 oder 125° C. getrockneten Boden berechnet, so findet man entsprechend folgender Berechnung für Nr. 1 : 2,5445 : 1,099 = 100 : x (= 43,2) für die obigen 6 Bodenarten:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Volumen der festen Erdteile.	43,2	44,7	51,9	48,9	53,6	48,3
Volumen der Poren . . .	56,8	55,3	48,1	51,1	46,4	51,7

Die Porosität des Bodens in seiner natürlichen Lage auf dem Felde ꝛc. — wenn man also ein bestimmtes, auf 1 cbm zu berechnendes Volumen der Erde mit einem Erdbohrer oder hierzu passend konstruierten Stecheisen aushebt, das Gewicht der ganzen Erdmasse und in einem Teil derselben die Trockensubstanz ermittelt —, wird wiederum in anderen und zwar, je nach der mechanischen Bearbeitung des Bodens, nach der Düngungsweise ꝛc. verschiedenen Zahlen gefunden werden.

Es kann auch von Interesse sein, das Volumen zu bestimmen, welches der Boden in einem mit Wasser völlig aufgeschlämmten Zustande einnimmt. Man benutzt dazu die Erde, deren Volumen im lufttrockenen, feinpulverigen Zustande ermittelt worden ist, jedoch nur 25 oder 30 g, schüttelt dieselbe in einem graduierten Glasrohr tüchtig mit Wasser, welches 1% Salmiak aufgelöst enthält und läßt dann ruhig absetzen. Nach Verlauf von 24 Stunden nimmt, nach E. Wolffs Beobachtungen, das Volumen der abgesetzten Erde durch längeres Hinstehen nicht mehr ab, und die Erde ist aldann von der darüberstehenden, völlig klaren Flüssigkeit scharf getrennt. Das Volumen der Erde in diesem mit Wasser aufgeschlämmten Zustande vergleicht man mit demjenigen Volumen, welches dieselbe Menge Erde als feinpulverige, lufttrockene Masse einnimmt, indem man das letztere Volumen als Einheit der Rechnung zu Grunde legt.

Auf diese Weise ergab sich für die obigen 6 Bodenarten das folgende Verhältnis:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
1 : 1,433	0,962	1,418	1,144	2,139	1,360

Es ist zu bemerken, daß die Erde Nr. 2 als feinpulverige lufttrockene Masse ein etwas größeres Volumen einnahm, als wenn dieselbe mit Wasser aufgeschlämmt worden war und aus der Flüssigkeit sich wiederum abgesetzt hatte. Im übrigen nimmt mit dem größeren Humus- und namentlich Thongehalt das Volumen der Erde im aufgeschlämmten Zustande deutlich zu; indes gestatten die betreffenden Verhältniszahlen auch allerlei interessante Schlußfolgerungen bezüglich des mechanischen oder physikalischen Zustandes der im Boden vorhandenen Humus- und Thonsubstanz.

Durch einfache Rechnung läßt sich auch die Menge des Wassers ermitteln, welche in der aufgeschlämmten und aus dem Wasser wieder abgesetzten Erde enthalten ist und damit die relativ höchste Wasserkapazität des Bodens feststellen. Wenn man diese Wassermenge auf die bei 125° C. getrocknete Erde bezieht und in Prozenten der letzteren ausdrückt, so ergeben sich z. B. für obige Bodenarten folgende Zahlen:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
91,1	43,8	65,4	50,7	109,5	68,3

11. Bestimmung der Kohäsion und Adhäsion des Bodens.

Die Festigkeit oder Konsistenz des Bodens im trockenen Zustande, sowie die Zähigkeit und das Anhaften des nassen Bodens an Holz

und Eisen, sind bekanntlich sehr wichtige Eigenschaften, nach deren Gestaltung zunächst der Landwirt schwere und leichte (d. h. mit den Ackerwerkzeugen schwer und leicht zu bearbeitende) Bodenarten unterscheidet. Leider können diese Eigenschaften bis jetzt kaum annähernd genau mit kleineren Quantitäten des Bodens ermittelt und in bestimmten Zahlen ausgedrückt werden. Ich muß mich hier auf die Angabe von Methoden beschränken, wie sie in ähnlicher Weise vor Jahren schon von Schübler vorgeschlagen und in Anwendung gebracht wurden.

a) Um die Festigkeit und Konsistenz des Bodens im lufttrockenen Zustande zu bestimmen, knetet man die Erde mit Wasser zusammen und formt mittelst einer Schablone parallelepipedische Stücke von 5 cm Länge und 1 cm Breite und Dicke; diese Stücke läßt man an der Luft austrocknen und untersucht, bei welchem Druck, durch Auflegung von Gewichten, sie von einem stumpfen Messer oder eisernen Keile durchschnitten werden. Man bedient sich hierbei eines passend, nach Art einer einarmigen Wage konstruierten Apparates.

Der Versuch muß sehr oft wiederholt werden, um daraus ein einigermaßen richtiges Mittel zu finden. Dieselben, oder ähnlich geformte Stücke des Bodens benutzt man auch, um durch Messung zu ermitteln, in welchem Grade der Boden bei dem Austrocknen sein Volumen vermindert.

b) Anhaften des feuchten Bodens an Holz und Eisen. Ein würfelförmiges Gefäß von Zinkblech, etwa 6 cm im Durchmesser, und unten mit kleinen Sieblöchern versehen, welche man zunächst mit einem Stückchen feuchter Leinwand überdeckt, wird mit feinpulveriger, völlig lufttrockener Erde unter gelindem Aufklopfen des Apparates angefüllt. Hierauf läßt man die Erde von unten her mit Wasser sich vollsaugen, bis dieselbe an Gewicht nicht weiter zunimmt und legt sodann auf die Oberfläche des jetzt feuchten Bodens eine glatte Scheibe von Buchenholz, 3 cm im Quadrat groß, drückt diese durch ein aufgelegtes Gewicht von 100 g, welches 10 Minuten lang darauf liegen bleibt, fest an und untersucht dann, wieviel Gramm erforderlich sind, um die Holzscheibe von der Erde loszureißen.

12. Bestimmung des Absorptions-Koëffizienten des Bodens für die wichtigeren Pflanzennährstoffe. Zu diesen Absorptionsversuchen verwendet man zweckmäßig Lösungen von Chlorammonium, Kaliumnitrat, Calciumnitrat, Magnesiumsulfat und Monocalciumphosphat, welche von diesen Salzen $^1/_{10}$ bezw. $^1/_{100}$ des Molekulargewichtes in Grammen ausgedrückt pro 1 l enthalten.

Chlorammonium, Kaliumnitrat und Magnesiumsulfat lassen sich leicht als chemisch reine wasserfreie Salze abwägen. Calciumnitrat ist sehr zerfließlich, kann daher nicht als solches genau gewogen werden. In diesem Falle stellt man sich eine konzentriertere Lösung her und bestimmt in etwa 20 oder 25 ccm den Kalk- oder Salpetersäuregehalt, indem man aus zwei gut übereinstimmenden Bestimmungen das Mittel nimmt, die für 1 l $^1/_{10}$ resp. $^1/_{100}$ Normal-Lösung nötige Menge berechnet und diese zu 1 l verdünnt. Monocalciumphosphat erhält man in der Weise, daß man eine Lösung von phosphorsaurem Natrium mit Eisessig versetzt, darauf mit einer

Chlorcalciumlösung ausfällt und den Niederschlag so lange durch Dekantieren mit Wasser auswäscht, bis sich keine Chlorreaktion mehr zeigt. Der frische Niederschlag wird in kalter offizineller Phosphorsäure bis zu deren Sättigung gelöst. Nach dem Filtrieren kristallisiert das Monocalciumphosphat, nachdem die Lösung im geheizten Zimmer in Kristallisierschalen 2—3 Wochen gestanden hat, aus. Die Mutterlauge wird zunächst durch Pressen zwischen Fließpapier entfernt, das Salz über Schwefelsäure getrocknet und die letzten Reste anhaftender Phosphorsäure durch Auswaschen mit wasserfreiem Äther auf dem Scheidetrichter entfernt.

Bei der Ausführung dieser Versuche werden 125 g der lufttrockenen Feinerde mit 500 ccm der $^1/_{10}$- bezw. $^1/_{100}$-Molekularlösungen 24 Stunden in dicht verschlossenen Kolben unter häufigem Umschütteln bei Zimmertemperatur stehen gelassen, dann wird möglichst schnell durch ein lufttrockenes Faltenfilter in ein trockenes Becherglas abfiltriert, während des Filtrierens Trichter und Glas bedeckt gehalten und im Filtrat derjenige Bestandteil bestimmt, dessen absorbierte Menge man erfahren will.

W. Pillitz und N. Zalomanoff ziehen die Filtriermethode dem Schütteln des Bodens mit der Nährlösung vor, weil sie mehr den natürlichen Verhältnissen entspricht. Dabei verwendet N. Zalomanoff folgenden Apparat (Fig. 8):

Zwei Cylinder sind vertikal aufeinander gestellt; der untere ist in Kubikcentimeter eingeteilt, der obere an beiden Enden mit durchbohrten Kautschukpfropfen a und b verschlossen, durch deren Öffnungen Glasröhrchen c und d gesteckt sind. Innerhalb des Cylinders A wird die Öffnung des Röhrchens d mit einem rund geschnittenen Stück schwedischen Filtrierpapiers verdeckt. Der untere Teil des Röhrchens d ist mittelst eines Kautschukschlauches, welcher einen Quetschhahn C trägt, mit einem anderen Röhrchen e verbunden, welches durch den Pfropfen f geht — statt dessen kann man sich auch eines einzigen, mit Glashahn versehenen Glasrohres bedienen.

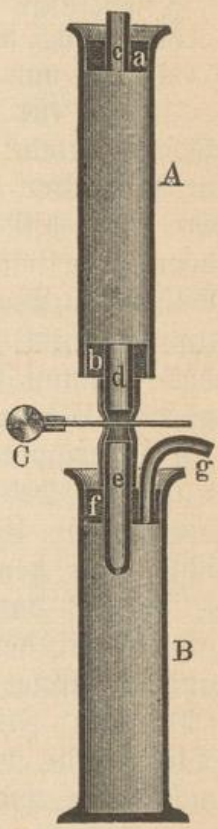


Fig. 8. Absorptionsapparat von Zalomanoff.

Bei Ausführung der Versuche wird in den oberen Cylinder die abgewogene Menge des zu untersuchenden und wie oben vorbereiteten Bodens, darauf das abgemessene Quantum der anzuwendenden Lösung der Salze geschüttet und der Cylinder geschlossen. Man öffnet den Hahn C, läßt ein bestimmtes Volumen Lösung — aber nicht alles — tropfenweise durch den Boden filtrieren und schließt ihn. Man rührt die durchfiltrierte, im unteren Cylinder und auch die im oberen Cylinder übriggebliebene Flüssigkeit um, bestimmt in beiden Flüssigkeiten die Menge vorhandener Bestandteile und erhält aus der Differenz die absorbierte Menge. M. Fesca glaubt jedoch dieser Methode der Bestimmung der Absorptionsgröße keine besonderen Vorzüge vor dem alten Verfahren, dem Schütteln in einem Kolben, zuschreiben zu können.

Manchmal ist es von Interesse die Absorptionsverhältnisse bezüglich einer vollständigen Nährstofflösung zu ermitteln; als solche kann man eine

Flüssigkeit ansehen, welche gleichzeitig Kaliumnitrat, Calciumnitrat, schwefelsaures Magnesium und saures phosphorsaures Kalium (KH_2PO_4), und zwar passend von jedem Salze $^1/_{50}$ Molekül pro Liter aufgelöst enthält. Man schüttelt 500 ccm dieser Salzlösung im Verlaufe von 24 Stunden oftmals mit 125 g des betreffenden Bodens, filtriert sodann 300 oder 400 ccm der Flüssigkeit ab und bestimmt darin die Mengen der sämtlichen Bestandteile.

Zu dem Absorptionsverhalten des Bodens ist im allgemeinen noch zu bemerken, daß nach den Beobachtungen von Biedermann die Absorption des Kalis durch Erhöhung der Temperatur bis zur Kochhitze nicht wesentlich sich verändert, dagegen diejenige der Phosphorsäure schon durch Erhöhung der Temperatur um wenige Grade (z. B. von 15 auf 25° C.) um das Doppelte und Dreifache und durch Erhitzen bis zum Kochen noch weiter gesteigert wird. Um daher bezüglich der Phosphorsäure vergleichbare Resultate zu gewinnen, muß stets eine ganz bestimmte Temperatur eingehalten werden, als welche eine mittlere = 17° C. oder besser noch die Kochhitze sich eignet, d. h. etwa $^1/_4$-stündiges Kochen des Bodens mit Salzlösung.

Um für die Zwecke der Boden-Bonitierung den „Absorptions-Koëffizienten" möglichst rasch zu bestimmen, verfährt man nach Knop in folgender Weise: Man mischt, je nachdem man den Versuch mit 50 oder 100 g Feinerde anstellt, mit 5 oder 10 g Kreidepulver und dem doppelten Gewicht (100 oder 200 ccm) einer Ammonsalzlösung von bekanntem Ammongehalt. Als Ammonsalz wählt man Chlorammonium und bereitet davon eine Lösung genau von der Konzentration, daß das Ammon bei seiner Zersetzung für jedes Kubikcentimeter Flüssigkeit gerade 1 ccm Stickstoff liefert, d. h. man löst in je 208 ccm Wasser 1 g Chlorammonium auf (= 0,2616 g Stickstoff, welche bei 0° und 760 mm Luftdruck 208 ccm einnehmen). Man läßt unter öfterem Umschütteln die Erden 48 Stunden mit dieser Lösung in Berührung. Darauf läßt man den Boden sich absetzen und gießt die überstehende klare Flüssigkeit durch ein trockenes Filter. Aus dem Filtrat entnimmt man schnell mit der Pipette 20 oder 40 ccm, bestimmt darin den Stickstoff und berechnet danach den Verlust an Stickstoff, den die ganze Menge (200 ccm) Flüssigkeit bei Berührung mit 100 g Feinerde erlitten hat. Diese Zahl, die Menge Stickstoff in Kubikcentimeter angegeben, nennt man ohne weiteres die Absorptionsgröße oder Absorption.

5. Anhaltepunkte für die Beurteilung der Güte eines Bodens nach den Resultaten der Analyse.

Für die Beurteilung der Güte eines Bodens kann nie der eine oder andere Bestandteil, das eine oder andere Verhalten allein maßgebend sein; weder der Gehalt an Nährstoffen in der günstigsten Löslichkeitsform, noch einzelne günstige physikalische Eigenschaften bedingen die Güte eines Bodens; es kommen für den Boden als Wohnstätte der Pflanzenwurzeln eine Anzahl von Faktoren in Betracht, welche uns noch vielfach ganz unbekannt sind, oder für deren günstigste und ungünstigste Grenze wir noch keine festen Anhaltepunkte besitzen.

Auch kann das eine günstige Verhalten durch ein anderes ungünstiges herabgemindert werden. Dann auch entscheiden die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Bodens an sich selbst allein nicht; es sind auch in hervorragender Weise die Untergrundverhältnisse, besonders die Grundwasserverhältnisse mit zu berücksichtigen. Ein Boden, welcher sich in chemischer und physikalischer Hinsicht sehr günstig verhält, kann doch vielleicht für landwirtschaftliche Kulturzwecke nicht den Erwartungen entsprechen, weil z. B. die Grundwasserverhältnisse ungünstig sind, weil er an stauender Nässe leidet ꝛc.

Wird die Untersuchung nach diesen verschiedenen Richtungen ausgeführt, wird derselbe also sowohl auf seine chemische Zusammensetzung, wie auch auf seine mechanische Beschaffenheit und seine physikalischen Eigenschaften untersucht, so kann uns die Analyse des Bodens, so lückenhaft sie auch in mancher Hinsicht noch sein mag, doch vielfach recht wichtige Anhaltepunkte einerseits für die Bonitierung, andererseits für die größere oder geringere Fruchtbarkeit bezw. für die anzuwendende Düngung und Bearbeitung geben. Jedoch ist eine derartige Bodenuntersuchung sehr langwierig und sucht man sich deshalb durch die Bestimmung einiger wesentlicher Bestandteile schnell Aufschluß über die Güte des Bodens zu verschaffen. Hierhin gehören:

1. Das Verhalten des Bodens gegen Ammoniak. Es ist hierzu das Ammoniak gewählt worden, weil die Absorption desselben vorzugsweise rasch und leicht ermittelt werden kann, auch weil dieser Körper im Boden unter natürlichen Verhältnissen niemals sich ansammelt, sondern rasch in Salpetersäure übergeht und also für die Absorptionskraft der verschiedenen Bodenarten, da sie nicht etwa zufällig schon mehr oder weniger mit Ammoniak gesättigt sein können, einen sehr guten Maßstab der Vergleichung bildet. Übrigens ist auch die Absorption des Kalis im wesentlichen durch dieselben Ursachen bedingt, wie die des Ammoniaks und bei einer erhöhten Absorption des letzteren ist meistens auch die der Phosphorsäure eine verhältnismäßig reichliche.

Die Höhe der Absorption richtet sich in erster Linie nach dem Gehalt des Bodens an wasserhaltigen Silikaten (zeolithartige Verbindungen und feiner, leicht aufschließbarer Thon); sie ist aber eine besonders große, wenn gleichzeitig Sesquioxdhydrate vorhanden sind, während letztere für sich allein nur wenig absorbieren. Diese zwei Gruppen lassen sich nicht einzeln bestimmen, aber über die Summe beider erhält man Kenntnis durch die Bestimmung der „aufgeschlossenen Basen", zum Teil auch durch die Bestimmung des chemisch gebundenen Wassers. Karbonate der alkalischen Erden und Gips absorbieren kein Ammoniak, auch nicht die wasserfreien Silikate, wenn diese ganz unverwittert und von dichtem Korn sind, wohl aber bei erdartig weicher und poröser Beschaffenheit und alsdann wiederum die „basischen" (pyroxenischen, wie Basalt und Basalttuff) mehr als die „sauren" (trachytischen, wie die Feldspate ꝛc.). Es ist daher auch auf das Verhältnis der Kieselsäure zu den Sesquioxyden und Monoxyden in der

Gesamtmenge der Silikate zu achten. Im allgemeinen wird um so mehr Ammoniak absorbiert, je mehr der Boden im verwitterten Zustande sich befindet, und für den Grad seiner Verwitterung hat man in der Menge der aufgeschlossenen Basen einen relativen Maßstab. Beides aber ist auch für die Beurteilung der Güte und Fruchtbarkeit des Bodens von großem Wert.

Es giebt von dieser Regel jedoch auch Ausnahmen; so beträgt z. B. bei Lößmergeln in Sachsen die Absorption nur 25 bei einem Gehalt von nur 3,06% aufgeschlossenen Basen und 9,71% Silikatbasen, und doch gehören diese Böden zu den fruchtbarsten, weil sie eine gleichförmig lockere, dabei eigentümlich feine Beschaffenheit, sowie in der natürlichen Lage eine große Tiefe besitzen.

2. Der Gehalt des Bodens an Humus und dessen Beschaffenheit. Der Humus steht zu der hygroskopischen Feuchtigkeit des Bodens in naher Beziehung; er ist bestimmend für die Wasser- und Wärmeregulierung im Boden. Die Humussubstanz liefert in seinen Zersetzungsprodukten namentlich die für die Pflanze so wichtige Stickstoffnahrung. Es ist für die durch Stickstoffnahrung bedingte Fruchtbarkeit des Bodens nicht sowohl die Salpetersäuremenge maßgebend, welche sich augenblicklich durch Wasser extrahieren läßt, und noch weniger die geringe Menge von Ammoniak, welche man direkt im Boden bestimmen kann, sondern vielmehr die mechanische und chemische Beschaffenheit und damit die größere oder geringere Verwesungsfähigkeit der vorhandenen Humussubstanz. Als günstig muß man es bezeichnen, wenn bei mittlerem Humusgehalt des Bodens (3—4%) das Verhältnis zwischen dem organisch gebundenen Stickstoff und Kohlenstoff ein ziemlich enges ist. (Vergl. ferner S. 35).

3. Der Gehalt an kohlensauren Erden. Die feinzerteilten kohlensauren Erden sind im hohen Grade befähigt, dem Boden für eine lohnende Kultur günstige physikalische Eigenschaften zu verleihen; zugleich erhöhen sie auch die chemische Thätigkeit im Boden, indem sie den Verwesungs- und Verwitterungsprozeß befördern.

Wenn Böden an Salzsäure nur 0,1—0,2% Kalk und an kohlensäurehaltiges Wasser nur sehr wenig Kalk abgeben, so kann man daraus schließen, daß eine Zufuhr von Kalk oder Mergel eine günstige Wirkung ausüben wird.

Nach Knop kann man Thonböden mit einem Gehalt von 16 bis 20% an Sesquioxyden, 2—3% an Monoxyden, 3—5% an kohlensaurem Calcium, 0,5—1,5% an kohlensaurem Magnesium, 8 bis 20% an aufgeschlossenen Silikatbasen und mit einer Absorption von 50—100 unter allen Umständen als Böden erster Klasse und, wenn sie noch 3—5% Humus enthalten, auch als Kulturerden erster Klasse bezeichnen.

4. Der Gehalt an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali. Die chemische Analyse giebt uns bei diesen 3 wichtigsten Pflanzennährstoffen bis jetzt noch am wenigsten Aufschluß darüber, wieviel davon

in einer für die Pflanzen leicht aufnehmbaren Form vorhanden ist. E. W. Hilgard glaubt, daß man in der Bestimmung des Stickstoffgehaltes des Bodenhumus (Matière noire Grandeau's) ein Mittel besitzt, um das Stickstoffbedürfnis eines Bodens zu bestimmen; darnach wird sich bei 2% Humusstickstoff stets Stickstoffhunger im Boden zeigen, mag auch der Gesamtstickstoff des Bodens abnorm hoch sein. Ein Gehalt von 3% Humusstickstoff schließt schon bei genügendem Kalkgehalt Stickstoffhunger aus und bei 5% lohnt sich die Stickstoffdüngung überhaupt nicht mehr.

Die Phosphorsäure ist bekanntlich ein in landwirtschaftlicher Hinsicht vorzugsweise wichtiger Pflanzennährstoff und es wäre daher von großem Werte, wenn man ein sicheres Mittel hätte, um denjenigen Anteil der Gesamt-Phosphorsäure des Bodens hinreichend genau zu bestimmen, welcher zunächst und verhältnismäßig leicht den Pflanzen zugänglich sein muß. Die Versuche nach dieser Richtung hin sind bisher ohne sicheren Erfolg geblieben. Neuerdings hat B. Dyer bemerkenswerte Versuche nach dieser Richtung hin ausgeführt; derselbe geht von der Acidität des Wurzelsaftes aus und glaubt hierfür in der 1-prozent. Citronensäure einen Ausdruck gefunden zu haben. Nach Dyer ist in einem Boden mit 0,01% Phosphorsäure in 1prozent. Citronensäure löslich, ein Mangel an Phosphorsäure vorhanden.

Für das Kali besitzen wir in der successiven Behandlung des Bodens mit kohlensäurehaltigem Wasser, mit kalter und heißer Salzsäure ein Mittel, uns einigermaßen über den Grad der Löslichkeit des Kalis Rechenschaft zu geben. E. Wolff fand bei Untersuchung verschiedener Böden, daß durch kalte konzentrierte Salzsäure 0,0148 bis 0,1489% Kali oder 0,8—9,6% des Gesamt-Kalis, durch heiße konzentrierte Salzsäure 0,0490—0,787% oder 2,6—32,3% vom Gesamt-Kali gelöst wurden. Hierbei hat man zugleich das gegenseitige Mengenverhältnis zu beachten, in welchem das Kali in die einzelnen Lösungen übergeht und ganz besonders ist es von Wichtigkeit, daß man die absolute Menge des gelösten Kalis mit der Quantität des durch dasselbe Lösungsmittel zersetzbaren Thones vergleicht. Die thonige Substanz ist gleichsam der Träger und das Bindemittel für das Kali und das letztere wird den Pflanzen um so leichter zugänglich sein, je mehr der Thon damit beladen ist, je enger also das Verhältnis von dem Kali zu der in der gleichen Lösung enthaltenen Thonerde sich gestaltet. Es kommen dabei hauptsächlich die mit heißer konzentrierter Salzsäure und mit Schwefelsäure dargestellten Lösungen in Betracht und in diesen hat E. Wolff das betreffende Verhältnis, je nach der Beschaffenheit des Bodens, wechselnd von 1 : 3 bis zu 1 : 16 und selbst über 20 gefunden; im Mittel ist dasselbe etwa = 1 : 10. Daß neben dem Kali auch das Natron zu bestimmen ist und das gegenseitige Verhältnis beider Alkalien Beachtung verdient, bedarf kaum der Erwähnung; ebenso muß die Beschaffenheit der sandigen Bestandteile des Bodens und deren aus den Resultaten der chemischen Analyse zu berechnender Gehalt an Kaliumfeldspat, Natriumfeldspat,

Quarzsand ꝛc.) einigen Aufschluß geben über die Verwitterungsfähigkeit und somit über die natürliche Fruchtbarkeit des Bodens.

B. Dyer glaubt auch für das Kali in der 1-prozent. Citronensäure das zweckdienlichste Lösungsmittel gefunden zu haben und hält einen Boden mit 0,005% Kali in 1prozent. Citronensäure löslich für Kali bedürftig.

Liebscher kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu folgenden Schlüssen:

1. Ein Kaligehalt von 0,15% oder weniger deutet auf ein starkes Kalibedürfnis des Bodens; ein Kaligehalt von 0,2—0,4 oder vielleicht bis 0,5% deutet auf ein mittleres Kalibedürfnis; ein Kaligehalt von 0,5% ist als hoch zu betrachten und läßt eine Kalidüngung nicht als rentabel erscheinen.

2. Bei der Phosphorsäure kommt es mehr auf die Löslichkeit derselben, als auf den absoluten Gehalt derselben im Boden an. Ein Gehalt von 0,07% oder weniger ist als gering zu bezeichnen, 0,07 bis 0,085% als mittelmäßig; 0,085—0,100% Phosphorsäure kann als befriedigend und 0,1—0,2% als gut bezeichnet werden.

Die Löslichkeit der Phosphorsäure würde als sehr günstig zu bezeichnen sein, wenn auf 1 Teil Phosphorsäure weniger als 40 Teile Eisenoxyd und Thonerde kommen, als günstig bei einem Verhältnis von 1:40—60 und als wenig günstig bei einem solchen von 1:60 bis 90 und als sehr ungünstig bei einem solchen von 1 zu über 90.

Ob sich nach den angegebenen Vorschriften das Bedürfnis nach Stickstoff, Phosphorsäure und Kali in Wirklichkeit feststellen läßt, lasse ich dahingestellt.

5. Die wasserhaltende Kraft oder Wasserkapazität des Bodens. Zwar steigt häufig mit der Absorptionskraft für Ammoniak auch die Wasserkapazität des Bodens, jedoch ist dieses keineswegs immer, z. B. bei humusreichen Erden gegenüber den humusarmen, der Fall und es ist sehr wünschenswert, diese Eigenschaft direkt zu ermitteln. Wenn die Wasserkapazität zu 25—35% gefunden wird, so ist dies als ein günstiges Verhalten anzusehen; niedrigere und auch wesentlich höhere Zahlen bedingen eine weniger gute physikalische Beschaffenheit des Bodens. Überhaupt ist bekanntlich ein Boden von mittlerer physikalischer Beschaffenheit für den lohnenden und intensiven Betrieb des Ackerbaues vorzugsweise geeignet.

Die Differenz zwischen dem spezifischen und dem absoluten Gewicht des Bodens ergiebt dessen Porosität und letztere verglichen mit der Wasserkapazität läßt erkennen, ob der betreffende Boden, auch wenn er mit Wasser relativ gesättigt ist, noch der atmosphärischen Luft einen genügenden Zutritt gestattet oder nicht.

Ferner ist es ein leicht ausführbarer Versuch, welcher über die Feinheit des Kornes, sowie über den Thongehalt eine rasche Auskunft giebt, indem man 25 oder 50 g des betreffenden Bodens in einem graduierten Glasrohr mit einer 1-prozent. Salmiaklösung stark schüttelt

und, nachdem der Boden durch ruhiges Hinstehen sich gesetzt hat, beobachtet, inwiefern hierdurch eine Veränderung des Volumens gegenüber der lufttrockenen Masse eingetreten ist. Der reine Sandboden verändert hierbei sein Volumen fast gar nicht, bei sehr feinkörniger Beschaffenheit kann sogar eine Verminderung um einige Prozente eintreten, während ein lehmig-sandiger Boden um 10—20, ein Boden von mittlerem Thon- und Humusgehalt, überhaupt von besonders günstiger physikalischer Beschaffenheit um 30—50 und ein zähthoniger Boden bis zu 100 und mehr Prozent an Volumen zunimmt.

6. Das Wasserauffaugungsvermögen (die Kapillaranziehung) des Bodens. Die Fähigkeit der Wasserleitung aus den tieferen Schichten zur Oberfläche gilt ebenfalls als wichtiger Maßstab für die Beurteilung der Güte eines Bodens. Bei sehr thoniger, dichter Beschaffenheit des Bodens steigt das Wasser (nach S. 52) in 24 Stunden nur um 5—10 cm, bei geringerem Thongehalt um 10 bis 20 cm, und bei sehr günstiger physikalischer Beschaffenheit um 25—40 cm. Ein größerer Thon- und Humusgehalt vermindert die Schnelligkeit und den Grad des Aufsteigens und ebenso ist das letztere ein verhältnißmäßig geringes bei sehr grobem Korn des Sandes.

7. Bestimmung der organischen Substanz, der „Matière noire" (Schwarzstoff) von L. Grandeau. L. Grandeau glaubte seiner Zeit gefunden zu haben, daß die Fruchtbarkeit der Ackererden in direkter Beziehung stehe zu der Menge der an organische Substanz gebundenen, in Ammoniak löslichen Mineralstoffe (Phosphorsäure, Kali, Kalk), daß der Fruchtbarkeits-Unterschied verschiedener Bodenarten besonders mehr durch den Phosphorsäure-Gehalt des Ammoniak-Extrakts als durch den des Säure-Extrakts angezeigt werde. Behandelt man nämlich einen Boden mit verdünnter bezw. so viel Salzsäure, daß der vorhandene Kalk eben gelöst wird, wäscht den Boden mit Wasser aus, trocknet ihn an der Luft und fügt man dann zu der von kohlensaurem Calcium befreiten Erde verdünntes Ammoniak (Ammoniak und destill. Wasser zu gleichen Teilen), so löst das Ammoniak organische Substanz und an diese gebundene Mineralstoffe, nämlich Phosphorsäure, Kali, Kalk auf, welche nach Verdampfen und Glühen des Extrakts ermittelt werden können.

O. Titsch und A. Tuxen konnten indes derartige Beziehungen zwischen der Menge der an organische Substanz gebundenen und in Ammoniak löslichen Mineralstoffe (bezw. Phosphorsäure) und der Fruchtbarkeit der von ihnen untersuchten Boden nicht finden.

8. Ermittelung der assimilierbaren Nährstoffe (der Fruchtbarkeit) des Bodens aus dem Gehalt der in demselben gewachsenen Pflanzen an Nährstoffen. Die Unzulänglichkeit der heutigen chemischen Methoden zur Feststellung der assimilierbaren Nährstoffe im Boden hat zu Versuchen geführt, durch die Untersuchung der in dem Boden gewachsenen Pflanzen hierüber Aufschluß zu erhalten. Aber auch diese Versuche haben bisher endgiltige Resultate

nicht ergeben und kann ich mich hier auf eine kurze Mitteilung über dieselben beschränken.

Es sind bei diesen Versuchen teils die ganzen Pflanzen, teils einzelne Pflanzenteile (Wurzel) untersucht und ist durch Vergleichen der gewonnenen Resultate mit dem Gehalt normal oder doch unter bekannten Verhältnissen gewachsener Pflanzen ein Schluß auf das Nährstoffbedürfnis des Bodens gezogen worden. (Emmerling, Hellriegel, Heinrich u. a. m.). Helmkampf will die Pflanzenanalyse mit einem Düngungsversuch verbinden und dabei aus einer Zunahme eines Nährstoffes in der Pflanze infolge der Düngung auf das Düngungsbedürfnis für diesen Nährstoff schließen, während ein genügender Nährstoffvorrat im Boden vorhanden sein soll, wenn der Gehalt trotz der Düngung überall derselbe bleibt. M. Maercker hat zunächst für Phosphorsäure ermittelt, wieviel hiervon durch die Pflanzen aus Bodenarten von verschiedener Beschaffenheit aufgenommen werden können und weiter festgestellt, daß diese von der Pflanze aufgenommene Menge Phosphorsäure in geradem Verhältnis zu der durch Ammoncitrat (Petermann) aus dem Boden gelösten Phosphorsäure steht. Deshalb glaubt M. Maercker in dem Ammoncitrat oder nach anderen Versuchen in einer 5prozent. Citronensäurelösung ein Mittel zur Bestimmung der bodenlöslichen, d. h. der jedesmal für die Pflanze aufnahmefähigen Phosphorsäure gefunden zu haben.

9. Schädliche Bestandteile des Bodens. Eisenoxydul neben saurem Humus gilt als Zeichen mangelhafter Durchlüftung, die unter Umständen eine sog. sauere Vegetation (Sauergräser, Moos ꝛc.) zur Folge hat. Entwässerung oder Verbesserung der physikalischen Eigenschaften des Bodens besonders durch Kalk sind hier die besten Hilfsmittel.

Direkt schädlich wirkt Schwefelkies, welcher bei der Zersetzung die für Pflanzen giftige freie Schwefelsäure und das ebenso giftige Ferrosulfat giebt. Letzteres setzt sich mit den kohlensauren Salzen um, z. B. mit Calciumcarbonat zu unschädlichem Ferrihydroxyd und Calciumsulfat und düngt somit, da Calciumsulfat leichter löslich ist, als Calciumcarbonat, indirekt, aber nur so lange, als hinreichend kohlensaure Salze vorhanden sind. Durch derartige fortdauernde Umsetzungsprozesse muß nach und nach eine Verarmung des Bodens eintreten. Ähnlich verhalten sich Zinkblende (Schwefelzink) und Zinkvitriol, ferner Schwefelkupfer und Kupfervitriol. Um derartig beschädigte Böden wieder aufzubessern, empfiehlt sich in erster Linie unter Umbrechen derselben eine starke Kalkung oder Mergelung.

Schwefelcalcium in den Abfällen der Soda- und Pottasche-Fabriken, in dem Gaskalk der Gasfabriken, Rhodanammonium in den Abfällen der Gasfabrikation, arsenige Säure in dem Abwasser aus Gerbereien, Färbereien und Farbfabriken sind äußerst scharfe Pflanzengifte.

Chlornatrium, Chlorcalcium und Chlormagnesium, welche sich in dem Abwasser von Steinkohlengruben, Salinen, Kali-

bergwerken, Sodafabriken ꝛc. finden, sind in größerer Menge schädlich. Kommen derartige salzhaltige Wässer wiederholt auf einen Boden, so wird der Boden dicht geschlemmt; ferner gehen dem Boden durch Wechselwirkung und durch die stärker lösende Kraft besonders Kali neben Kalk und Magnesia verloren. Bei derartig beschädigten Böden empfiehlt sich der Anbau von Pflanzen wie Kohl, Raps oder Gerste, welche wegen der flachen Bewurzelung verhältnismäßig viel Salz vertragen oder auch der Anbau von bodenlockernden Gewächsen (z. B. Klee und sonstigen tiefwurzelnden Pflanzen); dabei soll man den Boden vor Winter in rauhe Furchen legen, damit der Frost auf ihn einwirken kann und die Salzteilchen den Winter über besser in den Untergrund gewaschen werden.

B. Untersuchung der Moorböden.

1. Probenahme.

Im allgemeinen gelten die bei Mineralböden (S. 21) gegebenen Vorschriften. Insbesondere ist bei Moorboden noch zu beachten, daß die oberste Schicht von den tieferen Moorschichten getrennt gehalten wird. Ist das zu untersuchende Moor einheitlich, so verteilt man die Probenahme gleichmäßig über die ganze Fläche in der Weise, daß man an möglichst vielen Stellen

1. Proben von ca. 1—2 kg von der Oberfläche bis zu 20 cm Tiefe,

2. Proben von ca. 1—2 kg von 20 cm Tiefe bis zur Sohlentiefe der vorhandenen oder noch zu ziehenden Entwässerungsgräben aushebt.

3. Für den Fall, daß die Gräben schon in den mineralischen Untergrund einschneiden, halte man den mineralischen Teil (Probe 3) von dem moorigen Teil der Probe 2 gesondert.

Die Einzelproben derselben Tiefe werden gut gemischt und wird daraus ein Durchschnittsmuster von 2—3 kg zur Untersuchung entnommen.

Zeigt das Terrain bedeutende Verschiedenheiten, so behandelt man jede einzelne der unter einander verschiedenen Flächen für sich.

Finden sich in der Nähe des Moores oder in erreichbarer Tiefe des Untergrundes mineralische Bodenarten: Sand, Lehm, Mergel, Wiesenkalk u. dergl., welche möglicherweise für die Meliorierung des Moorbodens Bedeutung gewinnen könnten, so sind auch hiervon Durchschnittsproben von 1—$1^1/_2$ kg zu entnehmen und mit einer genauen Beschreibung der Lagerungs-Verhältnisse, des räumlichen Umfanges ꝛc. zu versehen.

Bei der Probenahme ist besonders der Grad der Zersetzung der moorbildenden Pflanzenreste festzustellen, insbesondere ob die Struktur der Pflanzen noch zu erkennen ist, ob der Boden erdig und mehr oder weniger krümelig erscheint. Je weiter die Zersetzung vor-

geschritten ist, desto besser ist der Boden naturgemäß für die Kultivierung geeignet. Von großem Wert für die Beurteilung der Güte des Moores ist die Bestimmung der Pflanzen, aus denen das Moor sich gebildet hat, indem sich daraus ergiebt, ob Niederungs- oder Hochmoor vorliegt.

2. Die Untersuchung der Probe.

Von besonderer Wichtigkeit ist bei Moorboden die Bestimmung des Volumgewichtes. Bei der großen Verschiedenheit der Moorböden je nach dem Zersetzungsgrad, dem Mineralstoffgehalt, der dichten Lagerung können die prozentischen Zahlen nichts nützen, sondern nur die in einer bestimmten Schicht den Pflanzen zugänglichen Nährstoffe lassen uns den wirklichen Nährstoffgehalt des betreffenden Bodens erkennen.

Die Bestimmung des Volumgewichtes wird nach dem an der Moor-Versuchsstation Bremen üblichen Verfahren in folgender Weise ausgeführt: Die Moorprobe wird sorgfältig gemischt und mit den Händen so dicht zusammengepreßt, als es ohne Aufbietung übermäßiger Kraft geht; nach Herstellung einer ebenen Fläche wird aus derselben mit Hilfe einer vorher tarierten Blechform ein Würfel von 10 oder 15 cm Höhe entsprechend 1000 bezüglich 3375 ccm Inhalt ausgestochen, gewogen, die Moorsubstanz auf Hürden flach ausgebreitet, im Trockenschrank bei mäßiger Temperatur (90° C.) lufttrocken gemacht und nach dem Erkalten wieder gewogen. Die Masse läßt sich dann leicht zerkleinern bezw. mahlen. Die so gewonnene lufttrockene Probe dient auch zur chemischen Analyse; in derselben wird eine Bestimmung der Trockensubstanz ausgeführt; damit erhält man die nötigen Daten, um berechnen zu können, wie viel z. B. 1 cbm des natürlichen Moores an frischer und durchaus trocken gedachter Substanz enthält und man kann dann leicht mit Hilfe der prozentischen Zahlen der Analyse den absoluten Gehalt einer beliebigen Bodenmenge an wertbestimmenden Stoffen ermitteln.

Zur Trockensubstanzbestimmung werden 2—3 g Substanz ganz flach in einer möglichst geräumigen, mit Deckel tarierten Schale ausgebreitet und unter eine zum Evakuieren eingerichtete Glasglocke gebracht, in welcher sich ein Gefäß mit konzentrierter Schwefelsäure oder Phosphorsäureanhydrid befindet, das mit einer möglichst großen Oberfläche wirkt. Die nach dem Trocknen eintretende Luft wird am einfachsten durch eine vorgelegte Waschflasche mit konzentrierter Schwefelsäure von Feuchtigkeit befreit. Um ein Zerstäuben der oft äußerst leichten und feinen Moorsubstanz zu verhindern, empfiehlt es sich, die Gefäße gegen den eintretenden Luftstrom durch eine entsprechend angebrachte Glasplatte zu schützen. Die trockene Substanz muß in bedeckter Schale möglichst schnell gewogen werden, da sie äußerst hygroskopisch ist; auch ist es nötig, während des Trocknens den Inhalt der Schale wiederholt umzurühren, da selbst bei sehr

dünner Lage die oberste Schicht das Austrocknen der unteren verlangsamt.

Die Veraschung des Moores, welche zur Bestimmung der mineralischen Bestandteile notwendig ist, wird am besten in einer flachen geräumigen Platinschale ausgeführt. Die Moorasche ist sehr hygroskopisch und deshalb möglichst schnell mit einer Platte bedeckt zu wiegen.

Die Bestimmung der einzelnen Bestandteile erfolgt nach den früheren erörterten Methoden. Betreffs der bei Bestimmung gewisser leicht sich verflüchtigender Bestandteile, Chlor, Kalium, zu beachtenden Vorsichtsmaßregeln bei Herstellung der Asche gelten die für Pflanzen (vergl. „Pflanzenasche") giltigen Regeln.

Die mehr oder weniger stark mit Sand, Thon oder Kalk vermischten Moorböden werden in derselben Weise behandelt.

Die Resultate der Untersuchung werden am besten auf Prozente der vollkommen trocken gedachten Moorsubstanz berechnet und wird dann auf Grund der Volumgewichtsbestimmung ermittelt, wieviel von den betreffenden Pflanzennährstoffen in einem bestimmten Bodenvolumen z. B. auf einer Fläche von 1 ha, in der Oberflächenschicht von 0,20 cm oder in einer gleichmächtigen Schicht der tieferen Lagen vorhanden ist.

3. Untersuchung der Materialien zur Bedeckung des Moorbodens bei der Anlage von Deckkulturen nach Rimpaus System (Dammkultur).

Als Bedeckungsmaterial für den Moorboden dient der Mineralboden aus dem Untergrund oder aus der Umgebung des Moores. In der Mehrzahl der Fälle handelt es sich dabei um Sand- oder Kiesböden mit oder ohne einen Gehalt an kohlensaurem Calcium, nicht selten aber auch um kalkfreie und kalkhaltige Thonböden oder um Wiesenmergel (sog. Wiesenkalk).

Das Urteil, ob dieser oder jener Boden ein geeignetes Bedeckungsmaterial abgiebt, stützt sich im wesentlichen auf die Beobachtung der Farbe, des Gehaltes an thonigen Beimengungen, kohlensaurem Kalk, Feldspatteilchen, organischen Stoffen, Eisenoxyd, Eisenoxydul, Schwefeleisen ꝛc. und ferner auf die Ermittelung der Körnigkeit und des Gehaltes an kiesigen Beimengungen und deren Charakterisierung bei Sandböden, der Zähigkeit und des Sandgehaltes bei Thonböden. Die Körnigkeit des Sandes ermittelt man am besten durch Abschlämmen. Im allgemeinen beschränkt man sich bei diesen Untersuchungen auf die qualitative Untersuchung.

Bei der Untersuchung auf pflanzenschädliche Stoffe kommen Schwefeleisen und seine Oxydationsprodukte, schwefelsaures Eisenoxydul und freie Schwefelsäure, in Frage.

Zum Nachweis von Eisenoxydul wird die Moor- und Sandprobe in einem Becherglase mit Wasser übergossen und nach Zusatz von rotem Blutlaugensalz unter Umrühren 24 Stunden stehen gelassen; Blaufärbung zeigt die Gegenwart von Eisenoxydul an.

Bei Gegenwart von kohlensauren Salzen (kohlensaures Calcium) wird, wenn aus Schwefeleisen durch Oxydation schwefelsaures Eisenoxydul entsteht, bald eine Umsetzung eintreten und falls die Mengen der kohlensauren Salze ausreichen, alles Eisensulfat in Carbonat zu verwandeln, kein wasserlösliches Eisenoxydul nachzuweisen sein.

Schwefeleisen. Nach den vorliegenden Untersuchungen hat das in den Mooren vorkommende Schwefeleisen die Zusammensetzung FeS_2 und die Form des Wasserkieses, welcher sich bei Gegenwart von Wasser und Luft leicht in schwefelsaures Eisenoxydul und freie Schwefelsäure umsetzt. Daneben sollen sich andere, schwerer zersetzbare Schwefeleisenverbindungen, wenn auch seltener, finden.

Der qualitative Nachweis des Schwefeleisens stützt sich darauf, daß dasselbe bei heftigem Glühen unter Luftzutritt allen Schwefel in Form von schwefliger Säure bezw. Schwefelsäure abgiebt und daß selbst sehr geringe Mengen schwefeliger Säure durch den Geruch sich mit Sicherheit erkennen lassen.

Die fragliche Probe wird in einem Platintiegel mit aufgelegtem Deckel auf einem Gebläse zum Glühen erhitzt, dann schnell in eine eiserne Pfanne ausgeschüttet und zur Nase geführt. Kleine Mengen schwefeliger Säure werden an dem scharfen stechenden Geruch sofort erkannt.

Sind in der Probe kohlensaure oder humussaure Salze vorhanden, so wird ein Teil der entstandenen Säure von den Basen derselben zurückgehalten werden. Aber unter Umständen tritt selbst bei einem großen Überschuß von kohlensaurem Calcium wie z. B. in schwefelkieshaltigen Mergeln beim Glühen eine starke Entwickelung von schwefeliger Säure auf, vielleicht, weil die Mischung von kohlensaurem Calcium und Schwefeleisen nicht innig genug ist, um alle schwefelige Säure festzuhalten. Wässerige Auszüge geben dann keine Reaktion auf Eisenoxydul. Ein derartiges kalkreiches Deckmaterial kann ohne Bedenken verwendet werden, da in dem vorhandenen kohlensauren Calcium zugleich ein Mittel geboten ist, die etwa aus Schwefelkies entstehende Schwefelsäure unschädlich zu machen. Es empfiehlt sich daher, neben der Prüfung auf wasserlösliches Eisenoxydul und Schwefeleisen stets die auf Kohlensäure vorzunehmen.

Gesteine und deren Verwitterungsprodukte.

Die Untersuchung der Gesteine wird gewöhnlich vorgenommen, teils um das Mengenverhältnis der in ihnen enthaltenen verschiedenen chemischen Verbindungen zu ermitteln, teils um über die Verwitterungsfähigkeit oder die schon vorhandene Verwitterungsstufe derselben näheren Aufschluß zu erhalten. In agrikulturchemischer Hinsicht interessiert uns sowohl die absolute Menge der Bestandteile, zunächst der in dem Gestein vorhandenen Pflanzennährstoffe, als auch namentlich die größere oder geringere Löslichkeit der letzteren. Im allgemeinen wird man bei der chemischen Untersuchung von kristallinischen oder erdigen Gebirgsarten einen ähnlichen Weg einschlagen, wie derselbe bezüglich der Bodenarten näher beschrieben ist. Jedoch muß die dort beschriebene Methode für jedes Gestein, je nach der Natur desselben, eine Modifikation, eine weitere Ausdehnung oder auch eine wesentliche Vereinfachung erleiden. Es läßt sich keine für alle Gebirgsarten, oder auch nur für alle kristallinischen oder alle erdigen Gesteine giltige Methode der Untersuchung feststellen. In der Regel bedarf es einer vorausgehenden Prüfung des Gesteins bezüglich seines Verhaltens gegen Lösungsmittel verschiedener Art und ebenso ist es selbstverständlich, daß überall im voraus die Natur der vorhandenen einzelnen Mineralien möglichst genau zu ermitteln ist. Über die Methode der chemischen Analyse kann ich hier nur einige allgemeine Andeutung geben, aus welchen man jedoch für den speziellen Fall das Nötige entnehmen wird.

1. Hat man ein völlig unverwittertes kristallinisches Gestein zu untersuchen, welches nur aus zwei, in gewöhnlichen Säuren unlöslichen oder doch sehr unvollständig zersetzbaren, ihrer Zusammensetzung nach sehr verschiedenen, aber genau bekannten Mineralien besteht, so genügt es, eine geeignete Quantität des Gesteins zu zerstoßen, von dieser Masse wiederum eine kleinere durchschnittliche Probe auf das feinste zu zerreiben, mit Wasser zu schlämmen und mit Flußsäure aufzuschließen (s. S. 31). Aus der gefundenen Zusammensetzung des ganzen Gesteins lassen sich dann oftmals die prozentischen Verhältnisse beider Mineralien annähernd berechnen (S. 41); so z. B. wenn nur Quarz und Feldspat (Kalium-, Natrium-, Calciumfeldspat), oder Quarz und Glimmer, oder Augit (Hornblende) und Feldspat ꝛc. zugegen sind.

Alle derartige Berechnungen können nur annähernd genaue Resultate für die Mengenverhältnisse der einzelnen Mineralien ergeben, weil die letzteren meistens in ihrer prozentischen Zusammensetzung, wenn auch weniger hinsichtlich ihrer Zusammensetzungsformel, beträchtlichen Schwankungen unterliegen, während man die Rechnung gewöhnlich nur auf einen mittleren Gehalt der Mineralien an wesentlichen Bestandteilen basieren kann. Genau wird die Rechnung nur dann ausfallen, wenn man aus dem Gestein einzelne Partieen der reinen Mineralien auszulösen im stande ist und alsdann die in diesen durch direkte Analyse gefundene Zusammensetzung der Rechnung zu Grunde legt.

2. Dasselbe einfache Verfahren kann man einhalten, wenn das Gestein im wesentlichen aus drei kristallisierten Mineralien besteht, von denen das eine Quarz, das zweite ein alkalihaltiges (Feldspat oder Glimmer), das dritte ein alkalifreies (Augit, Hornblende ꝛc.) ist.

3. Sind aber neben dem Quarz zwei alkalihaltige Mineralien zugegen, welche beide, wie der Feldspat und der Kaliglimmer, sehr wenig oder gar nicht von den gewöhnlichen Säuren angegriffen werden, so kann man eine Abscheidung des Glimmers von den übrigen Gemengteilen, freilich nur sehr unvollkommen, höchstens auf mechanischem Wege vornehmen. Aus dem nicht zu fein gepulverten Gestein sucht man nämlich durch Abschlämmen der Masse mit Wasser die Glimmerblättchen von dem übrigen Gesteinspulver zu trennen oder auf die Weise, daß man unter Beihilfe einer Salzlösung (z. B. Chlorcalcium) von der nötigen Konzentration die einzelnen Mineralien scheidet.

4. Bei Gegenwart von kohlensauren Verbindungen werden diese oft durch Behandlung der gepulverten Masse mit Essigsäure, unter Umständen auch mit verdünnter kalter Salzsäure oder Salpetersäure gelöst, ohne daß die sonstigen Gemengteile eine Veränderung erleiden.

5. Eisenoxydhydrat (auch Thonerdehydrat) kann man, mit Ausschluß anderer Stoffe, durch Digerieren der Masse mit einer mäßig warmen wässerigen Lösung von Seignettesalz (weinsaures Kalium-Natrium) abscheiden.

6. Durch Behandlung mit konzentrierter Salzsäure in der Kälte wird das wasserfreie Eisenoxyd großenteils gelöst, während die vorhandenen Silikate dadurch gewöhnlich nur wenig angegriffen werden.

7. Manche Silikate, namentlich die wasserhaltigen (Zeolithe), lassen sich leicht und vollständig durch heiße konzentrierte oder schon durch mehr oder weniger verdünnte Salzsäure zersetzen; diese Säure läßt sich daher oftmals mit gutem Erfolg bei der Untersuchung von zeolithhaltigen, kristallinischen Gesteinen, wie namentlich von Basalt, Phonolith, vulkanischen Laven ꝛc., verwenden.

8. Die konzentrierte heiße Schwefelsäure zersetzt nicht allein den gewöhnlichen Thon, sondern auch manche kristallisierte Doppelsilikate, wie z. B. den Magnesiumglimmer, welcher dagegen von kochender konzentrierter Salzsäure weit weniger angegriffen wird. Mancher, noch unverwitterte, glimmerreiche Sandstein, z. B. gewisse Arten des bunten Sandsteins, geben an kochende konzentrierte Salzsäure kaum eine Spur von Magnesia ab, während bei dem Erhitzen des Gesteinspulvers (oder des Rückstandes von der Behandlung mit heißer Salzsäure) mit konzentrierter Schwefelsäure eine merkliche Menge von Magnesia in die Lösung übergeht. In diesem Falle kann man aus der gefundenen Magnesia annähernd die Menge des vorhandenen Magnesiumglimmers berechnen.

9. Die Trennung verschiedener Silikate von dem gleichzeitig vorhandenen Quarz wird oftmals durch Erhitzen der fein gepulverten Gesteinsmasse mit Phosphorsäurehydrat zu bewirken sein.

Man bedient sich nach A. Müller am besten einer sirupartigen Phosphorsäure, welche durch Abdampfen auf 33—37% aus offizineller Säure von 1,13 bis 1,18 spez. Gewicht dargestellt wird. Säure, welche über diesen Gehalt eingedampft ist, hat das Unangenehme an sich, daß sie bei gewöhnlicher Temperatur kristallinisch erstarrt und also vor der Anwendung erwärmt werden muß.

Das aufzuschließende Gestein muß fein gepulvert werden, braucht jedoch nicht geschlämmt zu sein. Je nach dem Gehalt an Silikaten bedarf es einer verschieden großen Menge Phosphorsäurehydrat, für 0,5—1 g des Materials wenigstens 15—20 g. Sonst verdickt sich die Masse zur sehr durch die abgeschiedene kleisterartige Kieselsäure. Man erhitzt die Masse in einem Platinschälchen in einem geeigneten Apparate (Luftbad ꝛc.) bis auf 190—200° C. und digeriert bei dieser Temperatur unter fleißigem Umrühren mit einem Platinspatel 5 bis 6 Stunden lang. Hierauf wird die erkaltete Schmelze successive und unter wiederholter Sedimentation und Dekantierung mit Wasser und 1=prozent. Natronlauge ausgekocht, der Bodensatz auf einem Filter gesammelt und der Quarz mit Säure, Alkali, Säure und Wasser rein gewaschen.

Bei eisen= und thonreichen Objekten ist es gut, der ersten Natronlauge etwas Seignettesalz zuzusetzen. Das Trübfiltrieren verhindert man durch Auswaschen der kieselsäurehaltigen Natronlauge mit reiner Sodalösung, der Säure=Lösung mit einer Lösung von salpetersaurem Ammon.. Der Quarzrückstand nimmt bei einer wiederholten mehrstündigen Digestion mit Phosphorsäure nur sehr unbedeutend an Gewicht ab. Derselbe wird mittelst Mikroskop und durch Verflüchtigung im Flußsäure=Apparat auf Reinheit geprüft. Man kann auch natürliche Bodenarten nach dieser Methode auf Gehalt an Quarzsand untersuchen; nur ist es in diesem Falle notwendig, erst die organische Substanz (Humus) zu entfernen und eine noch etwas größere Menge von Phosphorsäure anzuwenden.

10. Es ist zu beachten, daß viele Mineralien, welche im natürlichen Zustande durch Säuren nicht aufschließbar sind, diese Eigenschaft annehmen, wenn sie vorher im feingepulverten Zustande einer anhaltend starken Glühhitze ausgesetzt und dadurch in ihrem Zusammenhang gelockert worden sind. Dies gilt für die Behandlung mit Salzsäure und Schwefelsäure, sowohl unter gewöhnlichem Luftdruck, als auch in zugeschmolzenen Röhren bei etwas erhöhter Temperatur. Hierher gehören Granat, Epidot, Vesuvian, Axinit, Augit, Hornblende ꝛc., überhaupt solche Mineralien, welche auf 1 Atom des basischen Metalles 1 Atom oder weniger Silicium enthalten.

11. Manche Gesteine, wie die Dolerite und Trachyte, lassen sich durch Behandlung mit Schwefelsäure auf ihr rascheres oder langsameres Zerfallen und damit auf den Grad ihrer Verwitterbarkeit prüfen. Zu diesem Zwecke übergießt man das in erbsengroße Stückchen zerschlagene Gestein auf je 100 g desselben mit 10 ccm einer Schwefelsäure, welche am zweckmäßigsten durch Vermischung gleicher

Teile konzentrierter Schwefelsäure und Wasser dargestellt worden ist. Nach einigen Tagen sind die Steine mehr oder weniger in feine Teile zerfallen und es kann alsdann untersucht werden, wieviel Kali ꝛc. durch die Schwefelsäure extrahiert worden ist.

12. Zur Prüfung der Dachschiefer und ähnlicher Gebilde auf den Grad ihrer Verwitterbarkeit für technische Zwecke hat Fresenius die folgende Methode sehr geeignet gefunden: Man sägt aus dem zu prüfenden Schieferstein ein länglich-viereckiges Stück von etwa 7 cm Länge und 3 cm Breite heraus, umbindet es an dem einen Ende mit starker Schnur, hängt es in eine Kochflasche, in welche man zuvor etwa 100 ccm einer ziemlich gesättigten Lösung von schwefliger Säure in Wasser gebracht hat, und verschließt die Flasche fest mit einem Stopfen (am besten einem Kautschukstopfen), welcher zugleich die Schnur einklemmt und somit das Schieferstück in dem Luftraum der Flasche in der Art schwebend erhält, daß sein unterster Teil noch 3 oder 4 cm von dem Flüssigkeitsspiegel entfernt ist. Zweckmäßig ist es, in einem zweiten ebenso beschickten Kolben ein ähnliches Stück eines anerkannt guten Schiefers aufzuhängen, damit man die Übereinstimmung oder Verschiedenheit des Verhaltens vergleichend feststellen kann. Man läßt alsdann die Kochflaschen bei gewöhnlicher Temperatur stehen und beobachtet die Schieferstücke in geeigneten Zeiträumen (etwa nach 7 und 14 Tagen, sowie nach 4 Wochen), ohne dabei die Stopfen abzunehmen. Je nach der Natur des Schiefers erscheint das betreffende Stück in kürzerer oder längerer Zeit mehr oder weniger naß, weich, zerbrechlich, gespalten, zerklüftet und aufgeschwollen.

Enthalten die Dachschiefer Calciumcarbonat, so ist dieses Verfahren nicht anwendbar.

Fred. Reverdi und Ch. de la Harpe ziehen für die Bestimmung der Verwitterbarkeit der chemischen Analyse die Ermittelung der Porosität in den einer bezw. verschiedenen Temperaturschwankungen unterworfenen Schiefern vor. Sie verfahren hierbei wie folgt:

a) Porosität der Schieferstücke, welche dem Einfluß von Säuren unterworfen werden.

Schieferstücke von 6 cm Länge und 2 cm Breite, deren Ränder sorgfältig abgefeilt sind, werden kalt mit 10 prozent. Essigsäure digeriert. Damit die sich bildende Kohlensäure sich entwickele und die Säure in innige Berührung mit dem Stein komme, wird das Digestionsgefäß von Zeit zu Zeit luftleer gepumpt. So lange Kohlensäure auftritt, manchmal mehrere Wochen lang, wird diese Behandlung fortgesetzt. Hierauf werden die Schiefer gewaschen, getrocknet, gewogen und in eine dickwandige, 12 cm hohe, 3,5 cm weite Röhre gebracht, welche Diphenylamin (Schmelzp. 54°, Siedep. 310° C.) enthält. Sie wird mit einem Kautschukstopfen, der mit einer Luftpumpe in Verbindung steht, geschlossen. Die Röhren werden während 2 Stunden im Ölbade auf 170° C. erhitzt, indem gleichzeitig die Leere hergestellt wird, der Luftdruck dann langsam wieder auf normale Höhe gebracht, wobei man die Temperatur 4—5 Stunden bei 150° C.

erhält, und hierauf aus dem Ölbade genommen. Die Schieferstücke werden mit Filtrierpapier gereinigt, erkalten gelassen, mit Äther gewaschen (diese Operation läßt sich wegen der Leichtlöslichkeit des Diphenylamins sehr schnell ausführen und hat zum Zweck, die an der Oberfläche haften gebliebene Substanz zu entfernen), über Schwefelsäure getrocknet und von neuem gewogen.

Die beobachteten Gewichtszunahmen geben das in die Poren eingedrungene Diphenylamin an und schwanken z. B. zwischen 0,05 bis 9,20 %.

Das kohlensaure Calcium wird nur langsam von der Essigsäure angegriffen, ein Beweis, daß es in der kompakten Masse eingehüllt ist.

b) Widerstand gegen rasche Temperaturänderungen. 2 cm breite, 6 cm lange Schieferstücke mit gut abgefeilten Rändern werden in einer Probe wie vorstehend direkt mit Diphenylamin imprägniert, dann in anderen Proben während ½ Stunde in einer schmiedeeisernen Röhre einer Temperatur von 300° C. ausgesetzt, die Röhre durch einen kalten Wasserstrahl während einer halben Stunde rasch abgekühlt und diese Operation 24mal wiederholt. Damit die Temperatur sich gleichmäßig verbreitet, werden die Schieferstücke auf einem Glasrohr, in welches das Thermometer eingeführt ist, befestigt und mittelst des Glasrohres in die eiserne Röhre eingeschoben.

Die wie unter a) bewirkte Imprägnierung mit Diphenylamin ergab z. B. bei verschiedenen Schiefern folgende Gewichtszunahme:

a) für nicht erhitzte Schiefer . . . 0,02—1,15 %
b) für erhitzte Schiefer . . . . . 0,08—2,35 %

Die verschiedenen Verwitterungsstufen und Verwitterungsprodukte der krystallinischen Gesteine, wie auch alle erdiggeschichteten Gebirgsarten und deren Zerbröckelungsmassen müssen für agrikulturchemische Zwecke, oder wenn man über den Grad und die Art der Verwitterung sich möglichst genaue Auskunft verschaffen will, in der Regel einer ganz ähnlichen Behandlung unterworfen werden, wie der Ackerboden, d. h. man extrahiert dieselben in hinreichend großen Quantitäten der pulverförmigen oder gepulverten Substanz nach einander mit kalter und heißer konzentrierter Salzsäure, mit konzentrierter Schwefelsäure und bringt zuletzt den Rückstand mittelst Flußsäure oder sonst auf geeignete Weise in einen der vollständigen Analyse zugänglichen Zustand.

Ich will hier noch einige spezielle Bemerkungen beifügen über die Untersuchung von Mergel, Kalkstein, Kalk, Strontianit und Thon.

a) Mergel.

Der Mergel wird fast ausschließlich in dem Zustande, wie er in der Natur vorkommt, für landwirtschaftliche Zwecke verwendet; man muß ihn daher auch stets lufttrocken und ungeglüht der Untersuchung unterwerfen. Die Mergel werden fett oder mager genannt,

je nachdem sie mehr oder weniger als 50% kohlensaures Calcium enthalten, ferner unterscheidet man, je nach dem Vorwiegen von Thon oder Sand, Thonmergel und Sandmergel. Die Mergel bestehen nämlich hauptsächlich aus kohlensaurem Calcium, kohlensaurem Magnesium, Thon und Sand neben etwas Kieselsäure und Eisenoxydul ꝛc. Ihre Farbe wird durch Eisen und organische Substanzen bedingt. Die an kohlensaurem Magnesium reichen Mergel heißen „Dolomitmergel"; sie zeichnen sich dadurch vor den Kalkmergeln aus, daß sie mit Säuren in der Kälte keine Kohlensäure entwickeln.

Bei der Untersuchung des Mergels darf man sich oftmals keineswegs auf die Bestimmung von Kalk und Magnesia beschränken, sondern gleichzeitig ist auch die mechanische Beschaffenheit und namentlich der Gehalt an Kali und Phosphorsäure zu berücksichtigen.

1. Zum Zweck der mechanischen Analyse werden, je nach dem Kalkgehalte 35—50 g in einem geräumigen Becherglase vorsichtig mit verdünnter Salzsäure übergossen, bis bei weiterem Zusatz der Säure kein Aufbrausen mehr erfolgt. Der Rückstand wird etwas ausgewaschen und darauf mit Wasser ½ Stunde lang gekocht und abgeschlämmt (s. S. 23).

Nicht selten ist es von Interesse, das im Mergel vorhandene kohlensaure Calcium auch hinsichtlich des Zustandes seiner Zerteilung zu prüfen; man kocht alsdann 30 g des Mergels mit Wasser, schlämmt die ganze Masse ab und ermittelt in den einzelnen, so von einander getrennten Partieen den Kalkgehalt.

2. Für eine genaue Bestimmung des Wassers genügt ein Austrocknen bei 105° C. nicht. Zu dem Zweck wird die auf einem Platinschiffchen abgewogene Substanzmenge im Verbrennungsrohre erhitzt, das Wasser durch einen trockenen Luftstrom in ein vorgelegtes Chlorcalciumrohr getrieben und letzteres vor und nach dem Versuch gewogen.

3. Die Bestimmung der Kohlensäure kann entweder volumetrisch nach Scheibler oder nach den früher angegebenen gewichtsanalytischen Methoden ausgeführt werden.

4. Die Bestimmung der übrigen Bestandteile erfolgt nach den im 1. Teile unter 6 angegebenen Methoden (S. 14). Man löst 5 g Substanz durch Eindampfen mit Salzsäure bis zur Trockene, nimmt mit salzsäurehaltigem Wasser auf, filtriert, wäscht den Rückstand mit heißem Wasser aus und bestimmt in einem aliquoten Teile des mit den Waschwässern vereinigten Filtrates Eisenoxyd, Thonerde, Kalk, Magnesia, Kali und Phosphorsäure in der früher angegebenen Weise.

Der in Salzsäure unlösliche und ausgewaschene Rückstand wird erst mit einer Lösung von Natriumcarbonat und etwas Natriumhydroxyd ausgekocht, um die durch Salzsäure gelöste Kieselsäure zu bestimmen; der ausgewaschene Rückstand hiervon wird direkt noch feucht zweimal mit konzentrierter Schwefelsäure in einer Platinschale zur Trockene verraucht und die aufgeschlossene Masse zur Bestimmung

der einzelnen Bestandteile (Kieselsäure, Thonerde, Sand, Kalk und Alkalien) wie bei Boden angegeben behandelt.

5. Eine direkte Bestimmung des in organischer Verbindung vorhandenen Kohlenstoffes und Stickstoffes ist in der Regel unnötig und braucht nur bei erheblichem Gehalt des Mergels an Humus oder bituminöser Substanz vorgenommen zu werden, z. B. bei manchen Liasmergeln. Man beobachtet hierbei dasselbe Verfahren, welches für Boden empfohlen worden ist.

6. Manche Mergelarten, namentlich solche, welche reich sind an thoniger Substanz und nur wenig Sand enthalten, z. B. einige Keupermergel, äußern als Düngmittel eine vorzügliche Wirkung, wenn sie im schwach gebrannten Zustande in Anwendung kommen. Um den Mergel in dieser Richtung zu prüfen, wird derselbe in der Muffel bei schwacher Rotglühhitze und unter dem Zutritt von Luft gebrannt und zunächst ein wässeriger Auszug der geglühten Masse dargestellt, indem man auf 125 g der letzteren die vierfache Menge destillierten Wassers unter häufigem Umschütteln 48 Stunden lang einwirken läßt und sodann $^4/_5$ der Flüssigkeit oder 400 ccm abfiltriert. Dieser wässerige Auszug dient hauptsächlich zur Bestimmung der darin aufgelösten Alkalien. Eine andere Portion des gebrannten Mergels (100 g) wird in derselben Weise mit 300 ccm konzentrierter Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur behandelt, der Rückstand abfiltriert und ausgewaschen und in der Lösung die Phosphorsäure und die Alkalien in der unter (3) angegebenen Weise bestimmt.

Ebenso ist die für forstliche Kulturzwecke manchmal dargestellte gebrannte Rasenerde auf ihre wirksame Bestandteile zu untersuchen, wobei natürlich auch der Gehalt an Kalk und Magnesia, sowie an Schwefelsäure und löslicher Kieselsäure, vielleicht auch die Menge des etwa vorhandenen, fertig gebildeten Ammoniaks (durch Abdestillieren mit gebrannter Magnesia) bestimmt werden muß.

b) Kalkstein. Gebrannter Kalk.

Wenn es sich darum handelt, einen Kalkstein in seinen verschiedenen Verwitterungsstufen zu untersuchen bezüglich der Veränderungen, welche er bei seinem allmählichen Zerfallen an der Luft unter natürlichen Verhältnissen erleidet und überhaupt hinsichtlich des Materials, welches er für die Bildung eines fruchtbaren Bodens zu liefern im stande ist, so muß man denselben in seinem natürlichen lufttrockenen, nicht aber im gebrannten Zustande der Analyse unterwerfen. Der Kalkstein wird fein gepulvert und in der früher unter Boden (S. 28) erörterten Weise mit kalter und heißer konzentrierter Salzsäure, Schwefelsäure und Flußsäure behandelt.

Die konzentrierte kalte Salzsäure, welche man zunächst auf den gepulverten Kalkstein einwirken läßt, löst die ganze Menge der kohlensauren Erden und gewöhnlich auch der vorhandenen Phosphorsäure, dagegen nur sehr wenig Alkali auf, auch wenn der thonige oder kieselige Rückstand verhältnismäßig sehr reich ist an alkalischen Verbindungen. Die geringe

Menge von Alkali, welche in die Lösung mittelst kalter Salzsäure übergeht, muß gleichwohl genau bestimmt werden, und es gelingt dieses auch leicht, wenn man nach Abscheidung der Kieselsäure und des Ammoniak-Niederschlages die Flüssigkeit mit kohlensaurem Ammon fällt; bei dem Erwärmen der Flüssigkeit nimmt bekanntlich das ausgefällte kohlensaure Calcium sehr bald einen körnigen krystallinischen Zustand an, in welchem er sich leicht abfiltrieren und vollständig auswaschen läßt. Die Salzsäure und das kohlensaure Ammon sind vorher sorgfältig auf einen etwaigen kleinen Gehalt an fixen Alkalien zu prüfen.

Der Rückstand von der Behandlung mit kalter Salzsäure ist in agrikulturchemischer Hinsicht, d. h. für die Charakterisierung des aus dem Kalkstein gebildeten Ackerbodens von besonders großer Wichtigkeit. Er ist nicht selten in seinen thonigen, wie in seinen sandigen Bestandteilen überaus reich an Kali und muß daher auch durch die Schlämm-Analyse, sowie namentlich in seinem chemischen Verhalten gegen kochende Salzsäure und Schwefelsäure genau untersucht werden. Auch die Zusammensetzung der sandigen, durch konzentrierte Schwefelsäure nicht zersetzbaren Substanz ist durch Aufschließen derselben mit Flußsäure zu ermitteln.

Zum Brennen von Kalksteinen für landwirtschaftliche Düngungszwecke sind die reinsten d. h. die fast nur aus kohlensaurem Kalk bestehenden Sorten (Weißkalksteine) am besten. Thon und Sand enthaltende Kalksteine (Wasserkalksteine) brennen sich entweder nur schwierig oder liefern hydraulische Kalke, welche im Boden leicht zu festen cementartigen Klumpen zusammenballen.

Durch das Brennen des Kalksteines wird derselbe in allen seinen Bestandteilen wesentlich verändert; die vorhandenen thonigen und teilweise auch die fein sandigen Substanzen werden dadurch mehr oder weniger aufgeschlossen, die Alkalien leichter löslich. Wenn daher der Kalkstein im gebrannten Zustande als Düngemittel Verwendung finden soll, so muß er auch in diesen Zustand versetzt werden, bevor man ihn der chemischen Untersuchung unterwirft. Zu diesem Zwecke glüht man den Kalkstein in einem hessischen Tiegel (in dessen Boden ein Loch angebracht ist, um den Feuergasen den Durchzug zu gestatten) so stark, daß die Kohlensäure entweicht und der Rückstand nach dem Erkalten mit etwa einem Drittel seines Gewichtes Wasser angefeuchtet, zu einem lockeren voluminösen Pulver vollständig zerfällt.

Zur Untersuchung des Düngekalkes auf die Menge der in kaltem Wasser löslichen Alkalien werden 150 g gebrannter Kalk mit 1500 ccm destilliertem Wasser übergossen und damit 24 Stunden unter häufigem Umschütteln stehen gelassen. Sodann gießt man 1000 ccm der Flüssigkeit möglichst klar ab, filtriert dieselbe und bestimmt die Alkalien nach S. 19.

Bei der vollständigen Analyse des gebrannten Kalkes verfährt man wie folgt:

10 g gebrannter pulverisierter Kalk werden unter Bedecken mit einem Uhrglase in einer geräumigen Porzellanschale in Salzsäure gelöst, auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft, einige Zeit im Luft-

bade oder im Trockenschrank (zur vollständigen Abscheidung der Kieselsäure) erwärmt, mit salzsäurehaltigem Wasser aufgenommen, filtriert, ausgewaschen und das Filtrat auf 500 ccm gebracht. In dem Filtrat bestimmt man die einzelne Bestandteile nach den früher angegebenen Methoden. Der unlösliche, hinreichend ausgewaschene Rückstand wird getrocknet, geglüht und als Sand + Kieselsäure gewogen; darauf bringt man ihn in eine Porzellanschale, kocht ihn längere Zeit mit einer hinreichenden verdünnten Lösung von Natriumcarbonat und etwas Natriumhydroxyd aus, filtriert, wäscht genügend aus, trocknet, glüht und wägt wieder; das Gewicht ist gleich dem vorhandenen Sand, die Differenz zwischen dieser und der ersten Gewichtsmenge gleich der hydratischen Kieselsäure.

Bei Gegenwart von mehr als 2% hydratischer Kieselsäure besitzt der Kalk hydraulische Eigenschaften.

Die hydraulischen d. h. hydratische Kieselsäure enthaltenden Kalke (auch Wasserkalke) sind für Düngungszwecke um so weniger geeignet, je mehr hydratische Kieselsäure sie enthalten, weil sie im Boden leicht zu festen, cementartigen Klumpen zusammenballen. Für Düngungszwecke eignen sich am besten die sog. „Weiß- oder Fettkalke", welche bis auf 0,5—2,0% nur aus Kalk (CaO) bestehen.

Bei der Untersuchung der hydraulischen Kalksteine und der Cementsteine werden zunächst die in Salzsäure löslichen Stoffe ebenso, wie bei der Prüfung der gewöhnlichen Kalksteine bestimmt; da aber auch die Alkalien nicht ohne Bedeutung für die Güte der durch Brennen der betreffenden Kalksteine gewonnenen hydraulischen Kalke oder Cement zu sein scheinen, sowie auch eine sorgfältige Analyse der in Salzsäure unlöslichen thonigen Substanz (durch Aufschließen zuerst mit konzentrierter Schwefelsäure und dann mit Flußsäure) vorgenommen werden muß, so ist sofort eine größere Quantität (wenigstens 50—60 g des gepulverten Gesteins) der Behandlung mit Salzsäure zu unterwerfen. Die chemische Analyse allein, auch wenn sie vollständig durchgeführt worden ist, genügt nicht zur vollständigen Beurteilung der Güte des hydraulischen Kalksteins; man muß auch die praktische Probe machen, indem man das Gestein im Tiegel sorgfältig brennt, diese Operation bei verschiedener, möglichst zu regulierender Temperatur wiederholt und dann untersucht, ob die so dargestellten Cemente nach dem Pulvern, entweder für sich oder im Gemenge mit Sand zu kleinen Kugeln geformt, unter Wasser gut erhärten.

In der Regel werden die schon fertigen hydraulischen Kalke, die natürlichen oder künstlichen Cemente, zur chemischen Untersuchung gelangen und es kommt dann wesentlich darauf an, neben dem Kalk, der Thonerde und den Alkalien die durch Behandlung mit Salzsäure gelatinierende Kieselsäure ihrer Menge nach zu bestimmen. Da durch das Brennen die thonige und feinsandige Substanz großenteils in einen aufgeschlossenen, d. h. durch Salzsäure zersetzbaren Zustand übergeführt wird, so genügen meistens 20—25 g zur Bestimmung aller Bestandteile. Nach der Behandlung mit Salzsäure und nachdem

der Rückstand mehrmals mit einer konzentrierten Lösung von kohlensaurem Natrium ausgekocht worden ist, wird das darin Unlösliche im Achatmörser aufs feinste zerrieben, und dann mit Flußsäure aufgeschlossen.

c) Strontianit.

In manchen Gegenden Deutschlands, so besonders in Westfalen, finden sich Mergel und Kalksteine mit Strontianit durchsetzt, welcher letztere in der Zuckerindustrie Verwendung gefunden hat.

Zur Bestimmung des Unlöslichen werden 20 g Strontianit mit 100 ccm verdünnter Salzsäure von 1,07 spezifischem Gewicht ohne Erwärmen gelöst, der Rückstand nach längstens 12 Stunden abfiltriert und gewogen.

Zur weiteren Untersuchung derartiger Gesteine sei folgende Methode empfohlen:

1 g Strontianit wird in überschüssiger verdünnter Salzsäure gelöst, die Lösung erhitzt und mindestens 10 Minuten in lebhaftem Kochen erhalten. Nachdem die Lösung etwas abgekühlt ist, wird nach Oxydation mit etwas chlorsaurem Kalium mit kohlensäurefreiem Ammoniak in schwachem Überschuß gefällt (es empfiehlt sich, einige Tropfen Rosolsäurelösung als Indikator zuzusetzen), die Flüssigkeit zum Kochen erhitzt, bis der Niederschlag flockig wird, dann rasch filtriert und mit heißem Wasser bis zum Verschwinden der Chlorreaktion ausgewaschen. Der gesammelte Niederschlag wird verascht, gewogen und nach Abzug der Filterasche als „Oxyde" in Rechnung gestellt. Der Niederschlag besteht aus etwas Eisenoxyd, Thonerde und Sand.

Im Filtrat wird nach Zusatz von Ammoniak mit kohlensaurem Ammon gefällt, der Niederschlag ($SrCO_3 + CaCO_3$) nach dem Absetzen abfiltriert und mit kochendem Wasser bis zum Verschwinden der Chlorreaktion ausgewaschen. Darauf löst man den Niederschlag unter Bedecken des Filters mit verdünnter Salpetersäure, wäscht mit heißem Wasser bis zum Verschwinden der sauren Reaktion nach und dampft Lösung und Waschwasser auf dem Wasserbade in einer Glasschale zur Trockne ein. Man trocknet die Glasschale bei 150° C. und nimmt nach dem Erkalten mit Äther-Alkohol (gleiche Teile) auf. Um ein vollständiges Extrahieren des Calciumnitrates zu ermöglichen, müssen die Kryställe thunlichst zerdrückt werden. Man wäscht die Masse auf einem Filter mit Äther-Alkohol aus, bis das Filtrat mit verdünnter Schwefelsäure nach einigem Stehen keine Reaktion mehr giebt, trocknet bei 100° C. im Trockenschrank und wägt, nachdem man das vom Niederschlage befreite Filter für sich verascht und den Kryställen beigefügt hat.

(Man kann aber auch die Kryställe auf einem vorher gewogenen Filter sammeln, trocknen und wägen.) Die gefundene Menge $Sr(NO_3)_2$

multipliziert mit 0,697 ergiebt die Menge Strontiumcarbonat. Zur Bestimmung des Calciumcarbonates fällt man das Filtrat mit verdünnter Schwefelsäure, filtriert, wäscht einmal mit Alkohol nach und glüht. Die gefundene Menge $CaSO_4$ multipliziert mit 0,7326 giebt die Menge des Calciumcarbonates.

d) Thon.

Der Thon bildet in seinen verschiedenen Varietäten alle Arten von Übergängen zu einer thonigen Ackererde und muß daher, wenn er agrikultur-chemisch untersucht werden soll, in seinem natürlichen, lufttrockenen Zustande einer ganz ähnlichen mechanischen und chemischen Analyse unterworfen, d. h. ebenso auf sein Verhalten gegen verschieden kräftig wirkende Lösungsmittel geprüft werden, wie die Ackererde. Die verschiedenen Thone verhalten sich gerade in letzterer Hinsicht unter einander sehr ungleich und je nachdem schon durch kalte und namentlich durch heiße konzentrierte Salzsäure eine größere oder geringere Menge des Thones aufgeschlossen wird und je nach der Zusammensetzung des von Salzsäure und von Schwefelsäure aufschließbaren Anteils, sowie nach dem gefundenen Verhältnis der Thonerde zu den Alkalien, werden auch Schlußfolgerungen zu ziehen sein bezüglich der Verwitterungsstufe des Thones und seiner landwirtschaftlichen Bedeutung.

Je nach der Verwendbarkeit der Thone lassen sich dieselben folgendermaßen einteilen:

1. Kaolin oder Porzellanerde,
2. Plastische Thone:
   a) der Pfeifenthon,
   b) der feuerfeste Thon,
   c) der Töpferthon.
3. Ziegelerde.

Hier möge nur letztere Verwendungsart näher besprochen werden.

Die am häufigsten für die Ziegelfabrikation verwendete Ziegelerde, deren Benennung eine äußerst verschiedene ist, besteht in einer in sehr variierenden Verhältnissen gemengten Masse von Thon, Sand und Eisenoxyd, zu der meist noch Kalk, Magnesia, Alkalien und Bitumen treten.

Das Verhältnis von Thon und Sand bewegt sich von 80—40% für Thon und von 20—60% für Sand; im ersteren Falle nennt man die Ziegelerde fett, im letzteren mager.

Ein Teil der Kieselsäure ist mit der Thonsubstanz chemisch gebunden, während ein anderer als erstarrte Kieselsäure mit ihr in innigster Mischung vorhanden durch Kochen mit Kalilauge in Lösung gebracht werden kann. Quarzmehl, feiner und gröberer Sand lassen sich durch einen Schlämmprozeß von der kieselsauren Thonerde trennen.

Das Eisenoxyd sowie auch das Eisenoxydhydrat sind einerseits an Kieselsäure chemisch gebunden, anderseits durch Einschwemmung mechanisch beigemengt.

Beim Brennen färbt das Eisenoxyd die Ziegelerde rot, sobald Mengen über 4% davon vorhanden sind.

Im allgemeinen kann man annehmen, daß eine thonerdereiche und eisenarme Ziegelerde sich weiß, eine mäßig eisenhaltige Ziegelerde sich ledergelb, eine thonerdearme und eisenreiche Ziegelerde sich rot, eine thonerdearme und eisenreiche Ziegelerde mit einem Gehalt an Kalkerde sich bei niederer Temperatur rot, bei hoher Temperatur dagegen durch Bildung von Calcium-Eisensilikat gelb brennt. Der Eisengehalt der Ziegelerde befördert beim Brennen das Sintern und demgemäß das Brennen der Ware bei niederer Temperatur.

Während ein hoher Kalkgehalt, zumal wenn derselbe in festen Kalkknollen vorhanden, für das Brennen der Ziegel nicht zulässig ist, indem derselbe beim Brennen zu Ätzkalk wird, welcher später durch seine Umwandlung in Calciumhydroxyd und Carbonat die Steine zum Zerfallen bringt, wirkt ein Gehalt von 10% bis zu 15% Calciumcarbonat in gleichmäßiger Verteilung günstig, weil derselbe beim Brennen dem Zerspringen und Rissigwerden der Steine entgegenwirkt.

Gyps, der sich zuweilen in der Ziegelerde vorfindet, übt keinen Einfluß aus, wenn man die Steine so brennt, daß die Schwefelsäure ausgetrieben wird. Bei schwachem Brennen aber wird der Gyps nur entwässert und veranlaßt durch Wiederaufnahme des verloren gegangenen Kryſtallwassers eine Zerstörung des Steines.

Beim Vorhandensein von Magnesia bildet sich, wenn mit schwefelreicher Steinkohle gebrannt wurde, Magnesiumsulfat, welches später auswittert und den Stein an seiner Oberfläche zerstört. Die an frischen Mauern auswitternde weiße Schicht wird in der Praxis irrtümlich „Salpeter“ genannt.

Bei Anwesenheit von Kali und Natron kann sich in ähnlicher Weise beim Brennen schwefelsaures Kalium oder Natrium bilden, welche durch Auswitterung ebenfalls schädlich wirken.

Bitumen, welches dem Rohmaterial häufig eine dunkle Farbe verleiht, wird beim Brennen vollständig zerstört. Sehr häufig vorkommende graue und grüne Ausschläge an den gebrannten Steinen werden durch vorhandenes Vanidin veranlaßt.

Schwefelkies, welcher sich häufig in der Ziegelerde vorfindet, erleidet bei geringer Rotglut eine Oxydation zu Eisensulfat, welches als solches den Stein durch späteres Auskryſtallisieren mürbe macht. Bei gesteigerter Hitze findet indessen ein Zersetzen des Salzes statt, indem die Schwefelsäure verflüchtigt wird, während Eisenoxyd zurückbleibt.

Tierische Entleerungen und Stallmist.

A. Tierische Entleerungen im frischen Zustande.

a) **Der Harn.** Die im folgenden aufgeführten Untersuchungsmethoden beziehen sich zunächst auf den Harn der grasfressenden Tiere; sie sind jedoch großenteils auch auf den Harn der Fleischfresser und des Menschen anwendbar. Hinsichtlich der Begründung und speziellen Ausführung der Methoden verweise ich hauptsächlich auf die bekannten Schriften von Henneberg und Stohmann: „Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer", Heft 1 (1860) und Heft 2 (1863), sowie „Neue Beiträge ꝛc." 1870—72, ferner Neubauer: „Anleitung zur qualitativen und quantitativen Analysen des Harns", neubearbeitet von H. Huppert und L. Thomas.

1. Das spezifische Gewicht des Harns wird entweder mit einem guten Aräometer (Urometer) oder, wenn die Resultate noch genauer ausfallen sollen, durch direkte Wägung im Pyknometer oder auch durch die Westphal'sche Wage ermittelt, wobei stets auch die Temperatur der Flüssigkeit zu beobachten ist und die Bestimmungen womöglich immer bei ziemlich gleicher, mittlerer Temperatur (15° C.) vorzunehmen sind.

Das spezifische Gewicht des Harns schwankt im allgemeinen zwischen 1,010 und 1,040. Bei Anwendung des Urometers sind natürlich vorher alle Schaumblasen von der Oberfläche des Harnes sorgfältig mittelst Fließpapier ꝛc. zu entfernen. Nach vorliegenden Beobachtungen entspricht ein Temperaturunterschied von 3° C. ungefähr einem Grade des Urometers.

2. Die Gesamtmenge der Trockensubstanz findet man durch Verdampfen des Harnes in einem trockenen Luftstrome (am besten in einem Strome von reinem und trockenem Wasserstoffgas) bei 100° C. Man bedient sich hierbei passend eines tiefen Wasserbades, in dessen mittleren Teil eine quer durchgehende und an den Außenseiten etwas vorstehende Blechhülse eingelötet ist. Ein Porzellan- oder Platinschiffchen wird zu zwei Drittel mit reinen Glassplittern oder ausgeglühtem, feinem Quarzsand angefüllt, bei 100° C. getrocknet und sorgfältig im zugekorkten Glasrohr gewogen; hierauf läßt man genau 2 ccm Harn (das Gewicht desselben ergiebt sich durch Wägung oder durch Multiplikation des Volumens mit dem spezifischen Gewicht) auf die Glassplitter fließen und schiebt das Schiffchen in ein hinreichend weites Glasrohr, welches in die Blechhülse des Wasserbades paßt. Das Glasrohr wird an dem einen Ende mit einem großen Chlorcalciumrohr verbunden und reicht mit dem anderen ausgezogenen und rechtwinklig umgebogenen Ende fast bis auf den Boden eines Glaskölbchens, in welchem titrierte Schwefelsäure sich befindet. Durch eine zweite Durchbohrung des Pfropfens ist das Kölbchen mit einem Aspirator in Verbindung gesetzt, um fortwährend einen Luftstrom durch den

Apparat ziehen zu können. Anstatt dieses Kölbchens kann man auch einen gewöhnlichen Säureapparat oder eine U-förmige Röhre benutzen.

Das Eintrocknen des Harnes wird in etwa 3 Stunden vollendet sein; man ermittelt den Rückstand durch sorgfältiges Wägen, spült das im Abdampfrohr vielleicht sublimierte kohlensaure Ammon in das Kölbchen, setzt eine bestimmte Menge titrierter Säure hinzu, entfernt die Kohlensäure durch Aufkochen der Flüssigkeit und titriert mit Natronlauge die im Kölbchen vorhandene nicht gesättigte Säure. Bei menschlichem, durch seinen Gehalt an saurem phosphorsaurem Natrium sauer reagierenden Harn kann man annehmen, daß das so gefundene Ammoniak von zersetztem Harnstoff herrührt; es wird daher durch Multiplikation mit der Zahl 1,7644 auf Harnstoff berechnet und der Trockensubstanz zugezählt. Bei dem Harn grasfressender Tiere ist jedoch aus der Differenz des beim Abdampfen sich entwickelnden und des direkt im Harn bestimmten Ammoniaks (s. unten) die Menge des im ersteren Falle etwa sich zersetzenden Harnstoffes zu ermitteln. Übrigens sind diese Ammoniakmengen meistens nur unbedeutend und können häufig ganz unberücksichtigt bleiben.

3. Die Menge der feuerbeständigen Salze oder den Aschengehalt des Harnes findet man, wenn man 50 ccm des letzteren in einer Platinschale eindampft, den Rückstand vorsichtig verkohlt, die kohlige Masse mit Wasser auszieht, trocknet und dann vollständig verbrennt, was leicht stattfindet, wenigstens wenn man es mit dem Harn grasfressender Tiere zu thun hat; der wässerige Auszug wird mit der Asche der Kohle vereinigt, zur Trockne verdampft, der Rückstand in der Schale mit aufgelegtem Deckel schwach geglüht und gewogen.

In der so erhaltenen Asche wird die Kohlensäure bestimmt. Soll eine vollständige Aschenanalyse ausgeführt werden, so nimmt man eine entsprechend größere Menge Harn zum Veraschen. Die Analyse der Harnasche wird ebenso ausgeführt, wie die einer kieselsäurearmen Pflanzenasche; nur ist zu beachten, daß die Asche des frischen Harnes pflanzenfressender Tiere meist arm ist an alkalischen Erden und daher zur Bestimmung dieser Stoffe wo möglich eine größere Menge Asche in Arbeit genommen werden muß. Von Phosphorsäure findet man im Harne der Wiederkäuer meist nur Spuren, im Harne der Schweine und oft auch der Kälber ist jedoch die Menge der Phosphorsäure eine größere.

4. Zur Bestimmung des Gesamtstickstoffes werden 5 ccm Harn mit 5 ccm gesättigter (reiner d. h. NH_3 freier) Oxalsäurelösung (zur Bindung des Ammoniaks) im Gemenge mit etwas ausgeglühtem und gepulvertem Gyps in Hofmeisterschen Glasschälchen auf dem Wasserbade eingetrocknet, die trockene Masse samt Schälchen im Mörser zerdrückt, verlustlos in einen Glaskolben gebracht und nach Kjeldahl (s. S. 2) verbrannt. Auch kann man direkt 5—10 ccm Harn in den Verbrennungskolben bringen, 20 ccm Schwefelsäure zusetzen, dann zuerst vorsichtig über kleiner Flamme das überschüssige Wasser entfernen, wenn dieses entfernt ist, stärker erwärmen und die Verbrennung wie üblich nach Kjeldahl zu Ende führen.

5. Das im Harn vorhandene fertig gebildete Ammoniak läßt sich auf die Weise ermitteln, daß man 20 ccm Harn, welcher durch Filtrieren von etwa vorhandenem Schleim oder Sedimenten befreit worden ist, in einem großen Uhrglase mit Kalkmilch (10 ccm) vermischt und das in einem Zeitraum von 48 Stunden sich entwickelnde Ammoniak von titrierter Schwefelsäure absorbieren läßt, nachdem man das Ganze mit einer am Rande gut abgeschliffenen und mit Talg bestrichenen Glasglocke luftdicht verschlossen hat.

Sollte während der betreffenden Zeit eine Zersetzung von Harnstoff zu befürchten sein, so ist dieses zu kontrollieren, indem man in ähnlicher Weise das Verhalten des Harns ohne Zusatz von Kalkmilch beobachtet. Die Menge des fertig gebildeten Ammoniaks beträgt im frischen Rinderharne nach Boussingault 0,006—0,010 %, nach Rautenberg 0—0,009 % und verdient daher bei Untersuchungen über den Stickstoff-Kreislauf im Körper des Rindes kaum eine besondere Berücksichtigung. Im menschlichen Harn ist die Menge des Ammoniaks eine größere und zu 0,078—0,143 % gefunden worden.

Genauere Resultate dürfte man erhalten durch Destillation des verdünnten Harns mit gebrannter Magnesia und Auffangen des destillierenden Ammoniaks in titrierter Schwefelsäure (s. S. 5).

6. Zur Bestimmung der Hippursäure und Harnsäure dampft man 200 ccm Harn im Wasserbade bis auf etwa 50 ccm ein, versetzt mit 20 ccm Salzsäure, erwärmt mäßig, läßt in der Kälte 48 Stunden stehen (am besten im Keller bei möglichst niedriger Temperatur), sammelt die ausgeschiedene rohe Hippursäure auf einem gewogenen möglichst kleinen Filter und wäscht mit kleinen Portionen möglichst kalten Wassers aus, bis die Flüssigkeit farblos abläuft und mit Silberlösung nur noch schwache Trübung giebt; hierauf wird bei 100° getrocknet und gewogen. Für je 6 ccm der vom Filter ablaufenden Flüssigkeit addiert man, dem Löslichkeitsverhältnis der Hippursäure in kaltem Wasser entsprechend ($^1/_{600}$) = 10 mg zu dem direkt gefundenen Gewichte der Hippursäure hinzu. Die gewogene Hippursäure ist durch Verbrennen auf etwaigen Salzgehalt zu prüfen.

Diabetischen Harn läßt man vorher mit Hefe vergären, stark eiweißhaltigen Harn befreit man vorher durch Koagulation mit einigen Tropfen Essigsäure vom Eiweiß.

In derselben Weise, wie die Hippursäure, wird auch die etwa vorhandene Harnsäure mittelst Salzsäure ausgeschieden, wobei man gewöhnlich für 100 ccm der vorhandenen und verbrauchten Flüssigkeit noch 0,0048 g Harnsäure hinzurechnet. In dem Harn der Pflanzenfresser sind meist nur Spuren von Harnsäure vorhanden, die nicht berücksichtigt werden; in dem Harn der fleischfressenden und von gemischter Nahrung lebenden Tiere ist dagegen die Menge der Harnsäure gewöhnlich eine größere als die der Hippursäure. Um beide Säuren von einander zu trennen, behandelt man das Gemenge wiederholt mit 83grädigem Weingeist, welcher die Hippursäure leicht auflöst, während die Harnsäure darin fast unlöslich ist.

Bei der Harnsäurebestimmung muß etwaiges Eiweiß durch Koagulation entfernt werden; zuckerhaltiger Harn wird zuerst mit Bleizuckerlösung gefällt, filtriert, das Filtrat mit essigsaurem Quecksilberoxyd

gefällt, der abfiltrierte Niederschlag durch Schwefelwasserstoff zersetzt, filtriert und das Filtrat nun mit Salzsäure versetzt.

7. Der Harnstoff läßt sich aus dem Gesamtstickstoff nach Abzug des Ammoniak- + Harnsäure- (bezw. Hippursäure-) Stickstoffs ermitteln.

8. Zum Nachweis von Eiweiß wird der Harn — reagiert derselbe sauer, so wird er direkt verwendet, bei alkalischer Reaktion dagegen erst nach Ansäuerung mit Essigsäure — im Reagenzgläschen zum Sieden erhitzt und nach dem Kochen jedesmal, gleichgiltig ob beim Kochen ein Niederschlag entstanden ist oder nicht, mit etwas konzentrierter Salpetersäure versetzt bis zur stark sauren Reaktion. Entsteht im gekochten Harn ein flockiger, auch nach Zusatz von Salpetersäure bleibender Niederschlag, so ist die Gegenwart von Eiweiß erwiesen.

Soll das Eiweiß quantitativ bestimmt werden, so wird dasselbe in vorstehender Weise gefällt, durch ein getrocknetes und gewogenes Filter filtriert, mit diesem getrocknet und gewogen.

Man kann das Eiweiß auch in der Weise nachweisen, daß man den Harn reichlich mit Essigsäure ansäuert und 2—3 Tropfen Ferrocyankaliumlösung hinzusetzt; bei Gegenwart von Eiweiß entsteht ein dichter weißer Niederschlag.

9. Wenn ferner im Harn Zucker enthalten ist und dieser bestimmt werden soll, so muß der Harn vor allem eiweißfrei sein; enthält er Eiweiß, so wird dies zuerst nach 8. abgeschieden. Sodann verfährt man unter Anwendung der Fehlingschen Lösung ganz in derselben Weise, wie im Kapitel „Allgemeine Untersuchungsmethoden" S. 9 angegeben ist. Der zu untersuchende Harn ist hierbei so zu verdünnen, daß er höchstens $^1/_2$—1 % Zucker enthält.

Steht ein Polarisationsapparat zur Verfügung, so wird der durch Tierkohle bezw. Bleiessig entfärbte Harn polarisiert. Die Halbschattenapparate mit Kreisgradteilung zeigen im 200 mm-Rohr pro 1 Grad Drehung = 0,94 % Traubenzucker an.

Bei qualitativer Prüfung auf geringe Mengen von Zucker ist der Harn wiederholt (4—5 mal) durch Tierkohle zu filtrieren; das wasserhelle Filtrat giebt dann eine ungleich bessere Zuckerreaktion mit der Fehlingschen Lösung als der ursprüngliche Harn. Noch weit schärfer ist die Reaktion nach Seegen, wenn nach vollendeter Filtration die auf dem Filter befindliche Kohle mit wenig destilliertem Wasser gewaschen und dieses Waschwasser (bei ursprünglich sehr gefärbtem Harn das zweite und dritte Waschwasser) zur Probe benutzt wird.

10. Freie und gebundene Kohlensäure: 2 Portionen frisch aufgefangenen Harns, jede von etwa 100 ccm werden, die eine mit einer reinen, die zweite mit einer ammoniakhaltigen Lösung von Chlorbaryum versetzt, die Flüssigkeiten auf dem Dampfapparate bis nahe zum Kochen erhitzt, die Niederschläge auf ein gewogenes Filter gebracht, ausgewaschen, bei 100° getrocknet, gewogen und der Gehalt an Kohlensäure ermittelt.

11. Wenn auch Kohlenstoff und Wasserstoff in der organischen Substanz des Harnes bestimmt werden sollen, so geschieht dieses mittelst der Elementaranalyse, indem man 10 ccm Harn im Gemenge mit feinem Quarzsand, welcher vorher mit Säuren ausgekocht, gewaschen und geglüht worden ist, oder im Gemenge mit präzipitiertem und geglühtem schwefelsaurem Baryum verdampft, den Rückstand vollständig austrocknet und mit chromsaurem Blei, gegen Ende der Operation im Sauerstoffstrome verbrennt.

12. Zur Bestimmung des Chlors bringt man 5—10 ccm Harn in eine kleine Platinschale, setzt 1 g reines kohlensaures Natrium (um etwaiges Chlorammonium in Chlornatrium und kohlensaures Ammon überzuführen und einen Verlust von Chlor zu verhüten), dann 1—2 g chlorfreien Salpeter hinzu, dampft im Wasserbade zur Trockne ab und erhitzt zuerst gelinde, später stärker bis zum Schmelzen, wodurch leicht eine weiße, kohlenfreie Salzmasse erhalten wird. Letztere löst man in wenig Wasser, bringt die Lösung in ein Becherglas, giebt zu der alkalisch reagierenden Flüssigkeit so lange tropfenweise sehr verdünnte reine Salpetersäure hinzu, bis schwach sauere Reaktion eingetreten ist, die man alsdann durch eine Messerspitze voll gefällten kohlensauren Calciums wieder beseitigt. Das überschüssige kohlensaure Calcium filtriert man vor der Titrierung nicht ab, da es die Schärfe der Endreaktion durchaus nicht beeinträchtigt. Zu der Mischung setzt man ferner 2—3 Tropfen einer kalt gesättigten Lösung von chromsaurem Kalium und titriert dann mit Silberlösung, bis eine deutlich rötliche Färbung auch nach dem Umrühren bleibend entsteht. Die Silberlösung soll im Liter 18,469 g Silber enthalten, so daß ein Kubikcentimeter derselben 10 mg Chlornatrium oder 6,068 mg Chlor entspricht; sie darf keine Spur von freier Salpetersäure enthalten, muß also völlig neutral sein.

13. Die Phosphorsäure wird am besten nach der Molybdänmethode (s. S. 17) bestimmt.

Um die an Erden gebundene Phosphorsäure allein zu bestimmen, versetzt man je nach der Konzentration 100 oder 200 ccm des filtrierten Harns mit Ammoniak bis zur alkalischen Reaktion und läßt 12 Stunden stehen. Der Niederschlag wird gesammelt, darauf gelöst und die Phosphorsäure wie vorher bestimmt. Will man Kalk und Magnesia bestimmen, so löst man das Gemenge der Phosphate vor dem Glühen in möglichst wenig verdünnter Essigsäure auf, fällt den Kalk mit oxalsaurem Ammon und nach dem Abfiltrieren des Niederschlages das phosphorsaure Magnesium durch Übersättigung der Flüssigkeit mit Ammoniak.

14. Schwefelsäure: 50 oder 100 ccm des filtrierten Harnes werden im Wasserbade erhitzt, mit etwas Salpetersäure und hierauf mit Chlorbaryumlösung im geringen Überschuß versetzt. Der Niederschlag wird auf einem kleinen Filter mit heißem Wasser gut ausgewaschen, nach dem Trocknen von dem Filter getrennt und geglüht (das Filter für sich verbrannt), nach dem Glühen mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure befeuchtet und nochmals geglüht, bis die

überschüssige Schwefelsäure verdampft ist, hierauf nach dem Erkalten des Tiegels gewogen.

15. Um den Schwefel, der vielleicht als solcher und nicht bloß als Schwefelsäure im Harne enthalten ist, zu bestimmen, werden 50 ccm Harn in einem geräumigen Silbertiegel mit einigen Stücken von reinem Ätzkali und etwas Salpeter versetzt, vorsichtig abgedampft, der Rückstand stark geglüht und darin die Gesamtmenge der Schwefelsäure ermittelt.

b) **Der Kot.** Der Darmkot, zunächst der Pflanzenfresser, wird für die Untersuchung auf seine Bestandteile fast genau in derselben Weise wie die Grün- und Rauhfutterarten vorbereitet und untersucht. Nur hinsichtlich der Rohfaserbestimmung im Darmkot sei bemerkt, daß es wegen der reichlichen Beimengung von harzigen Gallenstoffen oft nötig ist, die Substanz zuerst mit Weingeist auszukochen, bevor man dieselbe der Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure und Kalilauge unterwirft. Auch ist zu beachten, daß mikroskopische Untersuchungen von großem Werte sind für die Beurteilung der mit dem Kot im unverdauten, jedoch oft mehr oder weniger veränderten Zustande aus dem Körper entfernten Futterbestandteile. Zu diesem Zwecke kann man eine Probe des zu untersuchenden Kotes in einem Beutel von feiner Leinwand unter kaltem Wasser längere Zeit kneten und drücken, bis das Wasser nicht mehr getrübt wird und aus dem Rückstand keine weiteren löslichen Stoffe in die Flüssigkeit übergehen. Der Bodensatz, welcher in der Flüssigkeit bei längerem Stehen derselben sich bildet, wird unter dem Mikroskop mit Hilfe von Jodtinktur auf etwa vorhandene Stärkemehlkörnchen und außerdem auf unlösliche und schwerlösliche Salze und sandige Bewegungen ꝛc. untersucht; die filtrierte klare Flüssigkeit prüft man, ob sie vielleicht Zucker-, gummiartige Substanzen, Milchsäure ꝛc. enthält. Ebenso wird der ausgewaschene Rückstand im Leinwandbeutel, entweder sofort oder nachdem die harzigen Stoffe durch Behandlung mit Alkohol entfernt worden sind, unter dem Mikroskop interessante Aufschlüsse liefern über den Verlauf des Verdauungsprozesses im lebenden Tierkörper.

B. Der Stallmist.

Bei der Untersuchung des Stallmistes wird der in Wasser lösliche und unlösliche Teil jeder für sich der Analyse unterworfen, weil man bei der Probenahme beide Teile von einander getrennt erhält, und weil es für die Beurteilung des Stallmistes von Wert ist, die Mengen der beiderlei Stoffe genau kennen zu lernen. Um eine Durchschnittsprobe des Stallmistes sich zu verschaffen, verfährt man am besten nach der folgenden Methode, welche auch der von G. Kühn angewendeten entspricht.

1. Probenahme. Ein größerer Düngerhaufen, aus welchem eine Mittelprobe genommen werden soll, wird zunächst zur Hälfte

und bis zur ganzen Tiefe abgestochen und sodann ein etwa $^1/_3$ m breiter Streifen von der senkrechten Wand von oben nach unten und der ganzen Länge oder Breite nach möglichst scharf abgenommen. Die so gewonnene Masse bringt man unter Zerteilung der vorhandenen Klumpen und möglichst gleichförmiger Mischung in einen kleineren flachen, regelmäßig viereckigen und etwa $^2/_3$ m mächtigen Haufen, läßt das Ganze zusammenstampfen und schlägt mit Hilfe eines scharfen Beiles über Kreuz oder nach der Diagonale $^1/_3$ m breite Streifen heraus. Auf solche Weise erhält man eine ziemlich sichere Mittelprobe im Gewicht von 2—3 Centner.

Wenn bei Fütterungsversuchen mit einer geringen Anzahl von Tieren der produzierte Mist unter den letzteren liegen bleibt, also zu einer mehr oder weniger mächtigen Schicht sich ansammelt, so muß man einige Tage vor der Beendigung des Versuches das Einstreuen unterlassen, dagegen die ausgeschiedenen Exkremente gleichmäßig über den ganzen Stand verteilen. Man erreicht dadurch, daß auch die obere Schicht des Mistes gut zertreten wird und ihren sehr strohigen Charakter verliert. Behufs der Probenahme wird sodann durch Einhacken mit dem Beile ein dem ganzen Stand diagonal durchsetzender Streifen (15—32 cm breit) bis auf den Boden von dem übrigen Miste losgetrennt.

2. Verarbeitung der Probe: Die ganze große Mittelprobe wird nun gewogen, mit etwa dem dreifachen Quantum Wasser übergossen, alles durcheinander gerührt und über Nacht stehen gelassen. Man läßt die Flüssigkeit durch ein ziemlich feines Drahtsieb abfließen, übergießt nochmals mit einem gleichen Quantum Wasser, rührt um und läßt eine Zeitlang stehen. Hierauf schöpft man die strohigen Teile aus der Flüssigkeit aus und drückt oder preßt sie so weit ab, daß nichts mehr abtropft, während das Spülwasser durch das Drahtsieb gegossen und das auf demselben Zurückbleibende zu dem Strohanteile gegeben wird. Die ursprüngliche Mistprobe ist nunmehr in zwei Teile:

A. Spülwasser und

B. abgespülte Streu

zerlegt, deren Gewicht vor der weiteren Behandlung festgestellt wird. Das Spülwasser A. ist so beschaffen, daß man nach dem Umrühren davon ohne weiteres eine kleinere Probe (5—10 kg) nehmen kann; dieselbe wird genau gewogen und sofort durch feine Leinewand und wenn es nötig ist durch ein Papierfilter klar filtriert, das auf dem Filter Zurückbleibende ausgewaschen, getrocknet, gewogen und vorläufig zurückgelegt, sowie auch das Gewicht und Volumen der gesamten Flüssigkeit bestimmt.

Nachdem der Teil B. der großen Mittelprobe möglichst schnell abgetrocknet und im lufttrockenen Zustande nochmals gewogen ist, wird diese Masse durch ein Häckerlings-Sieb geschlagen und so die vorhandenen Strohteile (a) von den bröckeligen und halbpulverigen Resten der Kotentleerungen (b) getrennt und letztere durch Zerreiben noch etwas gleichförmiger gepulvert. Das Stroh (a) läßt man auf einer

Häckselbank ganz fein schneiden und nimmt davon, sowie von b eine dem Verhältnis a : b und dem von der trüben Flüssigkeit A abgewogenen Quantum entsprechende Probe. Auf solche Weise erhält man auch von B eine richtige Probe, welcher man noch das von der A-Probe abfiltrierte Pulver beimischt, um schließlich diese ganze getrocknete Masse oder einen entsprechenden Teil derselben in einem geeigneten Mahlapparat aufs feinste zu zerkleinern.

Die nach der angegebenen Methode erhaltenen beiden Teile des Stallmistes, welche also einerseits die in Wasser löslichen (A), andererseits die unlöslichen Stoffe (B) enthalten, werden jeder für sich der chemischen Untersuchung unterworfen.

A. Mit der wässerigen Düngerlösung sind, bei vollständiger Analyse derselben, folgende Bestimmungen vorzunehmen:

1. Von 300—600 ccm der Flüssigkeit (50—100 g des feuchten Mistes entsprechend) wird etwa ein Drittel unter den nötigen Vorsichtsmaßregeln abdestilliert und das hierbei sich verflüchtigende Ammoniak in titrierter Schwefelsäure aufgefangen.

2. Die in der Retorte zurückbleibende Flüssigkeit wird sodann mit 1—2 g frischgebrannter Magnesia versetzt, abermals ungefähr ein Drittel abdestilliert und in dem Destillat das jetzt darin vorhandene, ursprünglich fester gebundene Ammoniak ermittelt.

3. Um die Salpetersäure im wässerigen Auszuge des Stallmistes zu bestimmen, kocht man 500 ccm desselben anhaltend mit Kalkmilch, filtriert, scheidet aus dem Filtrat den Ätzkalk durch Einleiten von Kohlensäuregas ab, filtriert wieder, dampft bis auf ein kleines Volumen im Wasserbade ein und verfährt nach S. 5.

4. Zur Bestimmung der Gesamtmenge des Stickstoffs dampft man etwa 200 g nach dem Ansäuren mit Phenolschwefelsäure direkt im Glaskolben auf dem Wasserbade ein, bis das überschüssige Wasser verdunstet ist, setzt dann noch mehr Phenolschwefelsäure zu und verbrennt in der früher angegebenen Weise (s. S. 2).

5. Weitere 200 g benutzt man zur Bestimmung der fertig gebildeten Schwefelsäure. Man übersättigt mit Salzsäure, erwärmt, filtriert, wenn eine Ausscheidung erfolgt, und fällt wie gewöhnlich mit Chlorbaryum in der Kochhitze. Der abfiltrierte, gut ausgewaschene Niederschlag wird getrocknet und geglüht, sodann mit etwas Salpetersäure angefeuchtet und wieder eingetrocknet, hierauf mit verdünnter Salzsäure digeriert, abermals abfiltriert und nach dem Trocknen, Glühen ꝛc. gewogen.

6. Der Rest des wässerigen Düngerextraktes (4—5000 ccm) wird in einer Schale auf dem Dampfbade bis zur Trockne eingedampft, die Gesamtmenge des Rückstandes gewogen und einzelne Portionen desselben in folgender Weise verwendet:

a) In 2—3 g des Rückstandes ermittelt man durch Trocknen bei 110° die noch vorhandene Feuchtigkeit und verbrennt hierauf bei möglichst schwacher Hitze die organische Substanz, um den Gehalt

an Gesamtasche zu finden. Mit der so gewonnenen Asche wird eine Kohlensäure-Bestimmung (S. 36) vorgenommen; die Differenz ergiebt die Menge der Reinasche. Wenn zur Zersetzung der „Rohasche" für die Kohlensäure-Bestimmung reine Salpetersäure benutzt worden ist, so kann die abfiltrierte Flüssigkeit auch zur Bestimmung des Chlors dienen, dessen Menge jedoch auf andere Weise (s. c) kontrolliert werden muß.

b) Weitere 2—3 g der nicht veraschten Substanz werden zur Bestimmung der fertig gebildeten Kohlensäure verwendet.

c) Die Gesamtmenge des Schwefels neben der fertig gebildeten Schwefelsäure, der ganze Gehalt an Chlor, sowie die Phosphorsäure werden am besten in der Weise ermittelt, daß 2—3 g des trockenen Rückstandes nach dem Pulvern portionsweise mit einem Silberspatel in eine in einem Silbertiegel befindliche Schmelze von 6—8 Gewichtsteilen Ätzkali und ½ Gewichtsteil Salpeter, unter fortwährendem Umrühren eingetragen und die ganze Masse zuletzt durch stärkeres Erhitzen weißgebrannt wird, was ohne Schwierigkeit zu bewirken ist. Die erkaltete Masse wird mit Wasser eingeweicht und mit reiner Salpetersäure übersättigt. Wenn alles gelöst ist, bringt man die Lösung auf ein bestimmtes Volumen und entnimmt nun 3 aliquote Teile.

α) In dem einen Teil bestimmt man Chlor, indem man, wenn nötig, zuerst filtriert und in der heißen Flüssigkeit mit Silbernitrat fällt (s. S. 20).

β) Den zweiten Teil bringt man in einer Porzellanschale zur Trockne, dampft einmal mit Salzsäure zur Trockne ab, erhitzt eine halbe Stunde im Luftbade und scheidet auf diese Weise die Kieselsäure ab. Alsdann wird mit heißer, verdünnter Salzsäure aufgenommen, filtriert, ausgewaschen und im Filtrat die Schwefelsäure mit Chlorbaryum gefällt (s. S. 19).

Von der so gefundenen Schwefelsäure ist die fertig gebildete (s. 5.) abzuziehen und der Rest auf Schwefel in organischer Verbindung zu berechnen.

γ) Im dritten Teil scheidet man ebenfalls durch Eindampfen zur Trockne die Kieselsäure ab, nimmt dann jedoch mit Salpetersäure auf und bestimmt, nachdem man filtriert und ausgewaschen hat, im Filtrat die Phosphorsäure nach der Molybdänmethode (s. S. 17).

d) Der Rest des trockenen Düngerauszuges wird unter den nötigen Vorsichtsmaßregeln (s. Darstellung der „Pflanzenasche") verbrannt und von der Asche etwa 3 g zur Bestimmung von Kieselsäure, Eisenoxyd, Phosphorsäure, Kalk, Magnesia, Kali und Natron benutzt, wobei man ganz nach denselben Methoden verfährt, wie dieselben für die Untersuchung einer an Kieselsäure armen Pflanzenaschen weiter unten angegeben sind.

B. Der in Wasser unlösliche Teil des Stallmistes ist, nach dem Trocknen und gleichförmigen Zerkleinern der Masse, in ähnlicher Weise der chemischen Analyse zu unterwerfen, wie der lösliche Teil.

1. In 10 g der Substanz wird durch Trocknen bei 110° C. die noch vorhandene Feuchtigkeit und hierauf durch vorsichtiges Verbrennen die Gesamtasche bestimmt.

Die so erhaltene Asche dient auch zur Ermittelung des etwaigen Kohlensäuregehaltes, sowie des Chlors, wenn letzteres vielleicht in geringer Menge zugegen ist. Außerdem kann man die sandigen Beimengungen bestimmen, indem man den in Salpetersäure unlöslichen Teil der Asche mit Ätznatronlauge auskocht und damit fast bis zur Trockenheit eindampft, hierauf den Rückstand mehrmals mit heißem Wasser auswäscht und nach dem Glühen wägt. Die Behandlung des in Säuren unlöslichen Rückstandes in gewöhnlicher Weise mit einer konzentrierten Lösung von kohlensaurem Natrium genügt oft nicht, um die Gesamtmenge der Kieselsäure von den sandigen Bestandteilen der Asche zu trennen. Jedoch muß man beachten, daß von der Natronlauge manchmal auch etwas thonige Substanz gelöst wird und es ist daher rätlich, die Lösung nach Abscheidung der Kieselsäure noch auf Thonerde zu prüfen.

2. Zur Bestimmung des hier nur in organischer Verbindung vorhandenen Stickstoffes werden 1—2 g der Substanz nach Kjeldahl verbrannt (s. S. 2).

3. Schwefel. Auch die Menge des organisch gebundenen Schwefels ist in derselben Weise zu ermitteln, wie oben unter A. 6. c) angegeben wurde. Man verwendet hierzu 3—4 g der feingepulverten Substanz. Fertig gebildete Schwefelsäure wird so gut wie gar nicht vorhanden sein und bleibt daher unberücksichtigt.

4. Asche-Bestandteile. Ein weiteres, ebenfalls genau abgewogenes Quantum von 50—100 g wird zunächst langsam und bei möglich niedriger Hitze in einer Platinschale verkohlt, sodann die kohlige Masse mit konzentrierter Lösung von Ätzbaryt durchfeuchtet und nach dem Eintrocknen bei erhöhter Temperatur zu Asche verbrannt. Überhaupt ist bei der Darstellung und chemischen Analyse der Asche ganz ebenso zu verfahren, wie bezüglich der kieselsäurereichen Pflanzenasche vorgeschrieben ist (siehe „Pflanzenasche").

Das vorstehende Verfahren zur Untersuchung des Stallmistes, denselben durch Behandeln mit Wasser in 2 Teile (A flüssigen Anteil und B strohige Masse) zu zerlegen, ist sehr umständlich und zeitraubend. Es läßt sich indes, wenn Stroh zu Einstreu gedient hat, nicht umgehen, weil es schwer hält, das Stroh so zu zerkleinern, daß durch Anwendung kleinerer Mengen Mist eine hinreichend gute Durchschnittsprobe erhalten wird. Wenn Torfstreu, Strohabfälle oder zerkleinertes Stroh zur Einstreu verwendet worden ist, oder wenn der Stalldünger einen stark verrotteten Zustand besitzt, dann kann man denselben auch direkt in Untersuchung nehmen, weil sich alsdann durch Ausstechen von größeren Würfeln aus demselben und durch Zerhacken dieser Einzelproben mit einem Hackemesser oder Beil oder scharfem Spaten in einem entsprechend großen Bottich der Stalldünger so weit zerkleinern läßt, daß auch kleinere Proben von 200—1000 g einem guten Durchschnitt entsprechen.

a) Bestimmung des Wassers und flüchtigen Stickstoffs. Etwa 500—1000 g des fein zerhackten Düngers werden in flachen Porzellanschalen bei 50—60° C. vorgetrocknet, zurückgewogen, gemahlen und wie bei „Grünfuttermittel" (siehe diese) weiter auf Gehalt an Wasser, Asche ꝛc. untersucht.

Eine zweite Menge, etwa 200—300 g des fein zerhackten Düngers giebt man in eine geräumige Flasche und bestimmt darin den flüchtigen Ammoniak-Stickstoff wie bei „Sauerfutter". Diese Menge wird der gefundenen Trockensubstanz zugezählt.

In derselben Probe kann man nach Zusatz von Wasser und gebrannter Magnesia das gebundene Ammoniak nach S. 5 bestimmen.

b) Bestimmung des Gesamt-Stickstoffs. Von der thunlichst zerkleinerten Masse werden etwa 200 g oder mehr abgewogen und diese nach und nach mit der zu der Stickstoff-Bestimmung nach Kjeldahl verwendeten Schwefelsäure in einer Porzellanschale mit einem Pistill leicht verrieben. Schale + Pistill sind vorher gewogen. Man trägt unter fortwährendem Rühren den abgewogenen Mist portionsweise ein, indem man jedesmal wartet, bis die eingetragene Portion zu einem flüssigen Brei zergangen ist, was bei der starken Erwärmung leicht von statten geht. Auf 200 g Mist sind etwa 150 bis 200 ccm Schwefelsäure erforderlich. Sind merkliche Mengen Salpetersäure vorhanden, so wendet man zur Hälfte Phenolschwefelsäure an. Nach dem Erkalten der dickflüssigen, breiigen Masse wird zurückgewogen und nun von derselben unter gehörigem Umrühren mit einem Porzellanlöffel 20—40 g, etwa 2—3 g Dünger-Trockensubstanz entsprechend, in den Verbrennungskolben abgewogen. Die Wägung kann auf einer Wage ausgeführt werden, die noch 1 cg genau angiebt; eine größere Genauigkeit ist bei der großen verwendeten Menge Substanz nicht erforderlich. Man giebt dann noch etwa 10—15 ccm Kjeldahl-Schwefelsäure (bezw. Phenolschwefelsäure) hinzu, erhitzt erst mit kleiner Flamme, bis alles Wasser verdunstet ist, und schließlich in üblicher Weise mit starker Flamme, bis die Flüssigkeit farblos geworden ist.

Sind z. B. 200 g Stallmist verwendet und beträgt das Gewicht der dickflüssigen, breiigen Masse 650,55 g, so entspricht 1 g der letzteren = 0,3074 g Stallmist; sind von der breiigen Masse 21,25 g abgewogen, entsprechend $21{,}25 \times 0{,}3076 = 6{,}5322$ g Stallmist, und hierin 0,02818 g Stickstoff gefunden, so enthält derselbe 0,431% Gesamtstickstoff.

C. Die Jauche.

Die aus den Ställen abfließende Jauche und sonstige Dünger-flüssigkeiten werden im allgemeinen wie die unter Stallmist gewonnene Düngerflüssigkeit A oder auch wie Harn untersucht. Im allgemeinen genügt die Bestimmung des Gesamtstickstoffs, des Ammoniak- und event. Salpetersäure-Stickstoffs, des Kalis und der Phosphorsäure.

D. Einstreumittel für Stallmist.

Zur Einstreu in die Ställe werden verwendet: Stroh und Strohabfälle aller Art, Laub, Sägespäne, Holzwolle, Torfstreu, Moos, Haidekraut, Erde ꝛc. Der Wert der Einstreumittel hängt in erster Linie von dem Wasseraufsaugungsvermögen ab, welches man einfach in der Weise bestimmen kann, daß man eine bestimmte Gewichtsmenge in einer Schale längere Zeit mit Wasser tränkt, dann das überschüssige Wasser auf einem feuchten Papierfilter oder einem mit Glaswolle locker verschlossenen Trichter unter Bedecken des Trichters abtropfen läßt und die mit Wasser gesättigte Masse in einer bedeckten, vorher gewogenen Schale rasch wägt.

Künstliche Düngemittel.

a) Die Vorbereitung der Proben im Laboratorium.

Nach den Vereinbarungen des Verbandes landwirtschaftlicher Versuchsstationen i. D. R. gelten folgende Vorschriften:

Trockene Proben von Phosphaten oder sonstigen künstlichen Düngemitteln sind nur ausnahmsweise abzusieben und zwar nur in den Fällen, in denen die Natur des Düngemittels eine gründliche Mischung durch einfaches Zusammenreiben nicht zuläßt.

Bei feuchten Düngemitteln, bei denen dieses nicht zu erreichen ist, hat sich die Vorbereitung auf eine sorgfältige Durchmischung zu beschränken.

Bei Ankunft der Probe ist das Gewicht derselben zu bestimmen. Die eine Hälfte der Probe wird zur Analyse vorbereitet, die Restprobe in dichtschließenden Gläsern in einem kühlen Raume ein Vierteljahr aufbewahrt, falls nicht durch besondere Verträge mit dem Lieferanten oder sonstige Bestimmungen etwas anderes festgesetzt ist.

Bei Rohphosphaten und Knochenmehlen soll zum Nachweis der Identität der Wassergehalt bei 105—110° C. bestimmt werden. Bei Proben, welche während des Trocknens Ammoniak in irgend welcher Form verlieren können, ist dieses außerdem zu bestimmen.

Es ist dahin zu wirken, daß, soweit es sich um die Feststellung des Gehaltes bei der Kontrolle handelt, dem untersuchenden Chemiker nur sorgfältig entnommene, in dicht schließende Glasgefäße verpackte Durchschnittsmuster von wenigstens 250—300 g übersandt werden.

Das Gewicht der eingesendeten Proben ist in den Untersuchungsatteſten anzugeben.

Bei Stoffen, welche beim Pulvern ihren Wassergehalt ändern, wird sowohl in der feinen, wie in der groben Substanz der Wassergehalt bestimmt und das Resultat auf den Wassergehalt der ursprünglichen Probe Substanz umgerechnet.

b) Untersuchungen der einzelnen Düngemittel.

1. Knochenmehl, Blutmehl, Ledermehl, Wolle, Wollstaub, Haare, Hornmehl, Fleischdüngemehl, Fischguano. Der Stickstoff wird bei Anwendung von 1—1,5 g Substanz nach der Methode von Kjeldahl bestimmt (s. S. 2). Ist die Substanz nicht von gleichartiger Beschaffenheit, so kann man in der Weise verfahren, daß man

10—15 g der thunlichst fein gepulverten und gut gemischten Probe mit 150 ccm der für die Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl verwendeten Schwefelsäure in einer Porzellanschale so lange unter Umrühren mit dem Glasstabe auf dem Wasserbade erwärmt, bis sich alles zu einem flüssigen Brei gelöst hat; darauf gießt man die Lösung in ein 200 ccm-Kölbchen, füllt unter Nachspülen der Schale mit derselben Schwefelsäure bis zur Marke auf, mischt gehörig und verwendet 20 ccm dieser Lösung zur Bestimmung des Stickstoffs nach der Methode von Kjeldahl (s. S. 2). Wenn die mit Schwefelsäure behandelte Substanz nicht vollständig flüssig wird, sondern breiartig bleibt, so verfährt man wie bei Stallmist S. 93.

Zur Bestimmung der Phosphorsäure werden 5 g in 50 ccm Königswasser (3 Teile Salzsäure vom spezifischen Gewicht 1,12 und 1 Teil Salpetersäure vom spezifischen Gewicht 1.25) durch ½ stündiges Kochen gelöst; darauf wird die Lösung auf 500 ccm aufgefüllt, filtriert und in 50 ccm des Filtrates die Phosphorsäure nach der Citrat- oder Molybdän-Methode (s. S. 17) gefällt.

Der Wassergehalt wird nach S. 1, der Asche- und Sandgehalt nach S. 14 bestimmt.

Zur Bestimmung von haut- und hornartigen Stoffen im Knochenmehl füllt man 10 g Substanz in einen 100 oder 200 ccm fassenden Cylinder mit Ausguß, der vorher gut bis zur Hälfte mit Chloroform gefüllt ist, schüttelt das Ganze mehrmals gut durch, läßt schließlich stehen, bis die Chloroformschicht zwischen Bodensatz und Schwimmendem hinreichend klar geworden ist und giebt das obenauf Schwimmende durch raschen Guß auf ein trockenes Filter. Nach dem Abtropfen des Chloroforms wird das Filter bei 90—100° C. getrocknet, der Rückstand in eine gewogene Schale gebracht und gewogen.

Der Wert des Knochenmehles ist nicht allein durch die chemische, sondern auch durch die mechanische Beschaffenheit desselben, durch den Grad der Feinheit bedingt. Das auf seine Güte zu prüfende Knochenmehl muß daher durch Siebe geschüttelt werden. Nr. I der Siebe hat auf einem Quadratcentimeter 1089 Maschen; Nr. II 484 Maschen; Nr. III 256 Maschen; auf einen Quadratmillimeter kommen daher bei I 11, bei II 5, bei III 2,5 Maschen. Der Rest, welcher auf dem Siebe Nr. III zurückbleibt, wird als Nr. IV bezeichnet. Hinsichtlich der Beschaffenheit dieses Restes ist zu beachten, ob derselbe aus gleichförmigen rundlichen Körnern besteht, und also fast vollständig durch ein Sieb mit nur wenig größeren Maschen hindurchgehen würde, oder ob noch größere und eigentliche Knochensplitter vorhanden sind. Für jede Prüfung auf die Feinheit des Kornes nimmt man 50 oder 100 g Knochenmehl.

Über die Bezeichnung der einzelnen Sorten Knochenmehle hat bisher eine Einigung nicht erzielt worden können; am zweckmäßigsten erscheint mir die nachfolgende Unterscheidung, welche von J. König vorgeschlagen ist:

Bezeichnung des Knochenmehles	Gehalt an Stickstoff %	Gehalt an Phosphorsäure %	Nach Abzug des durch Chloroform Abtrennbaren ist das Verhältnis von Stickstoff zu Phosphorsäure wie
1. Normalknochenmehl oder Knochenmehl Nr. 0 . .	4—5,3	19—22	1 : 4—5,5
2. Knochenmehl	3—4	21—25	1 : 5,5—8,5
3. Entleimtes Knochenmehl.	1—3	24—30	1 : 8,5—30
4. Gemischte Düngemehle	weniger als 1	—	1 : mehr als 30

5. Als rohe Knochenmehle sind nur die durch Zerkleinern von rohen Knochen gewonnenen Knochenmehle zu bezeichnen.

2. Peru-Guano. Sowohl im rohen wie im aufgeschlossenen Peru-Guano wird der Gesamtstickstoff nach der Methode von Jodlbaur bestimmt (s. S. 4). Der Stickstoff in Form von Ammoniak wird durch Destillation einer wässerigen Lösung mit gebrannter Magnesia (s. S. 5) und der Salpetersäurestickstoff in dem hierbei verbleibenden Rückstand, nachdem derselbe unter Verdünnen mit Wasser mit Kalihydrat und soviel Kaliumpermanganat versetzt worden ist, daß die Flüssigkeit nach dem Erhitzen bis zum Kochen deutlich violett erscheint, nach dem Erkalten nach der Zinkeisenmethode (s. S. 5).

Die wasserlösliche Phosphorsäure wird wie in Superphosphaten bestimmt. Zur Bestimmung der Gesamtphosphorsäure werden 5 g Peru-Guano im 250 ccm-Kölbchen mit 20—25 ccm Salpetersäure und 2—3 ccm Salzsäure 1—2 Stunden auf dem Wasserbade erwärmt, die Flüssigkeit bis zur Marke aufgefüllt, gemischt, filtriert und in einem aliquoten Teile die Phosphorsäure gefällt (s. S. 17).

Zur Bestimmung des Kalis verascht man 5 g, löst die Asche in Salzsäure und verfährt weiter nach S. 19.

Die Bestimmung des Wassers im rohen Peru-Guano muß, da beim Erwärmen auf 110° C. auch Ammonsalze entweichen, in der Weise ausgeführt werden, daß etwa 2 g Substanz in ein Porzellanschiffchen gebracht und in ähnlicher Weise getrocknet werden, wie dieses S. 83 unter Harn angegeben ist. Nach etwa einstündigem Trocknen wägt man das Porzellanschiffchen mit der Substanz zurück, titriert das in der Vorlage aufgefangene Ammoniak und zieht das Gewicht des letzteren von dem Gesamtverluste ab.

Zum Nachweis der Echtheit des Peruguanos kann dienen:

a) die Prüfung auf Harnsäure: 1—2 g Guano mit Salpetersäure zur Trockne verdampft liefern einen gelben oder ziegelroten Rückstand, der durch wenig Ammoniak schön purpurrot (Murexidprobe), durch nachherigen Zusatz von Kali oder Natronlauge schön rötlich blau wird.

b) die Bestimmung des Kalis: echter Peru-Guano enthält 2—4% Kali; letzteres kann aber auch künstlich zugesetzt werden.

c) die Bestimmung der Oxalsäure; der echte Peruguano enthält um so mehr Oxalsäure, je mehr Stickstoff er enthält, nämlich bis 18% Oxalsäure bei 8—10% Stickstoff und mit letzterem entsprechend weniger. Zur Bestimmung der Gesamtoxalsäure werden 5 g Guano mit 20 g Natriumkarbonat und 200 ccm Wasser gekocht, die ganze Flüssigkeit nach dem Erkalten mit Wasser auf 500 ccm gebracht, gemischt und durch ein trockenes Filter filtriert. 50 oder 100 ccm des Filtrates wurden mit Essigsäure angesäuert und in der Siedhitze die Oxalsäure mit einer essigsauren Lösung von Chlorcalcium gefällt. Der oxalsaure Kalk wird abfiltriert, durch Glühen in Calciumoxyd übergeführt und als solches gewogen (1 Teil CaO = 1,607 Teile $C_2H_2O_4$). Da leicht Gips und Kalkphosphat mit ausfallen kann, so ist der Niederschlag wieder in Salzsäure zu lösen und die Lösung teils auf Schwefelsäure, teils auf Phosphorsäure zu prüfen.

3. Im Baker-, Malden- und Mejillones-Guano werden Stickstoff und Phosphorsäure wie im Peruguano, Asche, Sand und Feuchtigkeit wie unter „Allgemeine Untersuchungsmethoden" angegeben, bestimmt.

4. Bei Knochenkohle, Knochenasche ꝛc. wird die Substanz für die Phosphorsäurebestimmung entweder wie bei Knochenmehl gelöst oder aber verascht und die Asche in Salzsäure gelöst; im übrigen wird wie bei Knochenmehl verfahren.

5. Phosphorite, Apatite, Coprolithe werden mit Königswasser auf dem Wasserbade eingedampft, zur Abscheidung der Kieselsäure einige Zeit im Luftbade erwärmt, mit salzsäurehaltigem Wasser aufgenommen, filtriert und wird die Phosphorsäure in einem aliquoten Teile des Filtrates nach der Molybdän- oder Citratmethode S. 17 u. 18 gefällt.

6. Thomasmehl. a) Zur Bestimmung der Gesamtphosphorsäure werden 10 g Thomasmehl in einem ½ l-Kolben von hartem Kaliglase mit Wasser durchfeuchtet und mit 50 ccm konz. Schwefelsäure versetzt. Darauf erhitzt man die Masse entweder im Sand- oder Luftbade oder auch über großer freier Flamme auf dem Drahtnetz, bis sich weiße Dämpfe entwickeln. Beim Erhitzen über freier Flamme vollzieht sich die Aufschließung in ¼ Stunde. Man läßt erkalten, füllt bis zur Marke auf, mischt und filtriert. Die filtrierte Flüssigkeit trübt sich nach längerer Zeit häufig durch ausscheidendes Calciumsulfat, das sich dann aber später in citronensaurem Ammon wieder löst. Ohne darauf also Rücksicht zu nehmen, wird in 50 ccm dieser Lösung die Phosphorsäure nach der Molybdän- oder Citratmethode S. 17 u. 18 bestimmt.

b) Die Bestimmung der citratlöslichen Phosphorsäure in Thomasmehlen erfolgt nach der Methode von P. Wagner in nachstehender Weise.

α) Darstellung der Lösungen. Bisher wurde zur Bestimmung der citratlöslichen Phosphorsäure nach einem Vorschlage von

P. Wagner eine Lösung von citronensaurem Ammon verwendet. Diese Lösung wurde durch Verdünnung von 2 l Ammoncitrat (pro 1 l genau 150 g kristallisierte Citronensäure und 23 g Ammoniakstickstoff oder 27,93 g Ammoniak) mit 3 l Wasser erhalten. Neuerdings hat P. Wagner auf Grund seiner Versuche für die Bestimmung der citratlöslichen Phosphorsäure eine 2-prozentige Citronensäurelösung vorgeschlagen und verfährt bei der Darstellung der Lösungen in folgender Weise:

Konzentrierte Citronensäurelösung (10%): Genau 1 kg chemisch reine kristallisierte, unverwitterte Citronensäure wird in Wasser gelöst und die Lösung genau auf 10 l verdünnt. Dieser Lösung werden 5 g Salicylsäure beigefügt.

Verdünnte Citronensäurelösung (2%): Genau 1 Volumteil vorstehender konzentrierter Citronensäurelösung wird mit 4 Volumteilen Wasser verdünnt.

Magnesiamixtur: 110 g kristallisiertes reines Magnesiumchlorid und 140 g Ammoniumchlorid werden mit 700 ccm Ammoniakflüssigkeit (von 8% NH_3) und 1300 ccm Wasser übergossen. Nach mehrtägigem Stehen wird die Lösung filtriert.

Citrathaltige Magnesiamixtur: 200 g Citronensäure werden in 20-prozentigem Ammoniak gelöst und die Lösung bis zu 1 l mit 20-prozentigem Ammoniak aufgefüllt. Diese Lösung wird mit 1 l vorstehender Magnesiamixtur vermischt. Diese citrathaltige Magnesiamixtur kann mit Umgehung der Molybdänfällung zur direkten Fällung der Phosphorsäure in der Citratlösung benutzt werden.

β) Ausführung der Methode: 5 g Thomasphosphatmehl (unzerrieben und ungesiebt, also im Zustande der Untersuchungsprobe bezw. der Handelsware) bringt man in eine Halb-Literflasche und füllt mit verdünnter Ammoniumcitratlösung, deren Temperatur $17\frac{1}{2}^0$ C. beträgt, bis zur Marke auf. Die Flasche wird mit einem Kautschukstopfen verschlossen und ohne Verzug 30 Minuten lang in einen Rotierapparat gebracht, der sich 30 bis 40 mal pro Minute um seine Achse dreht.

Als Rotierapparat kann der von P. Wagner empfohlene Apparat, der durch einen Heißluftmotor getrieben wird und sich leicht auf die richtige Umdrehungszeit regulieren läßt, oder der von K. Müller eingerichtete Apparat dienen, welcher letztere sich noch leichter einstellen läßt und die nötige Umdrehungszeit automatisch anzeigt.

Nach vorschriftsmäßiger Schüttelung wird die Mischung sofort durch Filtrierpapier bester Beschaffenheit filtriert.

50 ccm des Filtrats werden in ein Becherglas gebracht und mit 100 ccm nach Wagners Vorschrift zubereiteter Molybdänlösung versetzt, das Becherglas wird in ein auf 80—95° C. erwärmtes Wasserbad gestellt, nach 10—15 Minuten herausgenommen und bei Zimmertemperatur erkalten gelassen. Alsdann wird filtriert, der gelbe Niederschlag mit 1-prozentiger Salpetersäure ausgewaschen und in ca. 100 ccm ungewärmtem 2-prozentigem Ammoniak gelöst. Die ammoniakalische Lösung wird unter Eintröpfeln und beständigem Umrühren mit 15 ccm

Magnesiamixtur versetzt und der Niederschlag wie S. 17 angegeben behandelt.

Zu dieser Vorschrift ist ausdrücklich zu bemerken, daß nur dann übereinstimmende Resultate erzielt werden, wenn die vorstehende Vorschrift bis ins Einzelne genau befolgt wird, sowohl was Anzahl der Umdrehung des Schüttelapparates, Zeit der Schüttelung, Temperatur der Lösung und des Raumes, als auch die Filtration und Fällung der Phosphorsäure anbelangt.

Nach O. Böttcher erhält man auch durch direkte Fällung nach der Citratmethode richtige Resultate, wenn man 50 ccm der obigen Lösung der Thomasmehle mit 50 ccm gewöhnlicher Citratlösung und 25 ccm Magnesiamixtur versetzt, sofort 30 Minuten ausrührt und darauf sofort filtriert. Wenn auch anderweitige Versuche, so von P. Wagner ergeben haben, daß ein sofortiges Ausrühren und Filtrieren nicht unbedingt notwendig ist, um richtige Resultate zu erhalten, so lassen diese Versuche aber doch auch erkennen, daß die Citratlösung bis zum Ausfällen der Phosphorsäure nicht länger als 1 Stunde stehen darf und ebenso die Filtration spätestens 1 Stunde nach Beendigung des Ausrührens des Niederschlages stattfinden muß, da sonst die Resultate durch abgeschiedene Kieselsäure zu hoch ausfallen.

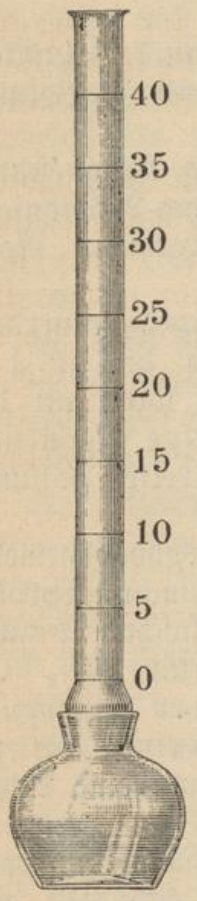


Fig. 9. Schumanns Pyknometer.

c) Die übrigen Bestandteile werden nach den im 1. Teile angegebenen Methoden bestimmt; für die Kalkbestimmung eignet sich sehr gut die folgende Methode von V. F. Hollemann: 50 ccm einer salzsauren Lösung (= 1 g Substanz) werden stark eingeengt, mit 20 ccm neutraler Kaliumoxalatlösung (1 : 3) versetzt und auf dem Wasserbade unter Umrühren digeriert, bis der Niederschlag rein weiß erscheint und keine Klümpchen mehr enthält, welches meist nach 10 Minuten erreicht ist; man filtriert, wäscht mit heißem Wasser aus, bis das Filtrat oxalsäurefrei ist, löst das Calciumoxalat in Salzsäure, engt diese Lösung auf 25 ccm ein, fügt 10 ccm Schwefelsäure (1 : 3) und 150 ccm 96-prozentigen Alkohol hinzu, filtriert nach 3 Stunden und wiegt den Kalk.

d) Das spezifische Gewicht der Thomasmehle schwankt von 3,00—3,33. Nach Loges bestimmt man dasselbe wie folgt: 20 g Thomasmehl werden in ein 50 ccm-Kölbchen gebracht, aus einer Bürette Alkohol hinzugegeben, geschüttelt, um anhaftende Luft zu entfernen und bis zur Marke aufgefüllt.

Man kann dasselbe auch mit Schumanns Pyknometer bestimmen; dabei wird das 100—150 ccm fassende Kölbchen, in welches mittelst eines Glasschliffes ein 40 ccm fassendes in $^1/_{10}$ ccm geteiltes Glasrohr eingesetzt wird, bis zum Nullpunkt mit Petroläther gefüllt; darauf bringt man mit Hilfe eines weiten Trichters durch das eingeteilte

Rohr nach und nach 50 g des Thomasmehles, schüttelt, um die Luft vollständig auszutreiben, den Apparat vorsichtig, und wartet bis das Thomasmehl sich so weit abgesetzt hat, daß der Flüssigkeitsstand genau abgelesen werden kann. Man erfährt auf diese Weise in der verdrängten Anzahl von Kubikcentimetern das Volumen des Thomasmehles; man hat daher nur mit dieser Zahl in das Gewicht zu dividieren, um das spezifische Gewicht zu erhalten.

e) Feinmehl: 50 g Thomasmehl werden in einem Sieb, dessen Siebfläche nicht unter 20 cm Durchmesser beträgt und aus dem Drahtgewebe Nr. 100 von Amandus Kahl-Hamburg (glattes Gewebe) hergestellt ist, 15 Minuten lang mit der Hand oder einem geeigneten Schüttelwerk geschüttelt. Man wägt den Rückstand und findet so aus der Differenz der angewendeten Menge und des Rückstandes den Feinmehlgehalt.

f) Zum Nachweis von Verfälschungen mit Rohphosphaten dient am besten die Bestimmung der citratlöslichen Phosphorsäure, da die letztere bei den Rohphosphaten nur gering ist, ferner das spezifische Gewicht und der Gehalt an Fluor, welches letztere im Thomasmehl nicht vorhanden ist. Mit Kohlenstaub gefärbte Phosphate geben sich beim Schütteln mit Wasser sofort zu erkennen, indem dabei eine Scheidung von Phosphat und Kohle derart eintritt, daß das ungefärbte natürliche Phosphat am Boden lagert und die Kohle mehr oder minder lange suspendiert bleibt.

7. Präzipitierte Phosphate. Zur Bestimmung der Gesamtphosphorsäure werden 5 g Substanz in einem 500-ccm-Kolben mit Schwefelsäure oder Salpetersäure, bis Lösung erfolgt ist, gekocht, sodann abgekühlt, bis zur Marke aufgefüllt, filtriert und 50 ccm zur Fällung der Phosphorsäure nach S. 17 verwendet. Nach Th. Pfeiffer erhält man durch Lösen mit Salzsäure beim Fällen mit Magnesiamixtur den als Pyro- bezw. Metaphosphat vorhandenen Teil der Phosphorsäure, welcher um so größer ist, je schärfer das Phosphat getrocknet wurde, nicht.

Die citratlösliche Phosphorsäure ist nach Petermann (s. S. 102) zu bestimmen.

Die an Eisenoxyd und Thonerde gebundene Phosphorsäure bestimmt man nach E. Glaser wie folgt: 5 g Phosphat werden in bekannter Weise in 25 ccm Salpetersäure von 1,2 spezifischem Gewicht und 12,5 ccm Salzsäure von 1,12 spezifischem Gewicht gelöst und auf 500 ccm gebracht. 100 ccm Filtrat gleich 1 g Substanz werden in einen $^1/_4$-Literkolben gebracht; dazu kommen 25 ccm Schwefelsäure von 1,84 spezifischem Gewicht. Man läßt den Kolben etwa 5 Minuten stehen und schüttelt ihn einige Male, setzt etwa 100 ccm Alkohol (95%) zu und kühlt den Kolben ab, füllt dann mit Alkohol bis zur Marke auf und schüttelt gut durch. Hierbei findet Kontraktion statt. Nun lüftet man den Stöpsel, füllt abermals mit Alkohol bis zur Marke auf und schüttelt von neuem. Nach halbstündigem Stehen — R. Jones empfiehlt zur vollständigen

Abscheidung des Gipses 12stündiges Stehen — wird filtriert. 100 ccm Filtrat gleich 0,4 g Substanz werden in einer Platinschale eingedampft, bis der Alkohol verjagt ist. Die alkoholfreie Lösung wird in einem Becherglase mit etwa 50 ccm Wasser versetzt und zum Kochen erhitzt. Alsdann setzt man zu der Lösung Ammoniak bis zur alkalischen Reaktion, aber, um ein zu starkes Aufbrausen zu vermeiden, nicht während des Kochens.

Das überschüssige Ammoniak wird weggekocht. Man läßt erkalten, filtriert ab, wäscht mit warmem Wasser aus, glüht und wägt phosphorsaures Eisenoxyd + phosphorsaure Thonerde.

Nach dieser Methode kann man die Bestimmung in $1^1/_2$—2 Stunden bequem ausführen. Von großer Wichtigkeit ist bei dieser Methode, daß das überschüssige Ammoniak vollständig weggekocht wird, da sich dem Niederschlage sonst Magnesia beimischt.

8. Superphosphat. Die Bestimmung des Gesamtstickstoffs, des Ammoniak- und Salpetersäure-Stickstoffs erfolgt nach den S. 2—5 angegebenen Methoden.

Zur Bestimmung der wasserlöslichen Phosphorsäure werden 20 g Superphosphat in eine Literflasche gebracht, mit 800 ccm Wasser übergossen und 30 Minuten lang fortwährend und kräftig geschüttelt. Sodann wird mit Wasser bis zur Marke aufgefüllt, die ganze Flüssigkeit kräftig durchgeschüttelt und filtriert.

Zur Ausschüttelung bedient man sich besonderer Schüttelmaschinen, die durch Handbetrieb oder einen Motor bewegt werden. Als Norm für die Schnelligkeit der Bewegung werden 150 Touren pro 1 Minute empfohlen.

Die Fällung der Phosphorsäure in dem Filtrat erfolgt nach S. 17.

Die sog. Doppelsuperphosphate enthalten neben freier Phosphorsäure zuweilen größere Mengen Pyrophosphorsäure, welche sich der Fällung bezw. der Umsetzung entziehen kann; es muß deshalb die wässerige Lösung zunächst mit Salpetersäure gekocht werden, indem man auf 25 ccm Lösung des Superphosphats 10 ccm konzentrierte Salpetersäure von 1,4 spezifischem Gewicht anwendet.

Die citratlösliche Phosphorsäure wird in folgender Weise nach Petermann bestimmt:

500 g reine Citronensäure werden in Ammoniak von 0,92 spezifischem Gewicht gelöst bis zur neutralen Reaktion (man braucht etwa 700 ccm). Die abgekühlte Lösung wird mit Wasser bis zum spezifischen Gewicht von 1,09 bei 15° C. verdünnt. Dann werden pro Liter 50 ccm Ammoniak von 0,92 spezifischem Gewicht hinzugefügt; nach 48stündigem Stehen wird filtriert. Das spezifische Gewicht der fertigen Lösung ist 1,082—1,083.

Zur Ausführung der Bestimmung wird 1 g Präzipitat bezw. bei Superphosphaten 1—4 g nach Auslaugen mit Wasser (siehe oben) mit 100 ccm obiger Lösung in einer Reibschale zerrieben, in einen $^1/_4$-l-Kolben gespült, 15 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur

unter Umschütteln stehen gelassen, dann bei 40° C. eine Stunde im Wasserbad digeriert, nach dem Erkalten aufgefüllt und filtriert. Von dem Filtrat werden 50 ccm mit 10 ccm konzentrierter Salpetersäure 10 Minuten gekocht und die Phosphorsäure nach der Molybdän- oder Citratmethode (S. 17 bezw. S. 18) gefällt.

Im Falle der Anwendung der Citratmethode wird annähernd mit Ammoniak neutralisiert, 15 ccm Petermann'scher Citratlösung und 10 ccm Ammoniak von 0,92 spezifischem Gewicht hinzugefügt, tropfenweise mit 25 ccm Magnesiamixtur versetzt und ½ Stunde ausgerührt.

Die Gesamtphosphorsäure wird wie bei Knochenmehl bestimmt.

Zur Bestimmung des Wassers werden 10 g Superphosphat 3 Stunden lang bei 100° C. getrocknet und wird der Gewichtsverlust als Wasser angenommen.

9. Chilisalpeter. 20 g Substanz werden mit Wasser zu 1 l gelöst; in 25 ccm dieser Lösung wird der Stickstoff am besten nach der Methode von Ulsch bestimmt (S. 5).

Zur Bestimmung der Feuchtigkeit werden von dem zerriebenen, gut durcheinander gemischten Salpeter 5—10 g in einem geräumigen Platintiegel über einer ganz kleinen Flamme vorsichtig erwärmt, so daß der Salpeter eben schmilzt. Man läßt im Exsikkator erkalten und wägt. Das Erwärmen wird bei gleicher Temperatur wiederholt, bis keine Gewichtsabnahme mehr stattfindet.

Zur Bestimmung von Sand und organischen Stoffen werden 20 g Salpeter in heißem Wasser gelöst; der Rückstand wird bei 110° C. getrocknet und gewogen, schließlich verbrannt und wieder gewogen. Die erste Wägung giebt Sand + organische Substanz, die zweite Wägung abzüglich der Filterasche den Sandgehalt allein an.

In einem aliquoten Teil der wässerigen Lösung fällt man nach dem Ansäuren mit Salpetersäure die Schwefelsäure mit Baryumnitrat als Baryumsulfat; der Niederschlag wird nach S. 19 weiter behandelt. In einem 2. Teil wird das Chlor entweder nach dem Ansäuern mit Salpetersäure gewichtsanalytisch (S. 20) oder aber in der neutralen Lösung durch $^1/_{10}$-Normalsilberlösung unter Anwendung von neutralem chromsaurem Kalium als Indikator maßanalytisch bestimmt.

Zum Nachweis von Perchlorat im Chilisalpeter wird eine Probe abgewogenen Salpeters direkt, eine andere nach vorherigem Glühen bei Dunkelrotgluthitze in Wasser gelöst und in aliquoten Teilen beider Lösungen das Chlor bestimmt.

Die in der geglühten Probe mehr gefundene Menge Chlor entspricht der in Form von Perchlorat vorhandenen Menge Chlor und wird auf Perchlorat umgerechnet (1 Teil Cl = 2,805 Teile ClO_4 = 3,455 Teile ClO_4Na).

Das Verfahren beruht darauf, daß Chloride und Chlorate durch

Silberlösung gefällt werden, Perchlorate aber erst, wenn sie durch Glühen zersetzt sind.

Kalisalpeter wird in derselben Weise wie Chilisalpeter untersucht.

10. Ammoniaksalz; schwefelsaures Ammoniak. 10 g Substanz werden in 1 l Wasser gelöst; in 100 ccm wird der Stickstoff nach S. 5 bestimmt.

Der Wassergehalt wird durch Trocknen von 5—10 g Substanz bei 105—110° C. ermittelt.

Zur Prüfung auf Rhodanverbindungen wird eine wässerige Lösung des Salzes mit einigen Tropfen Salzsäure und darauf mit Eisenchlorid versetzt. Bei Gegenwart von Rhodanverbindungen entsteht eine blutrote Färbung.

Quantitativ läßt sich der Nachweis in der Weise führen, daß man die Lösung mit Silbernitrat fällt, filtriert, den Niederschlag mit Soda und Salpeter schmilzt, die Schmelze mit Salpetersäure eindampft, den Rückstand mit Salzsäure aufnimmt und in der Lösung die Schwefelsäure mit Chlorbaryum fällt; aus der gefundenen Menge Schwefelsäure berechnet sich dann der Gehalt an Rhodan.

11. Superphosphatgips, Phosphatgips und Gips. Diese drei Düngemittel dienen vorwiegend als Einstreu in die Viehställe.

Superphosphatgips ist ein mit Schwefelsäure aufgeschlossenes, viel kohlensaures Calcium enthaltendes Phosphat; er enthält neben viel Gips einige Prozente (5—7) lösliche Phosphorsäure.

Unter Phosphatgips versteht man die ausgewaschenen Rückstände von der Doppel-Superphosphat-Fabrikation; er enthält neben Gips einige Prozente (2—4) unlösliche Phosphorsäure.

Der Einstreugips wird durch einfaches Zerkleinern des in der Natur vorkommenden Gipses gewonnen und besteht durchweg aus Gips ($CaSO_4 + 2aq.$) Mitunter sind Sand oder kohlensaure Erden beigemengt.

Zur Bestimmung der freien Phosphorsäure werden 2 g Substanz mit 50 ccm absolutem Alkohol im Mörser angeschlämmt und in ein 100-ccm-Kölbchen gespült, mit absolutem Alkohol bis zur Marke aufgefüllt, geschüttelt und bald filtriert.

Nach Loges giebt die Extraktion mit Alkohol keine richtigen Resultate und ist besser Äther zu verwenden; infolge des Feuchtigkeitsgehaltes des Superphosphatgipses hat man niemals absoluten, sondern wasserhaltigen Alkohol, und letzterer zerlegt das Monocalciumphosphat in freie Phosphorsäure und Dicalciumphosphat; es müssen also durch Extraktion mit Alkohol stets höhere Resultate erhalten werden. Die übrigen Bestandteile (Gesamt- und wasserlösliche Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kalk, Magnesia, Sand) werden in der üblichen Weise bestimmt.

Die Feuchtigkeit wird bei Superphosphatgips durch anhaltendes Trocknen von 5 g Substanz bei 105—110° C., bei Gips und Phosphatgips durch Erhitzen bezw. schwaches Glühen von 2—3 g Substanz im Porzellan- oder Platintiegel bestimmt.

12. Kalisalze, Kochsalz, Viehsalz. Die Feuchtigkeit bestimmt man durch schwaches Glühen von 4—5 g Substanz im bedeckten Porzellantiegel, bis Gewichtskonstanz eingetreten ist; sind organische Stoffe vorhanden, so trocknet man bei 140—150° C. bis zur Gewichtskonstanz.

Zur Bestimmung der Alkalien verfährt man wie folgt:

Zur Bestimmung des Kalis in den Staßfurter Kalisalzen soll nur Wasser zur Lösung angewendet werden. 10 g des durch ein 1 mm-Sieb gebrachten Kalisalzes werden mit 400 ccm Wasser ¼ Stunde gekocht, nach dem Abkühlen auf 500 ccm aufgefüllt und von dieser Lösung aliquote Teile 25 oder 50 ccm zur Bestimmung nach S. 19 verwendet.

Bei Kainit und Chlorkaliumsalzen, welche neben Chloriden nur wenig schwefelsaure Salze enthalten, kann man das Kali in abgekürzter Weise bestimmen. C. Müller verfährt dabei in folgender Weise: 250 ccm des Filtrates der wässerigen Lösung (10 g auf 500 ccm) werden in einem 500 ccm-Kolben nach Zusatz von 10 ccm Salzsäure mit kalifreier Chlorbaryumlösung unter Vermeidung eines größeren Überschusses gekocht, nach dem Erkalten aufgefüllt und filtriert. Vom Filtrat werden 100 ccm = 1 g Substanz in einer Porzellanschale auf ein Volum von ca. 20 ccm eingeengt, sodann mit 10 ccm Platinchlorid = 1 g Platin versetzt und zur Trockne eingedampft. Die erkaltete Masse wird mit einigen Tropfen Wasser angefeuchtet, mit 80-prozentigem Alkohol übergossen, mit dem Pistill fein zerrieben und mindestens 10 Minuten stehen gelassen; sodann wird filtriert, das Platinchlorid mit 80-prozentigem Alkohol ausgewaschen und der Rückstand getrocknet. Das Kaliumplatinchlorid wird in eine gewogene Platinschale gebracht, das Filter mit kochendem Wasser ausgewaschen, das Waschwasser zum Salz hinzugefügt und auf dem Wasserbade zur Trockne eingedampft und schließlich bei 130° C. bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, oder das Kaliumplatinchlorid wird im Goochtiegel gesammelt, mit 80-prozentigem Alkohol ausgewaschen, getrocknet und gewogen, hierauf das Kaliumplatinchlorid mit heißem Wasser ausgewaschen und der Tiegel zurückgewogen.

Schwefelsäure, Chlor, Kalk und Magnesia werden nach den allgemein üblichen Methoden bestimmt, Sand und organische Substanzen wie unter Chilisalpeter angegeben ist.

c) Berechnung des Mindergeldwertes der Düngemittel bei Mindergehalt.

Die Berechnung des Mindergeldwertes der Düngemittel bei Mindergehalt richtet sich in erster Linie nach den getroffenen Vereinbarungen. Hierbei sind mehrere Fälle zu berücksichtigen.

1. Fall. Am richtigsten wäre es, für die zu liefernden einzelnen Düngerbestandteile (Stickstoff, lösliche Phosphorsäure, Kali ꝛc.) einen

festen Preis pro 1 kg zu vereinbaren und die Düngemittel nach dem wirklich gelieferten und jedesmal ermittelten Gehalt zu bezahlen, indem man letzteren einfach mit dem vereinbarten Grundpreis multipliziert. So wird es auch schon vielfach bei Massenlieferungen an größere Verbände gehandhabt. Man bestellt Düngemittel von annähernd z. B. 7 % Stickstoff und 9 % löslicher Phosphorsäure mit einem Grundpreis von z. B. 1,20 M pro 1 kg Stickstoff und 0,40 M pro 1 kg löslicher, d. h. wasserlöslicher Phosphorsäure, ermittelt jedesmal nach einer guten Durchschnittsprobe den Gehalt, multipliziert letzteren mit den vereinbarten Preisen und bezahlt darnach. Sind im vorstehenden Falle z. B. 6,72 % Stickstoff und 9,43 % lösliche Phosphorsäure gefunden, so werden bezahlt:

für Stickstoff	$6{,}72 \times 1{,}20 = 8{,}06$ M
„ lösliche Phosphorsäure . .	$9{,}43 \times 0{,}40 = 3{,}77$ „
	Summa: 11,83 M

also 11,83 M pro 1 Doppel-Ctr. = 100 kg.

Dieses an sich rationellste Verfahren läßt sich aber überall nicht durchführen.

2. Fall. Hier gelten andere Regeln. In diesen Fällen wird meistens ein fester Minimalgehalt garantiert und eine gewisse Latitüde, z. B. 3 % in Prozenten der Bestandteile ausbedungen, d. h. es dürfen bei garantierten 10 % Stickstoff oder löslicher Phosphorsäure 0,3 % oder pro je 1 % = 0,03 % fehlen, ohne daß eine Rückvergütigung einzutreten braucht; wenn also statt 10 % nur 9,7 % gefunden werden, so liegt die Differenz innerhalb der zulässigen Latitüdegrenze.

Fehlen aber 0,5 %, sind also statt 10 % nur 9,5 % ꝛc. geliefert, so muß eine Rückvergütung für den ganzen Mindergehalt eintreten.

Dabei gilt meistens wieder als Regel, daß der Mindergehalt des einen Bestandteiles bis zu der Höhe von 1 % durch den Mehrgehalt eines anderen Bestandteiles ausgeglichen werden kann.

Wenn z. B. 7 % Stickstoff und 9 % lösliche Phosphorsäure bei einer Latitüde von 3 % und einer Ausgleichsnorm von 1 % für jeden Bestandteil garantiert, aber nur 6,61 % Stickstoff und 9,45 % lösliche Phosphorsäure geliefert sind, so wird der fehlende Gehalt von 0,39 % Stickstoff zum Teil durch den Mehrgehalt von 0,45 % löslicher Phosphorsäure ausgeglichen und gegengerechnet.

Bei der Berechnung kommt es weiter darauf an, welche Preise für die einzelnen Düngebestandteile vereinbart sind. Ist der Preis pro 1 kg Stickstoff zu 1,20 M, der pro 1 kg lösliche Phosphorsäure zu 0,40 M vereinbart, so beträgt der Geldwert:

für Minus an Stickstoff	$0{,}39 \times 1{,}20 = -0{,}47$ M
„ Plus an löslicher Phosphorsäure	$0{,}45 \times 0{,}40 = +0{,}18$ „
	$-0{,}29$ M,

d. h. es sind pro je 100 kg Dünger 29 Pf. zurück zu vergüten bezw. am Preise nachzulassen.

3. Fall. In anderen Fällen wird aber bei einer festen allgemeinen Gehaltsgarantie kein fester Preis für die einzelnen wertbestimmenden Bestandteile, sondern ein Gesamtpreis für den Dünger vereinbart und hier muß man die Minderwertsberechnung in anderer Weise vornehmen.

a) Handelt es sich um ein Düngemittel mit nur einem einzigen wertbestimmenden Bestandteil, so ist die Berechnung einfach. Angenommen, es besteht folgende Beziehung zwischen Garantie, Befund und Preis:

	Garantie %	Befund %	Preis pro 100 kg M
1. Superphosphat .	18	17,26	7,20
2. Chilisalpeter . .	15,5	15,05	17,50
3. Kainit	12,4	11,75	2,05

so kostet nach der Garantie und dem vereinbarten Preise je 1 kg:

Lösliche Phosphorsäure bei 1 $\frac{7{,}20}{18} = 0{,}40$ M — Stickstoff bei 2 $\frac{17{,}50}{15{,}50} = 1{,}13$ M — Kali bei 3 $\frac{2{,}05}{12{,}4} = 0{,}165$ M,

also sind nach dem wirklichen Gehalt der gelieferten Ware wert je 100 kg:

1. Superphosphat . . $17{,}26 \times 0{,}40 = 6{,}90$ M
2. Chilisalpeter . . . $15{,}05 \times 1{,}13 = 17{,}00$ „
3. Kainit . . . . . $11{,}75 \times 0{,}165 = 1{,}94$ „

Hierbei pflegt in den Superphosphaten die wasserunlösliche Phosphorsäure nicht berücksichtigt zu werden; falls dieselben citratlösliche Phosphorsäure enthalten und letztere als wertbestimmend mit angesehen wird, bedarf es hierüber einer vorherigen Vereinbarung.

Im Kainit und den Kalisalzen wird nur das Kali als wertbestimmend angesehen.

b) Weniger einfach ist die Berechnung, wenn ein Düngergemisch mit mehreren wertbestimmenden Bestandteilen vorliegt nnd ebenfalls nur ein Pauschpreis vereinbart ist. In diesem Falle muß man für einen oder zwei der Wertbestandteile nach den zeitlichen Preisen den Geldwert berechnen, diesen vom Gesamtpreis abziehen und den Rest auf den noch vorhandenen Wertbestandteil verteilen.

Angenommen, es lautet Garantie, Befund und Preis:

α) Für Salpeter-Superphosphat.

Preis pro 100 kg 12,00 M

	Garantie	Befund
Stickstoff	7 %	6,58 %
Lösliche Phosphorsäure .	9 „	9,25 „

β) Für Kali-Ammoniak-Superphosphat.

	Preis pro 100 kg 10,60 M	
	Garantie	Befund
Stickstoff	5 %	5,11 %
Lösliche Phosphorsäure .	10 „	9,05 „
Kali	3 „	2,71 „

Der zeitliche und örtliche Handelspreis für lösliche Phosphorsäure bezw. Kali kann leicht nach den Preisen und Gehalten der unvermischten Superphosphate bezw. Kalisalze ermittelt werden. Wenn hiernach 1 kg wasserlösliche Phosphorsäure 0,40 M kostet, so sind für das Salpeter-Superphosphat 9 % lösliche Ph. = $9 \times 0{,}40 = 3{,}60$ M wert, diese von den 12,00 M Pauschalwert abgezogen, bleibt $12{,}00 - 3{,}60 = 8{,}40$ M pro 7 % Stickstoff, also pro $1\,\% = \frac{8{,}40}{7} = 1{,}20$ M; danach berechnet sich der Geldwert der gelieferten Ware nach dem wirklichen Befunde zu:

für Stickstoff	$6{,}58 \times 1{,}20 = 7{,}90$ M
„ lösliche Phosphorsäure . .	$9{,}25 \times 0{,}40 = 3{,}70$ „
	im ganzen 11,60 M

also sind statt 12,00 M nur 11,60 M pro 100 kg zu zahlen.

Für das Kali-Ammoniak-Superphosphat stellt sich die Berechnung bei einem Preise von 0,20 M für 1 kg Kali wie folgt:

10 % lösliche Phosphorsäure sind wert $10 \times 0{,}40 = 4{,}00$ M, 3 % Kali $= 3 \times 0{,}20 = 0{,}60$ M. Die Summe $4{,}00 + 0{,}60 = 4{,}60$ M von 10,60 M Gesamtpreis abgezogen, $10{,}60 - 4{,}60 = 6{,}00$ M, ist Restwert für 5 % Stickstoff; also kostet 1 kg des letzteren 1,20 M.

Hieraus ergiebt sich der Geldwert der gelieferten Ware nach dem Befunde:

für Stickstoff	$5{,}11 \times 1{,}20 = 6{,}13$ M
„ lösliche Phosphorsäure . .	$9{,}05 \times 0{,}40 = 3{,}62$ „
„ Kali	$2{,}71 \times 0{,}20 = 0{,}54$ „
	im ganzen 10,29 M,

d. h. statt 10,60 M sind nur 10,29 M pro 100 kg zu zahlen.

4. Knochenmehl. Das Knochenmehl setzt sich aus mit Leimsubstanz durchwachsenem Kalkphosphat zusammen. Hier giebt es für den Stickstoff und die Phosphorsäure im isolierten Zustande keine Einzelpreise.

Man muß daher bei einem Mindergehalt entweder von dem Preis des Stickstoffs in einem ähnlichen Düngemittel, z. B. Hornmehl, worin nur der Stickstoff als wertbestimmend angesehen wird, ausgehen, oder man legt für die Phosphorsäure einen hypothetischen Wert, der zwischen dem der unlöslichen und wasserlöslichen Phosphorsäure liegt, zu Grunde, berechnet hiernach den Geldwert dieses Bestandteiles und verrechnet den Rest auf den anderen Bestandteil.

Angenommen ein Knochenmehl mit einer Garantie von 4,50 % Stickstoff und 20 % Phosphorsäure ist zu 11,00 M pro 100 kg ver-

kauft, die Analyse der gelieferten Ware aber hat 3,96 % Stickstoff und 20,98 % Phosphorsäure ergeben.

Wenn Hornmehlstickstoff zur Zeit etwa 1,00 M pro 1 kg kostet, so sind die garantierten 4,50% Stickstoff = 1,00 × 4,50 = 4,50 M wert; es bleiben also 11,00—4,50 = 6,50 M für 20 % Phosphorsäure oder für 1 kg = $\frac{6{,}50}{20}$ = 0,33 M.

Die gelieferte Ware ist hiernach wert:

für Stickstoff	3,96 × 1,00 =	3,96 M
„ Phosphorsäure	20,98 × 0,33 =	6,92 „
	im ganzen	10,88 M.

Oder man nimmt für Phosphorsäure den hypothetischen Wert z. B. 0,30 M pro 1 kg an und berechnet nach der Garantie und dem Preise den Wert des Stickstoffs.

Hiernach sind 20 kg Phosphorsäure 6,00 M wert; diese von 11,00 M abgezogen, also 11,00—6,00 = 5,00 bleibt 5,00 M für 4,5 % Stickstoff, also sind für 1 kg Stickstoff = $\frac{5{,}00}{4{,}5}$ = 1,11 M zu berechnen.

Die gelieferte Ware hat demnach Geldwert:

für Stickstoff	3,96 × 1,11 =	4,40 M
„ Phosphorsäure	20,98 × 0,30 =	6,29 „
	Summe	10,69 M,

d. h. statt 11,00 M sind nur 10,69 M pro 100 kg zu zahlen.

Bei Knochenmehl empfiehlt sich unbedingt zu fordern, daß der fehlende Stickstoff nur bis zu 0,5% durch ein Mehr an Phosphorsäure ausgeglichen werden kann, denn bei den entleimten Knochenmehlen nimmt die Phosphorsäure in dem Maße zu, als der Stickstoff abnimmt. Diese können aber nicht mehr als gleichwertig mit dem nicht entleimten Normalknochenmehl angesehen werden, weil die Wirkung des Knochenmehles überhaupt zweifellos um so besser und rascher ist, je mehr Leim auf das mit demselben durchwachsene Kalkphosphat entfällt, denn die Lösung des letzteren wird durch die Fäulnis des Leimes bewirkt und je größer dieser, desto stärker die Fäulnis.[1])

5. Thomasphosphatmehl. Das Thomasphosphatmehl sollte nur mehr nach Gehalt an citratlöslicher Phosphorsäure als Grundlage für die Geldwertsberechnung verkauft und eine Entschädigung verlangt werden können, wenn an dem garantierten Gehalt mehr als ½ % fehlt.

Der Mindergeldwert berechnet sich dann einfach nach Maßgabe des Garantiegehaltes und des vereinbarten Preises. Weil aber der

[1]) Dieses gilt aber nur für den mit dem Kalkphosphat durchwachsenen Leim, nicht aber für in Form von Hornmehl, Fleisch ꝛc. mechanisch beigemengten Leim.

Ankauf des Thomasphosphatmehls nach citratlöslicher Phosphorsäure noch nicht allgemein geworden ist, so sollte man wenigstens den Wert der Thomasphosphatmehle nach dem Gehalt an Feinmehl-Phosphorsäure bemessen.

Werden z. B. 75 % Feinmehl als Minimum und z. B. 17 % Phosphorsäure, also $\frac{75 \times 17}{100} = 12{,}75$ % Feinmehl-Phosphorsäure garantiert und kosten 100 kg eines solchen Thomasmehles 3,80 M, so kostet 1 kg Feinmehl-Phosphorsäure $\frac{3{,}80}{12{,}75} = 0{,}208$ M oder 29,8 Pf.

Sind nun geliefert:

	Phosphorsäure	Feinmehl	Feinmehl-Phosphorsäure
a)	17,12 %	66,50 %	11,38 %
b)	15,11 „	80,15 „	12,11 „

so wird also pro 100 kg statt 3,80 M bezahlt:
Fall a) $11{,}38 \times 0{,}298 = 3{,}39$ M, Fall b) $12{,}11 \times 0{,}298 = 3{,}61$ M.

Auf diese Weise kommt das Fehlende an dem einen Bestandteile und das Mehr an dem anderen gleichzeitig zur Geltung und zwar für Verkäufer und Käufer in gleich rationeller Weise.

Wenn daher Kaufabschlüsse nach Gehalt an citratlöslicher Phosphorsäure noch nicht allgemein durchgeführt werden können, so sollten diese wenigstens nach Feinmehl-Phosphorsäure abgeschlossen werden, denn die Phosphorsäure im Grobmehl hat nur einen untergeordneten Wert von etwa $^1/_7$—$^1/_{10}$ der Feinmehl-Phosphorsäure.

d) Maßregeln für die Düngerkontrolle.

Da der Düngerhandel in Deutschland noch nicht wie in Amerika, Frankreich, England und Belgien gesetzlichen Bestimmungen unterliegt, so ist der deutsche Landwirt auf Selbstschutz angewiesen und wird die Kontrolle bis jetzt durch eigens von ihm geschaffene Institute (durch die landw. Versuchsstationen) nach einem privaten Abkommen zwischen diesen und den Düngerfabriken bezw. Handelsfirmen gehandhabt.

Hierbei empfiehlt sich, gewisse allgemein giltige Maßregeln zu treffen, welche einerseits den Landwirt vor Übervorteilung, andererseits den reellen Fabrikanten vor fauler Konkurrenz schützen.

Als solche Maßregeln sind zu beachten:

1. daß die Bezeichnung der Dünger voll und ganz der Natur derselben entspricht. Dieses betrifft:

a) in erster Linie den Peruguano. Mit dem Namen Peruguano oder schlechtweg „Guano", worunter fast stets der Peruguano verstanden wird, sollten nur solche Düngemittel zugelassen werden, welche außer Schwefelsäure zum Aufschließen keine anderen Zusätze erhalten haben. Haben stickstoffhaltige Guanosorten (also Peru-, Saldanha-Bay- oder Ichaboeguano) stickstoffhaltige Zusätze wie Ammoniak-

salz, Salpeter ꝛc. erfahren, dann sollten diese Mischungen deutlich durch Zusätze z. B. „gemischter" Guano, „Ammoniak"- oder „Salpeter-Guano" gekennzeichnet werden.

Alle Düngemittel, welche aus stickstofffreien Phosphatguanos gewonnen sind, sollten nicht die einfache Bezeichnung „Guano" führen dürfen; sie müssen entweder einen Zusatznamen führen, welcher ihren Fundort andeutet, also Baker- oder Méjillons- ꝛc., Guano-Superphosphat, oder der Zusatz „Guano" fällt ganz weg, indem sie einfach als Superphosphat (Ammoniak- oder Salpeter-Superphosphat) bezeichnet werden. Denn die stickstofffreien Guano-Phosphate stehen den Mineral-Phosphaten näher als den stickstoffhaltigen Guanos, und ist es nicht zulässig, ihnen einfach den Namen Guano-Superphosphat, Ammoniakguano ꝛc. beizulegen, weil danach angenommen werden kann, daß sie aus den seit langem in höherem Rufe stehenden stickstoffhaltigen Guanosorten gewonnen sind.

b) Die einzelnen Knochenmehlsorten des Handels sollten als „Normal-Knochenmehle" oder Nr. 0, als einfache „Knochenmehle" und als „entleimte Knochenmehle" nach S. 97 unterschieden werden.

c) Unter der Bezeichnung Thomasmehl, Thomasschlackenmehl oder Schlackenmehl sind nur diejenigen Dünger zuzulassen, welche aus wirklicher Thomasschlacke gewonnen sind. Alle anderen Phosphatmehle, welche durch Zerkleinern von Mineral-Phosphaten oder aus sonstigen phosphorsäurehaltigen Schlacken gewonnen sind, sollen durch einen Zusatz, z. B. Mineralphosphatmehl, „Koprolithenmehl" ꝛc. unterschieden werden.

d) Mit der Bezeichnung Knochenmehl-Superphosphat, Ammoniak- oder Salpeter-Superphosphate ꝛc. sind nur solche Superphosphate zuzulassen, welche den Stickstoff wirklich und ganz in Form von Knochenmehl, bezw. Ammoniak, bezw. Salpeter enthalten.

2. An den Säcken bezw. Behältern sollen deutlich sichtbar die Bezeichnungen der Düngemittel, welche ihrer Natur nach den vorstehenden Normen entsprechen, zu lesen sein.

Dabei empfiehlt sich, nur runde Gewichte von 50, 75 oder 100 kg zuzulassen.

3. An den Säcken sollen Garantiezettel angebracht sein, welche genau den Gehalt an den wertbestimmenden Bestandteilen angeben, nämlich:

a) Bei Superphosphaten den Gehalt an wasserlöslicher Phosphorsäure; falls die sog. zurückgegangene oder citratlösliche Phosphorsäure und ferner auch die unlösliche Phosphorsäure berücksichtigt werden sollen, ist auch deren Gehalt anzugeben. Eine Angabe, aus welchem Rohmaterial das Superphosphat hergestellt ist, ist nicht erforderlich.

b) Bei Präcipitaten der Gehalt an citratlöslicher und Gesamt-Phosphorsäure.

c) Bei Thomasphosphatmehl der Gehalt an Gesamt-Phosphorsäure, Feinmehl und citratlöslicher Phosphorsäure.

d) Bei den Knochenmehlen, bei Fleischdüngemehl bezw.

Fleischknochenmehl, sog. Fischguano, der Gehalt an Stickstoff und Phosphorsäure.

e) Bei rohem bezw. gemahlenem Peruguano, Saldanha-Bay-, Ichaboeguano ꝛc., bei Poudrette und Fäkalguano der Gehalt an Stickstoff, Gesamt-Phosphorsäure und auch der Gehalt an Kali und wasserlöslicher Phosphorsäure, falls die Wertberechnung der beiden letzten Bestandteile verlangt wird.

f) Bei aufgeschlossenem Peruguano, bei stickstoffhaltigen Superphosphaten der Gehalt an Stickstoff und wasserlöslicher Phosphorsäure, wie auch an Kali, falls letzteres zu berücksichtigen ist.

Bei Ammoniak-Superphosphaten ist anzugeben, wie viel Ammoniak-Stickstoff, bei Salpeter-Superphosphaten, wie viel Salpeter-Stickstoff, bei Gemischen beider, wie viel Ammoniak- und wie viel Salpeter-Stickstoff ꝛc. vorhanden ist.

g) Chilisalpeter und Ammoniaksalz (schwefelsaures Ammoniak) unterliegen, wenn sie in Original-Verpackung geliefert werden, nicht diesen Bestimmungen; dagegen muß auch bei ihnen, wenn sie in irgend einer Weise zubereitet werden, neben der Bezeichnung auch der Gehalt an Stickstoff an den Säcken bezw. Behältern angegeben werden.

h) Bei Blutmehl, Hornmehl, Ledermehl, Wollstaub und anderen stickstoffhaltigen Düngern ist, wenn sie für den landwirtschaftlichen Konsum bestimmt sind, der Gehalt an Stickstoff anzugeben.

i) Bei kalihaltigen Düngemitteln ist der Gehalt an Kali (nicht an schwefelsaurem Kali oder Chlorkalium) anzugeben.

k) Bei Superphosphatgips, Phosphatgips ist der Gehalt an löslicher bezw. unlöslicher Phosphorsäure und Gips anzugeben.

4. Ein der Garantie gegenüber nachgewiesener Mindergehalt an wertbestimmenden Bestandteilen ist nach dem berechneten Werte zu vergüten. Ein etwaiger Überschuß des einen wertbestimmenden Bestandteiles darf zu gunsten eines gleichzeitig vorkommenden Mindergehaltes an einem anderen gerechnet werden, und zwar soll ein Überschuß von wasserlöslicher Phosphorsäure bis zu 0,5 vom Hundert und von Stickstoff bis zu 0,25 vom Hundert dem Werte nach in dieser Weise in Rechnung gestellt werden.

In allen Düngemitteln ist eine Abweichung von dem gewährleisteten Gehalte (Latitüde) bei wasserlöslicher und unlöslicher Phosphorsäure, sowie bei Kali bis zu 0,4 vom Hundert, bei Stickstoff bis zu 0,2 vom Hundert gestattet, ohne daß der Abnehmer hierfür eine Entschädigung beanspruchen kann. Übersteigt der Mindergehalt diese Zahlen, so ist in allen Fällen der volle Fehlbetrag zu vergüten.

Die Latitüde darf nur beansprucht werden, wenn dieselbe im Kaufvertrage ausdrücklich ausbedungen wurde. Die Latitüde fällt aus, sobald eine Kompensation in Anspruch genommen wird.

Bei Verkauf nach Prozenten sind Kompensation und Latitüde nicht gestattet. (Nach dem vom Verband deutscher Versuchs-Stationen aufgestellten „Entwurf von Grundzügen für Dünger-Kontroll-Verträge." Landw. Versuchsst. 1895, Bd. 45, S. 332.)

Die Asche von Pflanzen, von tierischen Stoffen und Brennmaterialien.

1. Die Pflanzenasche.

1. Als **Vorbereitung** der vegetabilischen Substanz zur Veraschung muß man eine möglichst sorgfältige Reinigung derselben vornehmen; man kann hierauf nicht genug Mühe und Umsicht verwenden, da eine Beimischung von thonigen und sandigen Substanzen die Analyse der Asche sehr erschwert und die Genauigkeit derselben wesentlich beeinträchtigt. Wurzeln und Knollen sind durch vorsichtiges Reiben mit weichen Bürsten unter Wasser und wiederholtes Abspülen mit destilliertem Wasser von allen erdigen Substanzen zu befreien und sodann mit einem weichen Leinwandtuche abzutrocknen. Von Blättern und Stengeln entfernt man den Staub ꝛc., soweit die Beschaffenheit derselben solches gestattet, durch Abwischen mit einem weichen Tuche unter Anwendung eines möglichst gelinden Druckes. Samenkörner, namentlich die größeren Sorten, kann man mit destilliertem Wasser übergießen, darin einige Minuten lang aufrühren, dann aber sofort, bevor die Feuchtigkeit eindringt und ein Aufweichen der Samenkörner bewirkt, auf einem Siebe abtropfen lassen, auf Fließpapier legen und rasch wieder zwischen weichen Tüchern abtrocknen.

Grüne Blätter und Kräuter und ebenso in möglichst dünne Scheiben zerschnittene Rüben läßt man, an Fäden aufgehängt, im Trockenschranke austrocknen. Kartoffeln müssen in Stückchen und Scheiben zerteilt und in großen Porzellanschalen auf dem Dampfbade oder im Trockenschranke von ihrem Wassergehalt befreit werden; sie lassen sich hierauf, ebenso wie die getrockneten Rüben leicht zu Pulver zerstoßen, welches jedoch nicht zu fein sein darf, damit es beim Veraschen sich hinreichend locker erhält und nicht fest zusammensetzt. Die getrockneten Blätter, Kräuter, sowie die Heu- und Stroharten werden zunächst mit der Schere oder mittelst eines sonst geeigneten Apparates in Stückchen zerschnitten und das Ganze gut durcheinander gemischt. Die lufttrockenen Samenkörner muß man im Mörser zu einem groben Pulver zerstoßen oder nur einfach quetschen, wodurch die Verbrennung sehr erleichtert und ein Umherspringen derselben beim Erhitzen vermieden wird.

2. Das **Verbrennen** der so vorbereiteten Pflanzenstoffe geschieht im allgemeinen nach der S. 14 unter „Bestimmung der Asche“ angegebenen Vorschrift. Beim Einäschern der Pflanzenstoffe für sich allein verflüchtigt sich leicht ein Teil des Chlors wie Schwefels und kann sich auch der etwa in organischer Verbindung vorhandene Phosphor der Oxydation zu Phosphorsäure entziehen. Um daher für diese drei Bestandteile thunlichst genaue Resultate zu erhalten, durchfeuchtet man die Pflanzensubstanz (20—50 g) in einer geräu-

migen Platinschale mit einer Lösung von chemisch reinem, d. h. chlor-, schwefelsäure- und phosphorsäurefreiem Natriumkarbonat (etwa 50 g wasserfreies Natriumkarbonat pro Liter enthaltend) unter Zusatz von etwas ebenso reiner Natronlauge, trocknet vollständig im Wasserbade ein und verkohlt über einer Spiritusflamme. Letztere empfiehlt sich — besonders bei quantitativen Bestimmungen des Schwefels bezw. der Schwefelsäure in den durch Hütten- oder Steinkohlenrauch beschädigten Pflanzenbestandteilen — aus dem Grunde, weil das Leuchtgas durchweg Schwefel-Verbindungen enthält, welche sich in der Flamme zu Schwefelsäure oxydieren und den Gehalt der Einäscherungsmasse an dieser vermehren können. Nachdem die Masse verkohlt ist, zerdrückt man dieselbe in der Platinschale mit dem Pistill, durchfeuchtet sie unter Abspülen des letzteren mit Wasser, trocknet auf dem Wasserbade ein und verbrennt weiter.

Vielfach ist und wird auch noch jetzt zur vollständigen Verkohlung der Pflanzensubstanz besonders in den kieselsäure- und phosphorsäurereichen Pflanzenaschen eine wässerige Lösung von Ätzbaryt angewendet, womit die Masse durchfeuchtet wird. Der auf diese Weise in die Asche übergehende Ätzbaryt bezw. das sich bildende Baryumsulfat erschwert aber die Untersuchung der Asche auf die einzelnen Bestandteile sehr, ohne daß diese Art Einäscherung genauere Resultate liefert, als die vorher beschriebene.

Zur Ermittelung des Gesamt-Schwefels ist auch vorgeschlagen, in einer Platinschale vorerst ca. 6 g chemisch reines Kalihydrat und 3 g reinen Salpeter bei möglichst gelinder Hitze zusammenzuschmelzen und in die Schmelze ganz allmählich kleine Mengen der gepulverten Pflanzenmasse bis zu 4 g einzutragen. Nachdem die ganze Masse mit dem Ätzkali zusammengeschmolzen ist, wird noch etwas stärker erhitzt bis zum Weißbrennen, erkalten gelassen, die Schmelze mit verdünnter Salzsäure gelöst, zur Trockne verdampft, um die Kieselsäure abzuscheiden, mit salzsäurehaltigem Wasser aufgenommen und im Filtrat die Schwefelsäure mit Chlorbaryum gefällt.

Diese Methode kann bei sehr wichtigen Schwefelbestimmungen, z. B. bei Rauchbeschädigungen, zur Kontrolle der durch Einäscherung unter Zusatz von Natriumcarbonat erhaltenen Resultate dienen.

Auch empfiehlt sich das Einäschern in der Kalihydrat-Salpeterschmelze, wenn in den betreffenden Pflanzen oder Pflanzenteilen Metalle bestimmt werden, welche, wie Zink, Blei und Arsen, durch einfaches Einäschern eine Verflüchtigung erfahren können.

3. Die **Untersuchung der so erhaltenen Aschen** erfolgt nach S. 14, auf Kohlensäure nach S. 36.

Bei Pflanzenbeschädigungen durch industrielle Abwässer oder Hüttenrauch — die Metallvitriole scheinen ebenso wie die Schwefelsäure und schweflige Säure durch die Blätter aufgenommen zu werden — wird vielfach zum Nachweise dieser Beschädigungen auch die Bestimmung von Blei oder Kupfer, oder Zink (mitunter auch von Arsen) notwendig. Zwar kommen Kupfer und Zink als

natürliche Bestandteile in sehr geringer Menge ziemlich stark verbreitet in den verschiedensten Pflanzen vor; jedoch ist diese Menge bedeutend höher, wenn es sich um derartige Beschädigungen handelt. Um für solche Fälle in der Beurteilung sicher zu gehen, untersucht man als Gegenproben gesunde Pflanzen und Pflanzenteile derselben Art, welche in der Nähe unter denselben Boden- und klimatischen Verhältnissen, aber so gewachsen sind, daß sie dem vermuteten schädlichen Einfluß nicht ausgesetzt waren. Die Bestimmung von Kupfer, Blei und Zink erfolgt nach den unter Boden angegebenen Methoden.

Die meisten Kulturpflanzen enthalten nur wenig fertig gebildete Schwefelsäure; einige jedoch, wie namentlich die Kruciferen, bilden eine Ausnahme. Wenn man die Menge dieser Schwefelsäure in der Pflanze und auch das Chlor, welches, wie bereits bemerkt, bei der gewöhnlichen Methode des Einäscherns großenteils verloren geht, bestimmen will, so kann dieses annähernd in der Weise geschehen, daß man die getrocknete und fein zerteilte vegetabilische Substanz mit kaltem, salpetersäurehaltigem Wasser möglichst vollständig extrahiert. Eine etwa 2 Fuß lange und $1^1/_2$—2 cm im Durchmesser haltende Glasröhre wird an dem einen Ende ausgezogen oder auch mit einem Kork, in welchen ein mit Kautschukröhre und Quetschhahn versehenes Glasröhrchen eingefügt ist, verschlossen. In das Ende der Glasröhre schiebt man ein wenig Baumwolle, die vorher mit salpetersäurehaltigem Wasser ausgekocht worden ist, und bringt dann 8—10 g der fein zerteilten vegetabilischen Substanz in den Apparat. Man füllt nun die Glasröhre, indem man den Quetschhahn geschlossen hält, mit dem salpetersäurehaltigen Wasser (gewöhnliche reine Salpetersäure und Wasser etwa wie 1 : 20) und läßt die Substanz damit einige Stunden lang einweichen; hierauf öffnet man den Quetschhahn und läßt etwas von der Flüssigkeit ausfließen, so daß eine neue Portion der verdünnten Salpetersäure mit der Pflanzenmasse in Berührung kommt, während die Röhre aufs neue gefüllt wird. Diese Operation wird wiederholt, bis eine Probe der abfließenden Lösung entweder gar nicht oder doch nur ganz schwach mit Silberlösung opalisiert. Die Flüssigkeit wird alsdann zuerst mit salpetersaurem Baryum und dann mit Silberlösung, oder zuerst mit salpetersaurem Silber und dann, nach Abscheidung des überschüssigen Silbers, mit Chlorbaryum gefällt.

Jeder der beiden Niederschläge, besonders aber das Chlorsilber, wenn die Menge desselben einigermaßen bedeutend ist, muß von dem Filter sorgfältig getrennt und nach dem Trocknen mit reinem kohlensaurem Natrium geschmolzen werden. Die geschmolzene Masse wird mit Wasser ausgekocht und ausgewaschen, die abfiltrierte Flüssigkeit mit Salpetersäure übersättigt und abermals mit Silberlösung gefällt.

4. Bei der **Berechnung** und Zusammenstellung der Resultate einer ausführlichen Aschenanalyse hat man die prozentischen Verhältnisse der einzelnen Aschenbestandteile, sowohl mit Einschluß der gefundenen Kohlensäure, Kohle und sandigen Substanz, als auch nach Abzug dieser unwesentlichen Bestandteile der Asche anzugeben.

2. Die Asche tierischer Substanzen.

Tierische Substanzen, namentlich solche, welche vor dem Verkohlen zuerst schmelzen, sind sehr schwierig zu verbrennen, und es gelingt oft nur unter Anwendung besonderer Zusätze, die kohligen Teilchen aus der Asche völlig zu entfernen. Es muß jedoch stets der Versuch gemacht werden, das Einäschern womöglich ohne Zusätze zu bewirken, wenn dieses ohne wesentliche Verluste und Veränderungen der Aschenbestandteile geschehen kann.

Die Substanz wird immer zuerst in einer Platinschale verkohlt, wobei man die Hitze wegen des Schmelzens der Masse nur langsam steigern darf. Wenn die Verkohlung so weit stattgefunden hat, daß beim Digerieren mit Wasser das letztere nicht mehr gefärbt wird, so zerstößt man die Kohle zu einem gröblichen (nicht feinen) Pulver, kocht und wäscht anhaltend mit Wasser aus, passend unter Zusatz von etwas Salpetersäure, wenn keine kohlensauren Salze zugegen sind oder doch die Kohlensäure nicht direkt bestimmt zu werden braucht. Der kohlige Rückstand wird hierauf getrocknet und in der Muffel bei kaum anfangender Rotglühhitze vollends verbrannt. Unter Umständen muß man das Auslaugen mit Wasser und Erhitzen in der Muffel mehrmals wiederholen, bis die letzten Anteile der Kohle völlig verbrennen.

Nach Strecker enthält die Asche tierischer Substanzen zuweilen nicht unbedeutende Mengen von cyansauren Salzen. Man zerstört dieselben am einfachsten, indem man die Asche mit Wasser befeuchtet und hierauf allmählich zum Glühen erhitzt. In der Regel genügt ein einmaliges Befeuchten ꝛc., um die cyansauren Salze in kohlensaure umzuwandeln.

Zur genauen Bestimmung von Chlor, Schwefelsäure und Phosphorsäure wird die Substanz unter Zusatz von Natriumkarbonat verascht. Im übrigen verfährt man bei der Ermittelung der einzelnen Bestandteile nach denselben Methoden wie bei der Pflanzenasche.

3. Die Asche der Brennmaterialien.

Die Asche der Brennmaterialien, insofern sie nur als Düngemittel in Betracht kommt, wird ausschließlich auf die in Königswasser löslichen Bestandteile untersucht; der nach dem Eindampfen hiermit verbleibende unlösliche Rückstand wird, nachdem derselbe mit einer konzentrierten Lösung von kohlensaurem Natrium mehrmals ausgekocht worden ist, um die Kieselsäure zu bestimmen, nicht weiter berücksichtigt, sondern nur als Ganzes gewogen und als unlösliche Substanz in Rechnung gebracht.

1. Die Analyse der **Holzasche** wird fast genau in derseben Weise ausgeführt, wie eine an kohlensauren Salzen reiche reine Pflanzenasche. Man nimmt jedoch eine etwas größere Menge, 5—10 g, in Arbeit, behandelt diese mit Königswasser, dampft ein bis zur Trockne, kocht den Rückstand, nachdem derselbe mit konzentrierter Salzsäure angefeuchtet worden ist, mit Wasser aus und verdünnt die Lösung bis

auf 1000 ccm. In aliquoten Teilen der Lösung bestimmt man die einzelnen Bestandteile wie S. 14 angegeben ist.

2. Die **Torfasche** und mehr noch die **Braun-** und **Steinkohlenasche** sind durchweg sehr arm an Phosphorsäure und Alkalien. Man muß daher für die Untersuchung dieser Aschen eine größere Menge (10 bis 20 g) verwenden und mit Königswasser zur Trockne verdampfen. Die im unlöslichen Rückstande verbleibende „Kieselsäure" wird durch Auskochen mit einer Lösung von Natriumkarbonat, Fällen derselben mit Salzsäure ꝛc. bestimmt, während die salzsaure, vom unlöslichen Rückstande abfiltrierte, auf 500 oder 1000 ccm gebrachte Lösung nach S. 14 untersucht wird.

Häufig enthalten diese Art Aschen nicht unbedeutende Mengen Schwefelverbindungen, welche bei Anwendungen der Aschen zur Düngung unter Umständen schädlich wirken können, wenn nicht gleichzeitig hinreichende Mengen von kohlensauren Alkalien oder von freiem Kalk zugegen sind.

Man bestimmt die Schwefelverbindungen am besten durch Zusammenschmelzen der Substanz (1 Teil) mit einem Gemisch von wasserfreiem Natriumkarbonat (6 Teile) und Salpeter (4 Teile), indem man die Schmelze mit salzsäurehaltigem Wasser aufnimmt und im Filtrat, wie üblich, die Schwefelsäure mit Chlorbaryum fällt. Von der so gefundenen Menge Schwefelsäure wird die durch direktes Lösen der Asche in salzsäurehaltigem Wasser gelöste, fertig gebildete Schwefelsäure abgezogen und die Differenz als von Schwefelverbindungen herrührend angesehen.

Mitunter sind die Aschen sehr reich an Gips; da dieser sich nur schwer in Wasser löst (1 Teil in 400 Teilen Wasser), so muß man solche Aschen entweder sehr lange mit heißem, salzsäurehaltigem Wasser auswaschen und das Filtrat auf 1000 ccm anstatt auf 500 ccm bringen, oder man kocht zur Bestimmung der Schwefelsäure etwa 1 bis 2 g der fein gepulverten Asche 1 Stunde lang mit einer wässerigen Lösung von 6—8 g Natriumkarbonat und bestimmt im Filtrat die Schwefelsäure und im Rückstande den Kalk.

Futtermittel.

1. Probenahme der Futtermittel. Wenn die zur Analyse zu verwendende Probe Rauhfutter der mittleren Beschaffenheit eines größeren Haufens oder Vorrates möglichst nahe entsprechen soll, so läßt man die ganze Futtermasse umstechen und nimmt von verschiedenen Stellen des Vorrates jedesmal eine Handvoll heraus, im Ganzen 10—20 und mehr Einzelproben. Die so aufgenommene größere Quantität des Futters wird auf der Häckselladе zu feinem Häcksel geschnitten und der Häcksel gehörig durch einander gemengt, bevor man zu der Probenahme für die Analyse schreitet, wozu etwa 1000 g der lufttrockenen Substanz genügen. Grünfutter bringt man zunächst auf den lufttrockenen Zustand, indem man 3—4 kg des betreffenden Häckſels sofort abwägt und ohne Verlust an Substanz an der Luft oder im Trockenschranke austrocknen läßt. Die lufttrockene Substanz wird mit einer Schere oder mittelst einer passenden Schneidevorrichtung noch feiner zerschnitten und das Ganze abermals gut durch einander gemengt. Vergl. weiter über Probenahme S. 126.

Bei genauen Fütterungsversuchen muß man von dem betreffenden, den Tieren zugewogenen Futter während der ganzen Dauer der Fütterungsperiode alltäglich, resp. alle 2 oder 3 Tage, eine Handvoll (besser noch jedesmal einen aliquoten Teil) zurücklegen, vor Staub ꝛc. bewahrt aufheben und dann später das Ganze zu feinem Häcksel zerschneiden, um daraus die für die Analyse bestimmte Probe zu entnehmen. Oftmals wird es auch zweckmäßig sein, die fein zerschnittene Masse zunächst mittelst Siebe in verschiedene Teile zu zerlegen und von jedem derselben eine aliquote Menge abzuwägen.

2. Die Untersuchung der Futtermittel erfolgt nach den im 1. Teile „Allgemeine Untersuchungsmethoden" angegebenen Methoden.

Im einzelnen sei noch folgendes bemerkt:

1. Das Rohprotein berechnet sich aus dem Stickstoffgehalt durch Multiplikation derselben mit 6,25, indem man annimmt, daß in dem Rohprotein 16 % Stickstoff enthalten sind.

Diese Art Berechnung des Rohproteins wird gewöhnlich als ausreichend angesehen, ist aber nicht genau. Einmal enthalten die Futtermittel neben den proteïnartigen Verbindungen noch verschiedene andere Stickstoffverbindungen, wie Amide, Ammoniak, Salpetersäure, welche einen mehr oder weniger weit von 16 % abweichenden Stickstoffgehalt haben, sodann aber weichen auch die Proteïnstoffe selbst in ihrem Gehalt an Stickstoff sehr von einander ab. Nach H. Ritthausen schwankt der mittlere Stickstoffgehalt der Proteïnstoffe von 16,66—18,20 % und dadurch auch der obige Faktor 6,25 von 5,50—6,00.

2. Für die Bestimmung der verdaulichen Stickstoffsubstanz hat A. Stutzer ein Verfahren ausgearbeitet, welches von G. Kühn in nachfolgender Weise abgeändert ist: 2 g der sehr fein gepulverten, durch ein 1 mm-Sieb gebrachten Substanz werden vorher in einem Extraktionsapparat 5—6 Stunden mit Äther vollständig entfettet, nach dem Entfetten getrocknet, sodann mit Hilfe eines Messers oder

einer Federfahne verlustlos in ein $^1/_2$ l fassendes Becherglas gebracht, mit 500 ccm Magensaft (vergl. unter Lösungen Nr. 13 S. 181) übergossen und 48 Stunden lang — bei einigen Futtermitteln, wie den Rückständen der Kümmel-, Fenchel-, Anis- und Koriandersamen, sind 72 bis 84 Stunden erforderlich — bei 37—40° C. erwärmt, indem man gleichzeitig in den ersten Stunden und zwar in Zwischenräumen von ungefähr 1—2 Stunden je 2,5 ccm einer 10-prozentigen Salzsäure (also jedesmal 0,05 % HCl) unter Umrühren hinzufügt, bis der Gehalt der Flüssigkeit an Salzsäure auf 1 % gestiegen ist. Die Erwärmung kann in einem Wasser- oder Luftbade von obiger Temperatur erfolgen. Die so digerierte Masse wird in der Regel durch ein Asbestfilter filtriert; man legt in einen Glastrichter einen aus Messingdrahtgewebe hergestellten Konus, darauf wenig grobfaserigen und zuletzt geschlemmten, feinen Asbest; für schleimige Substanzen, wie Leinkuchenmehl, verwendet man besser ein Faltenfilter von ausgewaschenem Filtrierpapier von bekanntem Stickstoffgehalt.

Wir bedienen uns für diese und andere schwer filtrierbaren Lösungen von organischen Stoffen, z. B. für Bestimmung der löslichen Kohlenhydrate, der Holzfaser mit bestem Erfolg der nebenstehenden Vorrichtung.

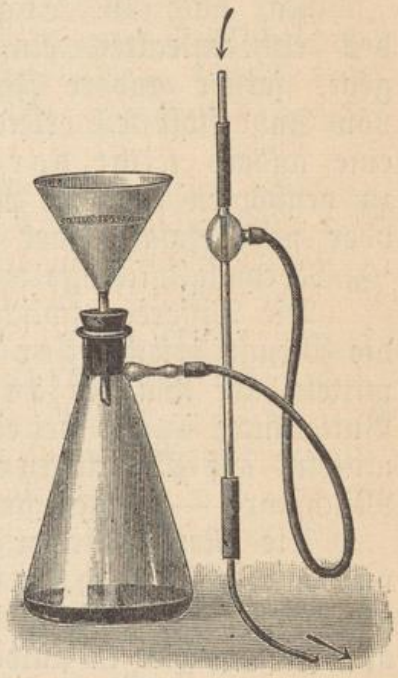


Fig. 10. Filtrationsvorrichtung für Lösungen von organischen Stoffen.

In den Trichter, auf den zu evakuierenden dickwandigen Erlenmeyer-Kolben giebt man einen Porzellanteller von etwa 65 cm Durchmesser mit ziemlich weiten Löchern und schüttet auf denselben unter Anwendung der Wasserstrahlpumpe feinfaserigen, in Wasser suspendierten Asbest gleichmäßig so viel und so lange, bis sich ein klar filtrierendes Filter gebildet hat. Hierzu ist durchweg nur eine verhältnismäßig dünne Lage Asbest erforderlich. Nach beendeter Filtration und Auswaschung läßt sich das Asbestfilter nebst einschließendem Rückstand, nachdem man den Porzellanteller durch Einführung eines Glasstabes von unten in den Trichter gelockert und herausgenommen hat, leicht quantitativ abtrennen und direkt nach Kjeldahl verbrennen.

Wenn man in vorstehender Weise den Magensaft einwirken läßt, findet man nach G. Kühns eingehenden Untersuchungen die sämtlichen verdauungfähigen, stickstoffhaltigen Bestandteile der gewöhnlichen Futtermittel.

3. Für die Bestimmung der freien Fettsäuren bezw. der Ranzigkeit des Fettes wird der zwei Stunden bei 100° C. getrocknete Ätherauszug mit 25 ccm Äther übergossen, nach dem Lösen

des Fettrückstandes mit wenigen Tropfen alkoholischer Phenolpthaleinlösung als Indikator versetzt und entweder mit alkoholischer $^1/_{10}$-Normalalkalilauge oder nach Zusatz von 25 ccm Alkohol mit wässeriger $^1/_{10}$-Normalalkalilauge bis zur bleibenden Rotfärbung titriert. Sollte in letzterem Falle die Lösung schwach trübe werden, so erwärmt man gelinde. Von den hier verbrauchten Kubikcentimeter Lauge werden die zur bleibenden Rosafärbung von einem gleichen Volumen Äther bezw. Äther-Alkohol in gleich dicker Schicht erforderlichen Kubikcentimeter Lauge abgezogen und die so erhaltene Menge $^1/_{10}$-Normalnatronlauge auf Fettsäure und zwar auf Ölsäure berechnet. 1 ccm $^1/_{10}$-Normallauge entspricht 0,0282 g Ölsäure.

Der gefundene Säuregehalt wird in Prozenten ausgedrückt und zwar bezogen auf

a) 100 Teile des betreffenden Futtermittels,

b) 100 Teile Gesamtfett.

Da nach G. Loges durch Trocknen der Futtermittel und des Ätherextraktes ein Teil der flüchtigen Fettsäuren verloren geht, ferner andere Fettsäure eine Veränderung (durch Aufnahme von Sauerstoff ꝛc.) erleiden können, so empfiehlt es sich, gleichzeitig eine andere nicht vorgetrocknete Probe mit Äther wie üblich zu erschöpfen und die Ätherlösung entweder direkt mit alkoholischer oder nach Zusatz eines gleichen Volumens Alkohol mit wässeriger $^1/_{10}$-Normalalkalilauge wie vorhin zu titrieren.

Die Differenz zwischen dieser und der ersten Titration ergiebt die Menge flüchtiger Säure; diese werden bei fettreichen Futtermitteln auf Buttersäure — 1 ccm $^1/_{10}$-Normalalkali = 0,0088 g Buttersäure — und bei eingesäuerten oder eingemachten grünen Futtermitteln auf Milchsäure — 1 ccm $^1/_{10}$-Normalalkali = 0,009 g Milchsäure — umgerechnet.[1])

Die Mengen freier Fettsäuren, welche auf diese Weise gefunden werden, sind je nach der Art der Aufbewahrung großen Schwankungen unterworfen; im allgemeinen enthalten die Ölkuchenmehle ebenso wie alle Futtermittel in pulveriger oder Mehlform mehr freie Fettsäuren, als die in Kuchen- oder sonstiger fester Form. Auf diese Weise schwankt der Gehalt an freien Fettsäuren zwischen 10—90 % in Prozenten des Futters. Da die Pflanzenfette als solche mehr oder weniger freie Fettsäuren enthalten, so läßt sich aus dem Gehalt an diesen allein in den Futtermitteln, als Abfällen, ein sicherer Schluß auf die Beschaffenheit nicht ziehen. Im allgemeinen geht nur der Gehalt an freien Fettsäuren der schimmligen und verdorbenen Beschaffenheit parallel.

Die tierischen Fette enthalten in frischem Zustande nur mäßige

---

[1]) Wenn man für die Säuren des Ätherextrakts der nicht vorgetrockneten Stoffe den 3mal höheren Faktor der Ölsäuren anwendet, so kann man bei größeren vorhandenen Mengen flüchtiger Säuren mehr freie Fettsäuren finden, als überhaupt Fett, d. h. Ätherextrakt vorhanden ist.

Mengen freier Fettsäuren; hier muß ein Gehalt von 10 % in Prozenten des Futters als hoch bezeichnet werden. Jedoch bildet das Fleischfuttermehl ꝛc. hiervon wieder eine Ausnahme, indem dieses infolge der Fabrikation und der längeren Aufbewahrung besonders im feuchten Zustande mehr freie Fettsäuren zu enthalten pflegt.

4. Prüfung der Futtermittel auf Qualität (Schimmel); nach A. Emmerling.

Zu den Kulturversuchen dienen Erlenmeyer'sche Kölbchen von ca. 50 ccm Inhalt, welche mit Baumwolle verschlossen, durch zweistündiges Erhitzen auf ca. 150° C. (oder eine Stunde bei 160° C.) im Thermostaten sterilisiert werden. Das destillierte Wasser wird vor dem Versuch in üblicher Weise (durch Kochen in demselben Kölbchen) sterilisiert.

In dieses Kölbchen füllt man die zu untersuchenden Stoffe mittelst sterilisierter Gerätschaften: bei pulverförmigen Stoffen mittelst Löffels oder Spatels, bei harten, wie Ölkuchen, mittelst Feile und Bohrer.

Stets dienen nur kleine Proben zu den Versuchen, welche gleichzeitig zwei- bis dreimal oder noch öfter angesetzt werden. Man setzt nur so viel von dem Stoffe zu, daß das Wasser ausreicht, um das Material gut zu durchfeuchten.

Die Baumwollverschlüsse werden dann in üblicher Weise an ihrer Außenseite angebrannt, zur Abhaltung des Schimmels mit einer Papierkappe überzogen, darauf die Kölbchen 24 Stunden einer Temperatur von 35° C. im Brutofen ꝛc. ausgesetzt.

Bei stark verschimmelten oder verdorbenen Futtermitteln überzieht sich die Oberfläche häufig schon nach 24 Stunden mit einer weißen Decke; je später diese auftritt, um so weniger sind die Futtermittel als verschimmelt oder verdorben anzusehen; nach 3—4 Tagen tritt auch bei den besten Futtermitteln Schimmel auf.

Nach Auftreten des weißen Überzuges öffnet man das Kölbchen und prüft den Inhalt in erster Linie auf seinen Geruch; ein Geruch nur nach weiniger Gärung (wie bei Cerealien und deren Abfällen) deutet auf Unverdorbenheit hin; die größere oder geringere Verschimmelung bezw. Fäulnis giebt sich durch den mehr oder minder unangenehmen Geruch zu erkennen. Durch eine mikroskopische Untersuchung des weißen Überzuges kann man sich sodann davon überzeugen, ob nur Schimmel oder Bakterien (Zoogloen) vorliegen, welche letztere ebenfalls einen weißen Überzug hervorrufen.

5. Bei der Untersuchung einzelner Futtermittel müssen noch folgende Ergänzungen zu den bisher angegebenen Methoden angeführt werden.

a) Sauerfutter, Preßfutter (Ensilage), Schnitzel. Sollte das Sauer- und Preßfutter sehr wasserreich sein, so daß Wasser abtropft oder doch ins Papier eindringt, so muß ein Vortrocknen bei 50—60° C. in großen flachen Porzellanschalen vorgenommen werden.

Beim Trocknen dieser Futterstoffe geht ein Teil des Stickstoffs in Form von Ammoniak und der organischen Säuren in Form von

flüchtigen Säuren (Essigsäure ꝛc.) verloren; man findet daher für diese Futterstoffe durch obige Wasserbestimmung leicht zu wenig Trockensubstanz. Für ganz genaue Untersuchungen ist daher die Menge der flüchtigen Stickstoff-Verbindungen und Säuren durch Bestimmung in der frischen und getrockneten Substanz zu ermitteln und die Differenz der in üblicher Weise gefundenen Trockensubstanz zuzuzählen. Für die Bestimmung des Stickstoffs und der freien Säuren an sich ist dieser Umstand ganz unbedingt zu beachten.

Zur Ermittelung des Gesamt-Stickstoffs kann man wie folgt verfahren:

100 g (bei feinstengeligem), 200 g und mehr (bei grobstengeligem Material) des thunlichst fein zerschnittenen Sauer- bezw. Preßfutters werden wie bei Stallmist (S. 93) nach und nach portionsweise in 100—200 ccm der für die Kjeldahl-Methode bestimmten Schwefelsäure, welche sich in einer geräumigen, vorher nebst Pistill gewogenen Porzellanschale befindet, nach und nach in kleinen Portionen eingetragen, indem man mit dem Pistill langsam rührt und die härteren Stücke leise zerdrückt. Man trägt erst eine neue Portion ein, wenn die vorherige der Hauptsache nach zergangen ist. Bei feinstengeligen und feuchten Futtermassen zergeht alles infolge der natürlichen Erhitzung verhältnismäßig rasch zu einem gleichmäßigen, mehr oder weniger dünnen Brei; bei grobstengeligen Massen (wie Mais, Lupinen ꝛc.) unterstützt man die Aufschließung dadurch, daß man die Schale in ein mäßig erwärmtes Sandbad setzt und unter öfterem Umrühren mit dem Pistill so lange erhitzt, bis die gröberen Stücke zergangen sind. Alsdann läßt man unter Bedecken der Schale erkalten, wägt und verwendet von dem tüchtig durchgerührten gleichmäßigen Brei 30—50 g zur weiteren vollständigen Verbrennung. Diese werden direkt in die für die Kjeldahl-Bestimmungen verwendeten Kolben auf einer größeren Wage, die noch 1 cg anzeigt, — diese Genauigkeit ist für die angewendete größere Menge ausreichend — abgewogen, mit noch weiteren 10 ccm Schwefelsäure, sowie 1 Tropfen Quecksilber versetzt, anfänglich mit ganz kleiner Flamme erhitzt und diese erst gesteigert, wenn das überschüssige Wasser verdampft ist. Im übrigen wird wie sonst verfahren.

Auf diese Weise erhält man stets gleichmäßige und übereinstimmende Resultate für den Stickstoffgehalt dieser Futtermittel.

Ist in dem Sauerfutter eine beträchtlichere Menge Salpetersäure vorhanden oder zu vermuten, so nimmt man auf 300 ccm konzentrierte Schwefelsäure etwa 100 ccm Phenol-Schwefelsäure (vergl. S. 4).

Bei der Bestimmung der freien Säure werden 100 g oder 200 g des thunlichst fein zerschnittenen, gut gemischten Sauerfutters in einen weithalsigen 1 oder 2 Liter-Kolben gebracht, mit Wasser bis zur Marke aufgefüllt und unter öfterem tüchtigem Umschütteln mehrere Stunden stehen gelassen. Darauf filtriert man 100 oder 200 ccm ab und titriert mit Alkalilauge unter Anwendung von

Phenolphtalein als Indikator. Die gefundene Menge Säure rechnet man je nach dem Vorwalten der einen oder anderen auf Essigsäure oder Milchsäure um.

Um über die Natur der Säuren Aufschluß zu erhalten, werden 200 ccm des Filtrats mit vorgelegtem Kühler — am besten unter Einströmenlassen von Wasserdampf — bis auf etwa 100 ccm abdestilliert, das Destillat in derselben Weise mit Alkalilauge titriert und diese Säure als freie Essigsäure berechnet.

Die rückständigen 100 ccm werden mit 150 ccm Wasser verdünnt, mit etwas Schwefelsäure wie vorhin destilliert, das Destillat wieder titriert, um so die Menge der gebundenen flüchtigen Säure (Essigsäure) zu finden.

1 ccm Normalalkali = 0,06 g Essigsäure = 0,09 g Milchsäure.

b) Schlempe, Pülpe, Melasse, Treber ꝛc. Für die Probenahme ist zu berücksichtigen, daß der Inhalt der Bottiche bezw. Gefäße, worin sich diese dickflüssigen Massen befinden, tüchtig durchgerührt und die Probe wegen der leichten Zersetzung derselben, besonders im Sommer, alsbald nach der Entnahme versandt und untersucht wird.

Bei der Schlempe ist ein Vortrocken bei 50° C. nicht gut durchführbar, da sich dieselbe dabei so fest an den Wandungen der Porzellanschalen festsetzt, daß die eingetrocknete Masse kaum mit mechanischen Hilfsmitteln von den Wandungen loszutrennen ist. Man verfährt daher hierbei zur Wasserbestimmung zweckmäßig in der Weise, daß man etwa 50—100 g der gut durchgeschüttelten bezw. gut durchgemischten Masse in einer flachen, wenn nötig mit geglühtem Sand beschickten und mit einem Uhrglase bezw. einer Glasplatte zu bedeckenden Porzellanschale abwägt, den Inhalt erst auf dem Wasserbade eindunstet, dann im Trockenschrank bei 105—110° C. so lange trocknet, bis annähernde Gewichtskonstanz eingetreten ist.

Bei stark zuckerhaltigen Flüssigkeiten oder sirupartigen Massen wägt man nur 5—10 g in einer mit Sand beschickten Schale ab, verdünnt zur besseren Mischung mit etwas Wasser, trocknet zuerst auf dem Wasserbade und darauf im Trockenschrank.

Bei der Fettbestimmung ist es besonders bei den zuckerreichen Melassefuttermitteln notwendig, die Masse (10 bis 20 g) vorher durch Behandeln mit kaltem Wasser auf dem Filter von Zucker zu befreien, den Rückstand zu trocknen und erst diesen mit Äther auszuziehen.

Zur Bestimmung des Zuckers im Melassetorf verfährt C. Müller wie folgt:

25 g Torfmelasse werden in einem Erlenmeyer-Kolben von ca. 300 ccm eingewogen, mit 250 ccm Wasser etwa 1/4 Stunde unter öfterem Umschwenken extrahiert, darauf filtriert. Von dem Filtrat werden 100 ccm in einem Kölbchen mit einer Messerspitze voll Tannin (0,015—0,020) versetzt; nach dem Durchschütteln hiermit werden

10 ccm des üblichen Bleiessigs, darauf nach dem Umschütteln 10 ccm 5prozent. Alaunlösung, endlich ein Messerspitzchen voll Thonerdehydrat zugemischt, filtriert und polarisiert.

Angenommen: Die Polarisation von Ventzke-Soleil betrage 10,3 Grad, so hat man unter Berücksichtigung der Verdünnung mit 20 ccm im ganzen $10{,}3 + 2{,}06 = 12{,}26$ Grad Drehung

$$12{,}26 \times 0{,}26048 = 3{,}22 \text{ g Zucker in 100 ccm.}$$

Die Gesamtmenge Flüssigkeit beträgt . . . . . 250 ccm
dazu Wasser aus der Torfmelasse (mit 25 g Wasser) . 6,3 „
zusammen 256,3 ccm,

also in 25 g Torfmelasse $\frac{256{,}3 \times 3{,}22}{100} = 8{,}25$ g Zucker, oder 33% Zucker.

Nimmt man in der Melasse 48% Zucker im Durchschnitt an, so besteht die Torfmelasse aus 69% Melasse und 31% Torf.

3. Allgemeine Grundsätze für den Handel mit käuflichen Futtermitteln.[1]) 1. Bei jedem Verkauf von Futtermitteln ist seitens des Verkäufers unaufgefordert Garantie zu leisten:

a) für die der Natur der Futtermittel entsprechende Bezeichnung, für Unverdorbenheit und Unverfälschtheit (Reinheit von fremden, minderwertigen, indifferenten oder gesundheitsschädlichen, der Natur und Bezeichnung des Futtermittels nicht entsprechenden Bestandteilen);

b) für den Mindestgehalt an den wertbestimmenden Nährstoffen (siehe Absatz 3).

2. Die Garantie ist schriftlich zu leisten durch Verzeichnung des Garantiegehaltes in der Offerte, dem Schlußschein oder der Faktura oder bei kleineren Bezügen (unter 200 Ctr.) durch besondere schriftliche Mitteilungen an den Bezieher. Dabei müssen angegeben werden: Name und Art des Futtermittels, garantierte Gehaltszahlen, Herkunft (letztere, wenn die Herkunft bezeichnend ist für bestimmte Qualitäten), ferner ob und in welcher Höhe eine etwaige Entschädigung nach dem Grundsatze des Ausgleichs oder des Spielraums berechnet werden soll.

Im Kleinverkehr ist anzustreben, daß bei in Säcken verkauften Futtermitteln die geleistete Garantie äußerlich an einer ein für allemal bestimmten Stelle durch Plomben, Zettel oder Aufschrift kenntlich gemacht wird. Zu diesem Zweck haben die den Säcken aufzuklebenden Zettel (oder Aufschriften) zu enthalten: Namen des Händlers und dessen Marke, Gewicht des Sackes, Benennung des Futterstoffes, Gehaltsgarantie (in die Nährstoffe vollständig bezeichnenden, nicht in Buchstaben abgekürzten Benennungen, also Protein, Fett ꝛc.), Angabe des eventuellen Spielraums oder Ausgleichs, in rotem Querüberdruck:

---

[1]) Nach den Beschlüssen des Deutschen Landwirtschaftsrates.

die Versuchs-Station, unter deren Kontrolle die betr. Firma sich eventuell gestellt hat und die Bedingungen, unter welchen die Ermittelung des Gehaltes an den garantierten Nährstoffen von der betr. Versuchs-Station ausgeführt wird.

3. Die Garantie für die wesentlichen, den Wert bestimmenden Nährstoffe bezieht sich in allen Fällen auf Protein und Fett, auf den Gehalt von Kohlenhydraten nur, wo die Garantie für Kohlenhydrate ausdrücklich vereinbart wird.

Die Garantie für Protein und Fett ist getrennt für jeden dieser Nährstoffe anzugeben.

Die Garantiezahlen bezeichnen den Mindestgehalt der in dem betreffenden Futtermittel garantierten Nährstoffe. Grenzzahlen zur Bezeichnung der Garantiezahlen (z. B. 18—20% Protein) sind unzulässig.

Für die an den garantierten Werten fehlenden Gehalte ist der Verkäufer verpflichtet, Entschädigung zu leisten.

Die Entschädigung kann berechnet werden entweder: 1. nach dem Grundsatz des Ausgleiches oder 2. nach dem Grundsatz des Analysenspielraums (Latitüde).

ad 1. Ausgleich.

Unter Ausgleich ist zu verstehen die Deckung eines etwaigen Mindergehaltes an einem der garantierten Nährstoffe dem Geldwerte nach durch einen gleichzeitig vorhandenen Überschuß eines anderen garantierten Nährstoffes. Als Grenzen sind maßgebend:

Deckung eines Mindergehaltes an Fett bis 1% in Futtermitteln mit einem garantierten Fettgehalt bis zu 10%, bis zu 2% bei höheren Gehaltsgarantieen;

Deckung eines Mindergehaltes an Protein bis zu 10% des garantierten Proteingehaltes, in maximo bis 3% Protein;

Deckung eines Mindergehaltes an Kohlenhydraten bezw. stickstofffreien Extraktstoffen bis zu 5% Kohlenhydrat.

Bei einzelnen Futtermitteln bleibt es speziellen schriftlichen Vereinbarungen zwischen Verkäufer und Käufer bezw. zwischen Verkäufer und landwirtschaftlichen oder genossenschaftlichen Vereinigungen vorbehalten, mit Rücksicht auf größere oder geringere Schwankungen des Gehaltes die angegebenen Ausgleichsgrenzen zu erweitern oder zu verengern.

ad 2. Analysenspielraum.

Ein Analysenspielraum soll nur bewilligt werden, wenn ein solcher zwischen dem Käufer und Verkäufer vereinbart worden ist, wozu indessen der Vermerk: „vorbehaltlich des Bernburger Spielraums" (Latitüde) genügen soll. Dieser besagt: „daß von dem in den Futtermitteln enthaltenen Rohprotein bis zu einem Mindergehalt von 1½%, bei Fett bis zu ½% noch keine Entschädigung gewährt werden soll. Übersteigt jedoch der Fehlbetrag 1½% bei Rohprotein oder ½% bei Fett, so wird der volle Fehlbetrag in Anrechnung gebracht."

Wenn die Entschädigung unter Berücksichtigung des Analysenspielraums stattfindet, fällt der Ausgleich weg, und umgekehrt.

Für die Berechnung der Entschädigung wird das Geldwertverhältnis von 1 Teil Rohprotein zu 1 Teil Rohfett gleichgesetzt.

Der Wert von 1 Teil Kohlenhydrat resp. stickstofffreier Extraktstoffe wird auf dem Wege der Differenzrechnung auf Grund der von dem Verbande der landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen auszuführenden Berechnungen festgestellt.

Für die Berechnung des Wertes resp. der Entschädigung der mit garantierten Gehalten in den Handel kommenden Futtermittel kommen nur diejenigen Nährstoffe in Betracht, auf welche sich die Garantie erstreckt.

4. Werden Futtermittel nach „Prozenten der einzelnen Nährstoffe" gehandelt, so fällt jeder Spielraum und jeder Ausgleich fort.

5. Nachweislich der Bezeichnung des Futtermittels nicht entsprechende, verdorbene, ungesunde oder mit minderwertigen Stoffen untermengte Ware ist vom Verkäufer auf Verlangen ohne weiteres unter Ersatz der dem Käufer erwachsenen Unkosten zurückzunehmen.

6. Die Festsetzung des Gehaltes der Futtermittel erfolgt durch die zwischen Verkäufer und Käufer vereinbarten Versuchs-Stationen, die zum Zwecke der Untersuchung an die Versuchs-Stationen zu sendenden Proben sind nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen zu entnehmen:

7. Probenahmebestimmungen.

Die Probenahme hat von dem Empfänger oder dessen Beauftragten an der Bahn- resp. Wasserstation oder innerhalb dreier Tage nach dem Eintreffen am Empfangsort entweder im Beisein eines Vertreters des Lieferanten oder unter Mitwirkung einer unparteiischen, mit diesen Bedingungen vorher bekannt zu machenden Persönlichkeit nach folgendem Verfahren zu geschehen:

a) Bei Ölkuchen sind von verschiedenen Stellen mindestens 12 ganze Kuchen zu entnehmen; diese sind durch den vollkommen gereinigten Ölkuchenbrecher oder auf sonst geeignete Weise in etwa wallnußgroße Stücke zu zerschlagen, und ist aus dieser zerkleinerten Masse nach ihrer gründlichen Mischung ein Muster von 2 kg zu entnehmen.

b) Bei Körnern, Mehlen, Kleien u. dergl. sind mittelst eines geeigneten Probeziehers, welcher in der Längsrichtung der liegenden Säcke einzuführen ist, oder, falls ein solcher nicht vorhanden ist, mittelst eines Löffels oder einer kleinen Schaufel (nicht mit der Hand) aus 15% der Säcke oder mehr, mindestens aber aus 5 Säcken (bei weniger als 5 Säcken aus jedem Sack) Probe zu ziehen und zwar aus verschiedenen Schichten (nicht lediglich aus der Mitte).

Sollten diese Einzelproben 2 kg wesentlich überschreiten, so sind dieselben auf einem reinen, horizontal ausgebreiteten Papierbogen sorgfältig zu mischen, die Mischung in eine etwa 2—3 cm breite Schicht auszubreiten und ein entsprechender Ausschnitt im Gewicht von 2 kg aus der ausgebreiteten Masse zur Probe heranzuziehen. Hierbei

ist besonders darauf zu achten, daß auch die feineren Teile, welche, wie z. B. Sand, nach der Durchmischung sich weniger in den obersten Schichten der ausgebreiteten Probe, dagegen mehr in der untersten, direkt das Papier berührenden vorfinden, nicht zurückgelassen werden. In der Probe vorkommende Klumpen und Zusammenballungen sind nicht zu zerdrücken.

Nasse oder beschädigte Säcke sind von dieser Probenahme auszuschließen, aus denselben ist vielmehr eine gesonderte Probenahme zu bewerkstelligen. Es ist auch zulässig, die vorgeschriebene Anzahl Säcke zu stürzen, auf einer reinen Unterlage den Inhalt zu mischen, die Mischung in eine ca. 1 Fuß hohe Schicht zu formen und daraus an verschiedenen, mindestens 20 Stellen (nicht vom Rande) mittelst einer Schaufel in der oben beschriebenen Weise Proben zu ziehen.

In wichtigen Differenzfällen ist diese Art der Probenahme besonders zu empfehlen.

Liegt die Ware in losen Haufen, so ist sie ebenfalls zunächst in eine ca. 1 Fuß hohe Schicht zu formen und daraus wie oben angegeben, Probe zu ziehen.

c) Es sind von den gezogenen Mustern 3 Teilproben, jede von mindestens 500 g, zu bilden. Diese sind in trockenen, reinen und nicht porösen Gefäßen (möglichst Blech- oder Glasgefäßen) zu verpacken, luftdicht zu verschließen, gemeinschaftlich zu versiegeln und mit Inhaltsangabe zu versehen.

d) Es ist die vorstehende Probenahmeanweisung nebst Attestformular vom Verkäufer mit der Ware zu liefern, in welchem Verkäufer Marke, Sackzahl, Gewicht und Gehaltsgarantie anzugeben hat. Das Formular ist bei der Probenahme auszufertigen und von dem Probezieher und Zeugen gemeinschaftlich zu unterschreiben. In Streitfällen werden nur solche Proben als giltige angesehen, bei welchen die Ausfertigung eines solchen Attestes erfolgte.

4. Vereinbarungen des Verbandes landwirtschaftlicher Versuchsstationen im Deutschen Reich für die Beurteilung der Futtermittel. 1. Die qualitative Prüfung aller Futtermittel auf Sand bezw. mineralische Beimengungen ist obligatorisch zu machen, und sobald die Vorprüfung die Anwesenheit von mehr als normalen Mengen ergiebt, die quantitative Bestimmung durch Veraschen und Extrahieren mit Salzsäure auszuführen, und von dem Ergebnis dem Einsender Mitteilung zu machen, wenn der Gehalt 1% oder mehr beträgt.

2. Der ständige Ausschuß für Futtermittel schlägt vor, daß bei jeder Kleienuntersuchung angegeben werde, ob anscheinend unverletzte Unkrautsamen vorhanden sind oder nicht. Bei dem Vorhandensein solcher ist darauf aufmerksam zu machen, daß ein derartiger Befund auf Zusatz resp. Verfälschung mittelst Kornausputz hinweist.

Es bleibt dabei überlassen, die Zahl (eventuell die Arten) der

anscheinend unverletzten Unkrautsamen zu bestimmen und auf 1 kg berechnet anzugeben.

3. Ergiebt die mikroskopische Untersuchung einer Kleie, daß Brandpilzsporen mehr als vereinzelt vorkommen, so ist der Einsender darauf und auf die eventuelle Schädlichkeit derselben aufmerksam zu machen.

5. Geldwertsberechnung der Futtermittel und Minderwertsberechnung bei Mindergehalt. Der Futtergeldwert der Futtermittel ist vorwiegend durch den Gehalt der drei Nährstoffgruppen: Proteïn, Fett, und stickstofffreie Extraktstoffe (oder Kohlenhydrate) bedingt. Zwar besitzen die Futtermittel je nach dem Gehalt an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali gleichzeitig einen Düngergeldwert, indes kann dieser außer acht gelassen werden, weil sich derselbe in den einzelnen Wirtschaften außerordentlich verschieden gestaltet.

Für die Frage des Futtergeldwertes können nur Futtermittel von gleichartiger Beschaffenheit und Konstitution, besonders was den Grad der Verdaulichkeit anbelangt, in Betracht gezogen werden.

Diese gleichartige Beschaffenheit trifft im großen und ganzen nur für die gewerblichen Abfälle, die sog. Kraftfuttermittel zu; denn in ihnen sind die Nährstoffe in wesentlich gleichem Grade der Verdaulichkeit enthalten. Auch wird durchweg nur für diese als die gangbarsten Handelswaren eine Futtergeldwertsberechnung verlangt; für die in den Wirtschaften selbst produzierten Futtermittel (Rauhfutter, Wurzelgewächse ꝛc.) läßt sich bei den großen Schwankungen der Produktionskosten kein allgemein giltiger Futtergeldwert aufstellen.

Der Futtergeldwert der Handels- oder Kraftfuttermittel ist selbstverständlich von den jeweiligen Marktpreisen bedingt, aber das nicht allein, sondern auch das Wertverhältnis zwischen Proteïn, Fett und stickstofffreien Extraktstoffen schwankt je nach den Marktpreisen. Denn offenbar werden diese 3 Nährstoffe nicht gleich hoch bezahlt, da an sich die proteïn- und fettreichen Handelsfuttermittel schon nach ihrem spärlicheren Vorkommen und ihrer größeren Bedeutung für die Ernährung höher im Preise stehen, als die an stickstofffreien Extraktstoffen reichen Futtermittel; es ist daher einleuchtend, daß das Proteïn und Fett gegenüber den stickstofffreien Extraktstoffen einen um so höheren Wert besitzt, je höher der Marktpreis der proteïn- und fettreichen Futtermittel gegenüber den an stickstofffreien Extraktstoffen reichen Futtermitteln ist und umgekehrt. Man ist jetzt überein gekommen, den Geldwert von Proteïn und Fett als gleich anzunehmen und zwischen Proteïn : Fett : stickstofffreien Extraktstoffen ein Wertverhältnis von 3 : 3 : 1 zu Grunde zu legen.

Um auf Grund dieses Wertverhältnisses den Futtergeldwert von Futtermitteln zu berechnen und die Frage zu beantworten, welches der angebotenen Futtermittel das preiswürdigste ist, multipliziert man den Proteïn- und Fettgehalt mit 3, den Gehalt an stickstofffreien Extraktstoffen mit 1, addiert die einzelnen Futterwerteinheiten und dividiert mit der

Gesamtsumme dieser in den verlangten Preis, um den Preis der Futterwerteinheit zu finden.

Ist z. B. die Wahl zwischen Raps- und Erdnußkuchen mit folgendem Gehalt und Preise:

	Wasser	Protein	Fett	N-freie Extraktstoffe	Holzfaser	Asche	Preis pro 100 kg
	%	%	%	%	%	%	M
Rapskuchen	11,2	31,1	9,9	29,2	11,2	7,4	10,50
Erdnußkuchen . . .	11,2	45,5	7,5	25,6	5,6	4,6	15,10

so ergiebt sich

	Rapskuchen
Protein	31,1 × 3 = 93,3
Fett	9,9 × 3 = 29,7
Stickstofffreie Extraktstoffe . . .	29,2 × 1 = 29,2
Summe der Futterwerteinheiten. .	152,2
	Erdnußkuchen
Protein	45,5 × 3 = 136,5
Fett	7,5 × 3 = 22,5
Stickstofffreie Extraktstoffe. . . .	25,6 × 1 = 25,6
Summe der Futterwerteinheiten .	184,6

Demnach kostet 1 Futterwerteinheit im:

$$\text{Rapskuchen} = \frac{10{,}50}{152{,}2} = 6{,}9 \text{ Pf.}, \quad \text{Erdnußkuchen} = \frac{15{,}10}{184{,}6} = 8{,}2 \text{ Pf.};$$

es sind also die Erdnußkuchen nicht unerheblich teuerer, als Rapskuchen.

Hier ist dieser Vergleich unbedingt zulässig, weil beide Futtermittel von ähnlicher Konstitution und Nährwirkung sind. Weniger zulässig ist bei der verschiedenen Konstitution ein Vergleich zwischen den Ölkuchen und Kleien; auch legt die eine Wirtschaft nur Wert auf Ankauf von Protein und Fett, eine andere nur Wert und Ankauf von stickstofffreien Extraktstoffen; im ersteren Falle sind daher die stickstofffreien Extraktstoffe, in letzterem Protein und Fett eine wertlose Beigabe. Indes bilden derartige Fälle Ausnahmen und lassen sich die 3 Nährstoffe in den Handelsfuttermitteln einmal nicht trennen. Wer nur Protein und Fett zu kaufen wünscht, der wird von selbst seine Wahl zwischen den an diesen Bestandteilen reichen Futtermitteln treffen, und wer nur stickstofffreie Extraktstoffe zu erhalten wünscht, der wird selbstverständlich unter den hieran reichen Futtermitteln wählen.

Es behält darum ein mittleres Wertverhältnis zwischen den drei Nährstoffen seine volle Bedeutung, wenngleich zugegeben werden muß, daß die Ermittelung desselben aus den Preisen und der Zusammensetzung der gangbarsten Handelsfuttermittel bis jetzt noch mit manchen Mängeln behaftet ist; denn abgesehen davon, daß es schwer hält, wirkliche mittlere Marktpreise zu erlangen, muß auch unter den Futtermitteln eine nahezu gleiche Anzahl von je an Protein, an Fett

und an stickstofffreien Extraktstoffen reichen Futtermitteln zur Berechnung herangezogen werden, um ein brauchbares wahrscheinliches Wertverhältnis von Protein : Fett : stickstofffreien Extraktstoffen zu erhalten.

Nehmen wir aber das obige Wertverhältnis als das wahrscheinlich richtigste an, so ist im Falle einer **Minderlieferung** die Berechnung der Größe der Rückvergütung oder Preisermäßigung eine einfache: sind z. B. für einen Erdnußkuchen bei einem vereinbarten Preise von 15,10 M pro 100 kg:

	Protein %	Fett %	N-freie Extraktstoffe %
garantiert	45,5	7,5	25,6
geliefert nur . . .	42,7	6,8	29,0

so berechnet sich wie oben:

	Nach der Garantie:
Protein	45,5 × 3 = 136,5
Fett	7,5 × 3 = 22,5
Stickstofffreie Exktraktstoffe . . .	25,6 × 1 = 25,6
Summe der Futterwerteinheiten . .	184,6
	Nach der Lieferung:
Protein	42,7 × 3 = 128,1
Fett	6,8 × 3 = 20,4
Stickstofffreie Extraktstoffe . . .	29,0 × 1 = 29,0
Summe der Futterwerteinheiten . .	177,5,

es fehlen daher an der Garantie 7,1 Futterwerteinheiten; da nach der Garantie eine Futterwerteinheit $\frac{15{,}10}{184{,}6} = 8{,}2$ Pf. kostet, so beträgt der Mindergeldwert der gelieferten Ware $8{,}2 \times 7{,}1 = 58{,}2$ Pf. pro 100 kg.

Seit einigen Jahren pflegt bei den Ölkuchen nur die Summe von Protein + Fett garantiert zu werden; dies ist leider ein Mißbrauch geworden und sollte in Zukunft nicht mehr zugelassen werden.

Wenn sich, wie häufig, die Lieferanten eine „Latitüde" ausbedungen haben, so ist diese zu berücksichtigen.

Lautet z. B. die Garantie für Erdnußkuchen auf 55% Protein + Fett bei einer ausbedungenen Latitüde von 2% (d. h. pro 100 dieser Nährstoffe), so braucht keine Bonifikation einzutreten, wenn 53,9% Protein + Fett in der gelieferten Ware gefunden worden sind; hat die Analyse aber nur 53,4% Protein + Fett ergeben, so muß für den vollen Mindergehalt Rückvergütung geleistet werden.

Richtiger aber ist es, bei Kaufabschlüssen für jeden einzelnen Nährstoff eine feste Garantie zu verlangen und ein Wertverhältnis zwischen den 3 Nährstoffen zu vereinbaren mit der Maßgabe, daß bis zu einer gewissen Grenze das Minus an den Werteinheiten des einen Bestandteiles durch ein Plus an den Werteinheiten des anderen Bestandteiles wie oben ausgeglichen werden darf (vergl. S. 125).

Rohstoffe der landwirtschaftlichen Nebengewerbe.
(Zuckerfabrikation, Spiritusbrennerei, Bierbrauerei.)

I. Rüben.

a) **Probenahme.** Um eine gute Durchschnittsprobe von größeren Haufen zu erhalten, wählt man gute Mittelexemplare der größten, mittleren und kleineren Rüben aus, und zwar von kleineren Wurzelgewächsen 20—30, von größeren 9—12 Exemplare; diese werden von den Köpfen, den anhängenden Wurzelfasern und anhaftender Erde durch Abspülen sorgfältig gereinigt, mit einem Tuch von anhaftendem Wasser befreit und einige Stunden an der Luft liegen gelassen.

Darauf werden die sämtlichen Exemplare gewogen, um das Durchschnittsgewicht zu erhalten; wenn die größeren, mittleren und kleineren Exemplare getrennt untersucht werden sollen, werden auch deren Gewichte getrennt ermittelt.

b) Zur **Bestimmung des Wassers** werden die sorgfältigst gereinigten Rüben in thunlichst dünne Scheiben geschnitten, die Scheiben an vorher gewogene Messingdrähte mit Bügel (oder auch an Fäden) aufgereiht, gewogen, in einen Trockenschrank gebracht und bei 50 bis 60° C. so lange getrocknet, bis die Schnitte hinreichend spröde sind behufs Zerkleinerung mit der Schrotmühle.

Im ganzen verwendet man 1000—1500 g.

Um eine thunlichst große Anzahl Exemplare verwenden zu können, teilt man die kleineren Rüben in 2 Hälften und zerschneidet je die eine Hälfte zu dünnen Scheiben. Aber auch das würde für große Rübenkörper bei Anwendung von mehreren Exemplaren zu viel zum Trocknen geben. Diese teilt man daher kreuzweise in 4 Teile und nimmt von jedem Viertel eine oder mehrere entsprechende Schnitte. Von der vorgetrockneten, gepulverten Substanz werden 5—10 g bis zur Konstanz des Gewichtes bei 105—110° C. weiter getrocknet; die Berechnung des ursprünglichen Wassergehaltes erfolgt nach S. 1.

c) Die **Feststellung des Futterwertes** der Rübe erfolgt nach den allgemein giltigen Methoden.

d) Für **technische Zwecke** gelten folgende besondere Untersuchungsmethoden.

1. Als die empfehlenswerteste Methode zur Bestimmung des Zuckers gilt die Alkoholbreipolarisationsmethode von Stammer. Von dem in besonderen Maschinen[1]) entweder aus

[1]) Solche Maschinen sind die Rübenmühle von Lukow, die Pellet-Lomontsche Reibe mit Keilscher Scheibe und die Rüben- und Schnitzelschleifmaschine von Kiehle. Bei den zur Samenzucht dienenden Rüben (Mutterrüben) verwendet man zweckmäßig die Samenrübenbohrmaschine von Keil und Doller in Quedlinburg.

ganzen Rüben oder aus der Hälfte und einem Viertel einer größeren Anzahl Rüben hergestellten „unfühlbaren geschliffenen Brei" wird in einer passend geformten Neusilberschale die doppelte oder 3fache Menge (bezw. bei Kreisgradteilung $^1/_5$, $^2/_5$ oder $^3/_5$ des Normalgewichtes) der für die einzelnen Polarisationsapparate giltigen Normalgewichte für 200 oder 300 ccm Flüssigkeit abgewogen, nämlich:

für Saccharometer von	Normalgewichte
Soleil-Ventzke-Scheibler	26,048 g × 2 = 52,096 (rund 51,1 g)
Soleil-Duboscq	16,350 „ × 2 = 32,700
Wild mit Zuckerskala . . .	10,000 „ × 2 = 20,000
Mitscherlich, Wild und Laurent mit Kreisgradteilung	15,000 „ × 2 = 30,000

Die abgewogene Menge geschliffenen Rübenbreies spült man mittelst einer Spritzflasche mit Alkohol von 90 % in einen mit eingeschliffenem Glasstöpsel versehenen Meßkolben von 200 ccm (oder besser von 201,2 ccm),[1]) fügt zu dem Inhalt des Kolbens 4 ccm Bleiessig hinzu, schwenkt um, füllt bis zur Marke mit Alkohol auf und mischt das mit Glasstopfen versehene Kölbchen durch kräftiges Schütteln tüchtig durch. Schon nach wenigen Minuten kann filtriert — wobei der Trichter zur Vermeidung von Verlusten durch Verdunstung bedeckt wird — und das klare Filtrat im 200 mm-Rohr polarisiert werden.

Hat man die Korrektion für das Volumen des Markes nicht gleich an dem Meßkolben durch eine entsprechende Größe angebracht, sondern genau auf 200 ccm aufgefüllt, so muß man die abgelesene Anzahl Grade um das Volumen des Markes vermindern, also bei Anwendung von 52,1 g Rübenbrei mit 1,2 ccm Mark mit 0,994 multiplizieren, also wenn abgelesen sind 14,7°, so beträgt der Zuckergehalt der Rübe

$$14{,}7 \times 0{,}994 = 14{,}61\,\%.$$

Hat man nicht die für die einzelnen Apparate giltigen Normalgewichte, sondern andere Gewichtsmengen oder ein Saccharometer mit Kreisgradteilung angewendet, so ist zu berücksichtigen, daß bei 17,5° im 200 mm-Rohr 1° Drehung entspricht:

im Polarisationsapparat von	g Rohrzucker in 100 ccm Lösung	g Dextrose in 100 ccm Lösung
Mitscherlich, Laurent, Wild mit Kreisgradteilung	0,75 g	0,9434 g
Soleil-Ventzke-Scheibler, Schmidt und Hänsch mit Zuckerskala . . .	0,26048 „	0,3268 „
Soleil-Duboscq	0,16350 „	0,2051 „

[1]) Das Mark von 52,1 g Rübenbrei nimmt nämlich 1,2 ccm Raum ein. Wenn man nur auf 200 ccm auffüllt, so hat man in Wirklichkeit nur 200 — 1,2 = 198,8 ccm Flüssigkeit, muß daher die Polarisationsgrade um $\frac{198{,}8}{200}$ vermindern, d. h. mit 0,994 multiplizieren.

Hat man z. B. 60 g Rübenbrei in 200 ccm Alkohol angewendet und im Mitscherlichschen (Halbschatten-) Apparat im 200 mm-Rohr 5° 38′ abgelesen, so berechnet sich der Zuckergehalt in der Rübe zu

$$\frac{5{,}63 \times 0{,}75 \times 100}{30} = 14{,}07 \text{ und } 14{,}07 \times 0{,}993^{1}) = 13{,}97\,\%.$$

Steht kein Polarisationsapparat zu Verfügung, so kann man auch den Zucker in der zur Polarisation fertigen Lösung nach Vertreibung des Alkohols durch Fehlingsche Lösung ermitteln (s. S. 9).

2. Zur Untersuchung des Saftes werden die von Wurzelfasern, Rübenköpfen und anhaftender Erde befreiten Rüben entweder zu feinem Brei zerrieben oder mit einer kleinen Schnitzelmaschine zerschnitten und Brei oder Schnitzel in dichten Preßtüchern mittelst einer Presse gehörig gepreßt.

In dem Saft wird das spezifische Gewicht mit dem Pyknometer oder mit der Westphalschen Wage bestimmt (s. u. Milch S. 140) und aus diesem der Zuckergehalt des Saftes aus besonderen Tabellen ermittelt. Man kann auch besonders konstruierte Aräometer verwenden, welche wie z. B. das Aräometer von Balling nicht das spezifische Gewicht, sondern direkt die Zuckerprozente angeben und Saccharometer genannt werden; hätte man z. B. eine reine Zuckerlösung von 1,07441 spezifischem Gewicht, so würde die Skala des Saccharometers an dem Punkt, bis zu welchem dasselbe in jene Lösung einsinkt, die Zahl 18,0 tragen, die Lösung also in 100 Gewichtsteilen = 1,80 Teile Zucker enthalten. Die von Brix berechnete Saccharometerskala entspricht im allgemeinen derjenigen von Balling. Über die den einzelnen spezifischen Gewichten entsprechenden Grade Brix sind besondere Tabellen aufgestellt.

Selbstverständlich bedeuten die für Zuckerrübensaft-Lösung gefundenen Grade Brix nicht reinen Zucker, sondern schließen auch die „Nichtzuckerstoffe" mit ein; sie geben daher einen mehr oder weniger reinen Ausdruck für „gesamte feste Stoffe" des Saftes. Um die wirkliche Zuckermenge des Saftes zu finden, wird ein weiterer Teil des Saftes zur Bestimmung des Rohrzuckers durch Polarisation verwendet. 100 ccm des Rübensaftes werden in einem Kölbchen, in dessen Hals sich eine Marke für 100 ccm und eine solche für 110 ccm befindet, genau bis zur zweiten Marke — event. unter Anwendung von etwas Äther zur Beseitigung des Schaumes — mit 10 ccm Bleiessig versetzt, tüchtig durchgemischt und 10 bis 15 Minuten ruhig hingestellt. Statt 100 ccm Saft kann man auch 50 ccm und 5 ccm Bleiessig nehmen. Der geklärte Saft wird durch ein trockenes Faltenfilter filtriert und alsbald polarisiert; um die durch Zusatz von Bleiessig bewirkte Verdünnung auszugleichen, polarisiert man im

---

[1]) Korrektion für Mark, welches pro 60 g Rüben = 1,4 ccm beträgt; daher in 200 ccm nur 198,6 ccm zuckerhaltiger Alkohohl, also $\frac{198{,}6}{200} = 0{,}993$.

220 mm-Rohr, oder wenn man in einem 200 mm-Rohr polarisiert, erhöht man die Zahl um $^1/_{10}$.

Die Menge Nichtzucker ergiebt sich aus der Differenz von 100 und der Summe von Wasser und Zucker.

Zur Ermittelung des Reinheitsquotienten ist die Bestimmung der Trockensubstanz notwendig; letztere erfolgt durch Eintrocknen von 10—20 ccm Rübensaft in Porzellanschälchen bei 100° C. Der Reinheitsquotient berechnet sich dann als die Zahl, welche angiebt, wie viel Prozente Zucker in 100 Gewichtsteilen Trockensubstanz des Saftes enthalten ist. Je größer dieser Quotient ist, desto besser ist der Rübensaft und umgekehrt.

Durch Multiplikation des gefundenen Zuckergehaltes mit dem Reinheitsquotienten und durch Division mit 100 erhält man die Stammersche Wertzahl.

3. Die Bestimmung des Mark- bezw. Saftgehaltes erfolgt am besten durch Auswaschen des Rübenbreies in folgender Weise:

Circa 20 g des möglichst feinen und von gröberen Stücken gänzlich freien Breies werden auf einem Tarierblech von Neusilber abgewogen, in ein Becherglas gebracht, mit ca. 400 ccm Wasser übergossen und damit unter Umrühren 20 bis 25 Minuten in Berührung gelassen. Darauf saugt man die überstehende Flüssigkeit mittelst der Wasserstrahlpumpe ab, indem man in das Becherglas ein trichterförmig ausgezogenes Glasrohr taucht, dessen trichterförmiger Ansatz (von 1,5 cm Weite) mit einem enganschließenden Pfropfen von feinem Filz (Klavierfilz) versehen ist. Sobald der Rückstand im Becherglase hinreichend trocken erscheint, gießt man neues Wasser auf den Rückstand und wiederholt diese Operation so oft, wie noch lösliche Stoffe an das Wasser abgegeben werden.

Schließlich bringt man den Rückstand auf ein vorher getrocknetes und gewogenes Filter, spült die an dem Filzfilter hängenden Reste vollständig aufs Filter, wäscht noch einige Zeit mit heißem Wasser aus, zuletzt 2—3 mal mit Alkohol, darauf mit Äther, trocknet den Filterrückstand anfangs bei mäßiger Temperatur, später vollständig bei 100—110° C., wägt und verascht. Die Asche (abzüglich der Filterasche) wird von dem Gesamttrockenrückstand abgezogen und der Rest als aschefreies Mark in Rechnung gebracht.

Angenommen, es sind 20,0 g Rübenbrei angewendet, welche 0,889 g Trockenrückstand mit 0,012 g Asche ergeben haben, so beträgt der Markgehalt 0,877 g oder 4,38 %; es sind dann 100 — 4,38 = 95,62 % Saft in der Rübe.

2. Kartoffeln.

Die Probenahme, die Bestimmung des Wassers und die Feststellung des Futterwertes erfolgt in gleicher Weise wie bei Rüben S. 131 angegeben ist. Besonders zu erwähnen ist noch die Bestimmung des

spezifischen Gewichtes. Im allgemeinen fällt und steigt der Gehalt der Kartoffeln an Trockensubstanz und Stärke mit dem spezifischen Gewicht derselben. Obwohl sich hierbei besonders hinsichtlich des Stärkegehaltes Schwankungen zeigen, so begnügt man sich bei technischer Verwendung der Kartoffeln doch vielfach mit der Berechnung des Stärkegehaltes aus dem spezifischen Gewichte. Bei der Bestimmung des spezifischen Gewichtes kann man in der Weise verfahren, daß man etwa 2 l einer kalt gesättigten Kochsalzlösung in ein geräumiges, 5—6 l fassendes Glas bringt, hierauf 20 Stück der zu prüfenden

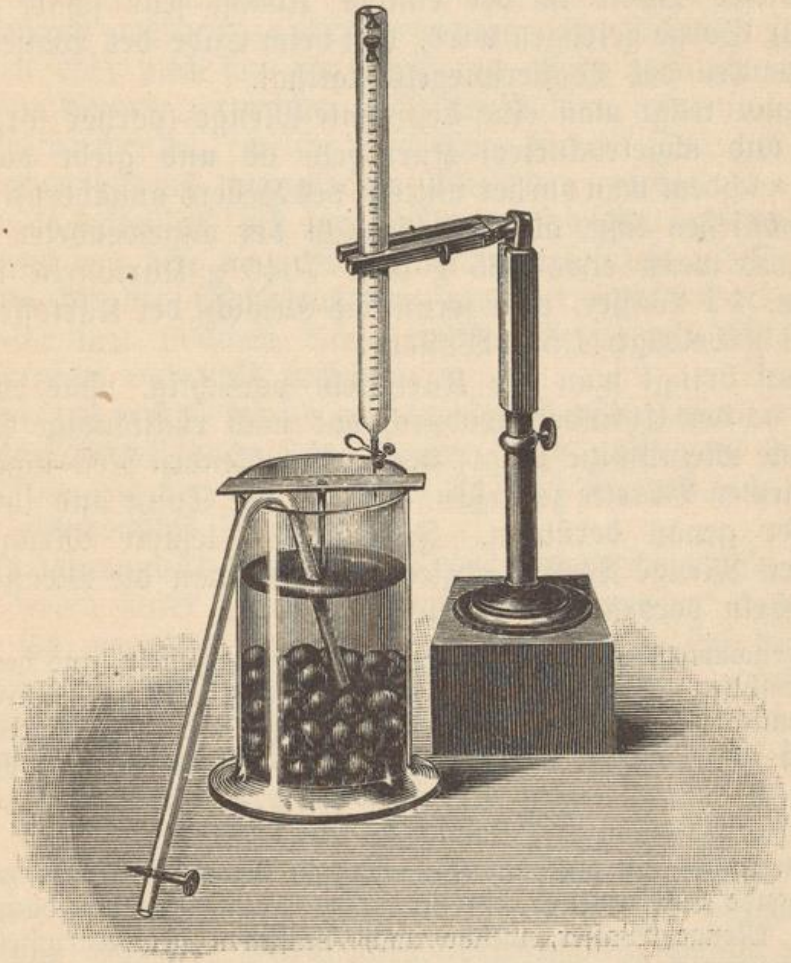


Fig. 11. Stohmanns Apparat.

Kartoffeln, welche vorher mit reinem Wasser sorgfältig gereinigt und mit einem weichen Tuch wieder abgetrocknet sind, hineinwirft und nun unter Umrühren so lange Wasser nachgießt, bis die Hälfte der Kartoffeln zu Boden sinkt. Man bestimmt hierauf das spezifische Gewicht der Salzlösung mittelst eines hierzu geeigneten Aräometers und findet danach den mittleren Gehalt der Kartoffel an Trockensubstanz und Stärkemehl in der Tabelle.

Besser verfährt man nach der Stohmannschen Methode. Dieselbe beruht darauf, daß man das Volumen einer bestimmten Gewichtsmenge Kartoffeln ermittelt, woraus sich nach der Formel

$s = \frac{g}{v}$ das spezifische Gewicht ergiebt (g = absolutes Gewicht, v = verdrängtes Volum Wasser, s = spezifisches Gewicht).

Der Stohmannsche Apparat (Fig. 11) besteht aus einem auf Stellschrauben ruhenden, 3—5 l fassenden Glascylinder, auf welchem eine mit einer Metallspitze versehene Platte ruht.

Man läßt in den Cylinder zuerst mittelst größerer Gefäße, zuletzt durch langsames Zutropfen aus einer Bürette so viel Wasser fließen, daß sich die Metallspitze und deren Spiegelbild genau berühren; dieser Punkt ist bei einiger Übung sehr scharf zu treffen, wenn dafür Sorge getragen wird, daß beim Ende des Wasserzufließens kein Schwanken des Wasserspiegels statthat.

Alsdann wägt man eine bestimmte Menge (vorher sorgfältig gereinigter und abgetrockneter) Kartoffeln ab und giebt diese in den Cylinder, nachdem man vorher mittelst des Hebers annähernd die Menge Wasser ausfließen läßt, als das Gewicht der angewendeten Kartoffeln beträgt; also wenn etwa 985 g oder 1040 g Kartoffeln abgewogen sein sollten, 1 l Wasser, oder wenn das Gewicht der Kartoffeln 1555 g oder 1463 g beträgt, 1,5 l Wasser.

Darauf bringt man die Kartoffeln vorsichtig, ohne daß Wasser verspritzt, in den Cylinder, wodurch das noch rückständige Wasser bis nahe an die Metallspitze steigt; den noch fehlenden Rest läßt man aus der graduierten Bürette zufließen, bis sich die Spitze und ihr Spiegelbild wieder genau berühren. Indem man letztere Menge von der abgelassenen Menge Wasser abzieht, erfährt man die Menge des von den Kartoffeln verdrängten Wassers.

Angenommen, es sind abgewogen 1040 g Kartoffeln, aus dem Cylinder beim Einfüllen abgelassen 1000 ccm (= 1 l), aus der Bürette wieder zugeflossen 71 ccm, so beträgt die Menge des verdrängten Wassers 1000—71 = 929 ccm, also das spezifische Gewicht der Kartoffeln:

$$s = \frac{g}{v} = \frac{1040}{929} = 1{,}119.$$

Man kann auch die ohne Kartoffeln in den Cylinder bis zur Metallspitze gehende Wassermenge ein für allemal ermitteln und dann jedesmal diejenige Menge Wasser, welche nach Einfüllen der Kartoffeln bis zur Spitze erforderlich ist, ermitteln. Angenommen, die erstere Menge Wasser betrage 4025 ccm, die letztere nach dem Einfüllen von 1517 g Kartoffeln 2668 ccm, so haben die 1517 g Kartoffeln $4025 - 2668 = 1357$ ccm Wasser verdrängt, also spezifisches Gewicht derselben $= \frac{1517}{1357} = 1{,}118$, entsprechend 27,8% Trockensubstanz und 22,0% Stärke.

Es ist bei Anwendung dieser Methode darauf zu achten, daß die gereinigten Kartoffeln dieselbe Temperatur mit dem Wasser besitzen und daß keine Luftblasen an denselben beim Untertauchen unter Wasser haften bleiben; letztere können event. durch Hin- und Herbewegen des Hebers entfernt werden.

Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes mittelst sog. Kartoffelwagen (Reimann, Hurtzig) beruht auf dem archimedischen Prinzip,

wonach ein jeder Körper beim Wägen unter Wasser so viel von seinem Gewicht verliert, als das Volumen der von ihm verdrängten Flüssigkeit beträgt. Da nach dem metrischen Gewichtssystem 1 ccm Wasser = 1 g ist, so erfährt man aus dem Gewichtsverlust einer bestimmten Gewichtsmenge eines Körpers unter Wasser in Grammen sein Volum direkt in Kubikcentimetern.

(Siehe Tab. S. 138.)

3. Samenkörner.

Die Körner werden zunächst entweder im Mörser zerquetscht und zerrieben oder auch auf der Mühle zu einem ziemlich feinen und gleichförmigen Pulver zermahlen. Dieses Pulver wird zur weiteren Untersuchung verwendet, welche nach den im 1. Teil „Allgemeine Untersuchungsmethoden" angegebenen Methoden erfolgt.

Hierzu ist besonders für die zu Brauereizwecken zu verwendende Gerste zu bemerken, daß die proteïnärmeren und stärkereichsten Gersten besonders gut für die Bierbrauereien geeignet sind. Der günstigste Proteïngehalt liegt zwischen 8,5—10,0%; Gerste mit über 11,5% Proteïn gilt nicht mehr als geeignet.

Das Hektolitergewicht gilt bei der Gerste vielfach als Maßstab für die Wertschätzung der Gerste. Als niedriges Hektolitergewicht gilt 60—64 kg, als mittleres 64—66 kg, als hohes 66 bis 71 kg und als höchstes 75 kg.

Die Prüfung der Gerste auf Keimfähigkeit geschieht nach dem weiter unten unter „Untersuchung von Sämereien" angegebenen Verfahren. Es mag hier noch daran erinnert werden, daß die schlechte Keimfähigkeit einer Gerste auch von einer Schwefelung derselben herrühren kann, welche bei stark gelben oder mißfarbig gewordenen Gersten angewendet wird, um ihnen eine helle Farbe zu geben.

Die Prüfung der Gerste auf Schimmel führt man in der Weise aus, daß man ein etwa halb mit Wasser gefülltes Erlenmeyer-Kölbchen von etwa 200 ccm Inhalt, welches mit einem ziemlich festen Wattepfropfen verschlossen ist, erhitzt und das Wasser allmählich bis auf ca. 10 ccm einkocht. Durch diese Operation ist sowohl das Kölbchen als auch das darin enthaltene Wasser steril geworden. Nach dem Abkühlen giebt man so viel von der Gerste zu, daß diese gut befeuchtet ist. Man stellt dann das Kölbchen unter Verschließen mit einem Baumwollepfropfen und Papier in einen auf 30—40° erwärmten Trockenschrank; tritt nach 1—2 Tagen deutliche Schimmelbildung ein, so dürfte die Gerste unbrauchbar sein.

Zum Nachweis, ob der Mehlkörper der Gerste mehlig, halbmehlig, halbspeckig, halbglasig oder ganzspeckig, ganzglasig ist, wird die Schnittprobe ausgeführt, indem eine Anzahl Körner mit einem scharfen Messer durchschnitten werden; das Verhältnis der mehligen, halbspeckigen und ganzspeckigen Gerstenkörner wird in Prozenten angegeben. Die Erfahrung nämlich hat gelehrt, daß das aus speckiger

Bestimmung des prozent. Trocken- und Stärkemehlgehaltes der Kartoffeln aus dem spez. Gewicht nach M. Märcker, P. Behrend und A. Morgen.

Spezifisches Gewicht	Trockensubstanz %	Stärkemehl %	Spezifisches Gewicht	Trockensubstanz %	Stärkemehl %
1,080	19,7	13,9	1,120	28,3	22,5
081	19,9	14,1	121	28,5	22,7
082	20,1	14,3	122	28,7	22,9
083	20,3	14,5	123	28,9	23,1
084	20,5	14,7	124	29,1	23,3
085	20,7	14,9	125	29,3	23,5
086	20,9	15,1	126	29,5	23,7
087	21,2	15,4	127	29,8	24,0
088	21,4	15,6	128	30,0	24,2
089	21,6	15,8	129	30,2	24,4
1,090	21,8	16,0	1,130	30,4	24,6
091	22,0	16,2	131	30,6	24,8
092	22,2	16,4	132	30,8	25,0
093	22,4	16,6	133	31,0	25,2
094	22.7	16,9	134	31,3	25,5
095	22,9	17,1	135	31,5	25,7
096	23,1	17,3	136	31,7	25,9
097	23,3	17,5	137	31,9	26,1
098	23,5	17,7	138	32,1	26,3
099	23,7	17,9	139	32,3	26,5
1,100	24,0	18,2	1,140	32,5	26,7
101	24,2	18,4	141	32,8	27,0
102	24,4	18,6	142	33,0	27,2
103	24,6	18,8	143	33,2	27,4
104	24,8	19,0	144	33,4	27,6
105	25,0	19,2	145	33,6	27,8
106	25,2	19,4	146	33,8	28,0
107	25,5	19,7	147	34,1	28,3
108	25,7	19,9	148	34,3	28,5
109	25,9	20,1	149	34,5	28,7
1,110	26,1	20,3	1,150	34,7	28,9
111	26,3	20,5	151	34,9	29,1
112	26,5	20,7	152	35,1	29,3
113	26,7	20,9	153	35,4	29,6
114	26,9	21,1	154	35,6	29,8
115	27,2	21,4	155	35,8	30,0
116	27,4	21,6	156	36,0	30,2
117	27,6	21,8	157	36,2	30,4
118	27,8	22,0	158	36,4	30,6
119	28,0	22,2	159	36,6	30,8

Gerste gewonnene Darrmalz eine harte Beschaffenheit besitzt, beim Maischprozesse sich schwer verarbeitet und eine verhältnismäßig geringe Ausbeute giebt, auch daß man nur aus einer gleichmäßigen Gerste ein gleichmäßiges Malz erzielt.

Als Merkmale einer guten Braugerste gelten: frischer Strohgeruch, glänzendes Aussehen, sowie weiße Farbe — doch soll auf letztere nicht allzu großer Wert gelegt werden —, der Mangel an ausgewachsenen Körnern und Körnern mit braunen Spitzen, ferner das Fehlen von halben Körnern und Verunreinigungen — da solche Gersten leicht schimmelig sind, oder es bei der Keimung werden —; auch wird auf die Form der Gerste, ob sie kurz oder bauchig ist, viel Wert gelegt.

Milch- und Molkereiprodukte.

1. Vollmilch.

Für die Untersuchung und Beurteilung der Milch ist zu beachten, daß die Zusammensetzung der Kuhmilch, welche hier vorwiegend in Betracht kommt, von der Rasse der Kühe, von der Art des Melkens, von der Melkzeit, von der Art und Menge des Futters, von der Wartung der Kühe ꝛc. abhängig ist.

Abgesehen von Milchfehlern und Milch von kranken Kühen kann die Zusammensetzung derselben in Einzelfällen in ziemlich weiten Grenzen schwanken, nämlich:

	Spez. Gewicht	Wasser %	Kaseïn %	Albumin %	Fett %	Milchzucker %	Salze %
Minimum	(1,0264)	80,32	1,79	0,25	1,67	2,11	0,35
Maximum	(1,0370)	90,69	6,29	1,44	6,47	6,12	1,21
Mittel	1,0316	87,40	3,02	0,50	3,59	4,78	0,71

Unter normalen Verhältnissen schwankt der Gehalt an Wasser nur von 85,8—89,5%, der an Kaseïn + Albumin von 3,0—4,0%, der an Fett von 2,5—4,5%, an Milchzucker von 3,5—5,5%, an Salzen von 0,6—0,9%, spezifisches Gewicht bei 15° von 1,029—1,033. Weiterhin ist zu beachten, daß beträgt:

	Mittel %	Schwankungen %
1. Fettgehalt in Prozenten der Milchtrockensubstanz	28,5	25,0—33,0
2. Fettfreie Trockensubstanz	9,0	8,0—10,0

3. Spezifisches Gewicht bei 15°:

a) der Milchtrockensubstanz	b) der fettfreien Milchtrockensubstanz	c) des Serums
1,33	1,600	1,026—1,027

a) Das **spezifische Gewicht** der Milch darf erst einige Stunden nach dem Melken bestimmt werden, da die frisch gemolkene Milch stets eine geringe Verdichtung erfährt. Für die Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Milchserums empfiehlt sich in erster Linie, die Milch in verschlossenen Flaschen auf natürliche Weise gerinnen zu lassen und durch ein trockenes Filter vom Quark abzufiltrieren. Erfolgt die Gerinnung nicht freiwillig, so versetzt man die abgewogene Menge Milch mit einigen Tropfen 20-prozentiger Essigsäure, erwärmt unter Bedecken der Flasche kurze Zeit auf 40° C. und ersetzt nach dem Erkalten das etwa verdunstete Wasser.

Die Bestimmung des spezifischen Gewichts kann durch ein Pyknometer, durch die Westphalsche Wage oder durch eine Milchwage oder Laktodensimeter erfolgen. Bei der Verwendung des Pyknometers bestimmt man zuerst den Rauminhalt desselben, indem man zuvor die Tara des trockenen Kolbens feststellt, alsdann vollständig mit destilliertem Wasser von 15° C. füllt, das überschüssige Wasser durch die feine

Kapillarröhre des eingeschliffenen Glasstopfens austreten läßt und, nachdem man möglichst schnell das Kölbchen durch Abputzen mittelst Fließpapier von anhaftender Feuchtigkeit gereinigt hat, wieder wägt. Nach Füllung des Kölbchens mit der gut gemischten Milch, die auf 15° C. temperiert sein muß, erhält man durch abermaliges Wägen das Gewicht der gleichen Raummenge Milch, worauf man durch einfache Division des Gewichtes der Milch durch das des Wassers das spezifische Gewicht der Milch erfährt.

Bei Benutzung der Westphalschen Wage wird dieselbe, nachdem die Thermometerspindel in den Haken des Balkens hineingehängt ist, horizontal aufgestellt; darauf senkt man die Spindel in die auf 15° C. temperierte Flüssigkeit so weit ein, daß bei horizontaler Lage des Wagebalkens die über der Spindel befindliche Öse nebst dem unten umgeschlungenen Platindraht eben noch in die Flüssigkeit eintaucht. Hängt die Spindel so bis zur richtigen Tiefe in einer Flüssigkeit, welche leichter als Wasser ist, so setzt man in die Einschnitte des Wagebalkens auf der rechten Seite soviel von den Reitergewichten, bis der Wagebalken wieder in die horizontale Lage gebracht ist; der größte Reiter bedeutet die erste Dezimalstelle und so fort bis zum kleinsten Reiter, welcher die vierte Dezimalstelle angiebt.

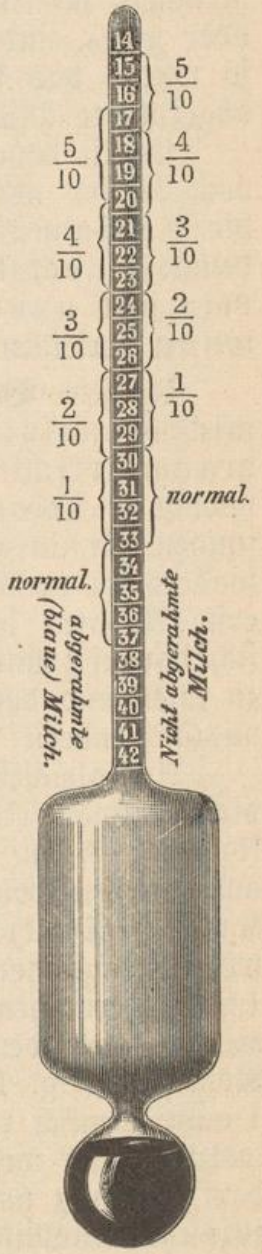


Fig. 12. Quevenneſche Senkwage.

Die Quevenneſche, von Chr. Müller verbesserte Milchwage oder das Laktodensimeter ist nichts anders als ein Aräometer, an dessen Spindel sich nur die zweite und dritte Dezimalstelle hinter den hinzu zu denkenden Zahlen 1,0 befinden, so daß 29 ein spezifisches Gewicht von 1,029, die Zahl 30 ein solches von 1,030 bedeutet ꝛc. Diese Zahlen heißen auch Grade. Fällt das spezifische Gewicht für die Vollmilch (rechte Seite der Spindel) in die Grenzen 29—34 (also 1,029—1,034 spezifisches Gewicht), so ist die Milch als rein zu bezeichnen; fällt dasselbe in die Grenzen 26—29 (also 1,026—1,029 spezifisches Gewicht), so kann man einen Zusatz von $^1/_{10}$ Wasser d. h. von 10% annehmen; liegt das spezifische Gewicht zwischen 23—26 (also 1,023—1,026), so beträgt der Wasserzusatz $^2/_{10}$ oder 20% ꝛc.

Die Quevenne-Müllersche Senkwage ist auch gleichzeitig für Untersuchung der abgerahmten Milch eingerichtet. Die Zahlen für etwaigen Wasserzusatz finden sich an der linken Seite der Spindel.

Wenn die Milch durch Abrahmen das spezifisch leichtere Fett

verliert, so nimmt die des Fettes beraubte abgerahmte oder sog. blaue Milch ein höheres spezifisches Gewicht an. Im allgemeinen liegt das spezifische Gewicht der abgerahmten Milch um 0,02 bis 0,0351 = 2—3½ Grad höher, als das der Vollmilch, und schwankt von 1,0325—1,037. Die Reinheitsgrade für die abgerahmte Milch liegen daher niedriger als die für reine ganze Milch. Wenn das spezifische Gewicht irgend einer zu untersuchenden Milch zwischen 29—33 (also 1,029—1,033) liegt, so bedeutet dieses für Vollmilch Reinheit, für abgerahmte Milch dagegen einen Zusatz von 1/10 Wasser oder 10%, und wenn das spezifische Gewicht zwischen 26 und 29 fällt, so würde das für Vollmilch einen Wasserzusatz von 10% (1/10), für abgerahmte Milch dagegen von 20% (2/10) bedeuten.

Es ist daher sehr leicht möglich, abgerahmte Milch durch Zusatz von Wasser auf das spezifische Gewicht der Vollmilch zu bringen; die Bestimmung des spezifischen Gewichtes allein giebt uns demnach noch keinen hinreichenden Beweis, daß die Milch rein und unverfälscht ist, es muß gleichzeitig eine Fettbestimmung derselben nebenher gehen.

b) Die **Bestimmung des Fettes in der Milch** kann gewichts-analytisch nach S. 8 erfolgen. Von Fr. Soxhlet ist eine aräometrische Methode zu diesem Zwecke vorgeschlagen, welche sowohl im Laboratorium wie in praktischen Betrieben Anwendung gefunden hat, in neuerer Zeit aber durch Centrifugalverfahren besonders in praktischen Betrieben vielfach verdrängt worden ist. Der erste Apparat letzterer Art war der Laktokrit, dessen Anwendung sich darauf gründet, das Kaseïn durch reichlichen Überschuß von Säuren zu lösen und das hierdurch frei gewordene Fett durch Centrifugalkraft auszuschleudern; die Höhe der Fettschicht wird direkt abgelesen.

Auf gleichem Prinzip beruhend sind jetzt mehrere Centrifugen für diesen Zweck eingerichtet, welche mit der Hand getrieben werden können. Allen diesen Apparaten werden ausführliche Gebrauchsanweisungen beigegeben. Ich beschränke mich deshalb hier auf die Kreisel-Centrifuge[1]) von N. Gerber. Bei dem Gebrauche derselben bringt man 10 ccm technisch reine Schwefelsäure von 1,850 bis 1,825 spezifischen Gewichts (bei 15° C.) mittelst einer Pipette (oder mittelst des dem Apparat beigelieferten Säure-Automats) in das Röhrchen (Fig. 13), hier Butyrometer genannt, und schichtet darauf 1 ccm chemisch reinen Amylalkohol von 0,815—0,818 spezifischem Gewicht bei 15° und vom Siedepunkt 124—130°. Der Amylalkoholzusatz darf erst kurz vor dem Milchzusatz erfolgen, kann aber auch mit der zuzusetzenden Milch vorher vermischt werden. Auch müssen Schwefelsäure

[1]) Dieselbe wird von Fr. Hugershoff in Leipzig (Albertstraße 28) angefertigt und ist für die Bestimmung nicht nur in der Voll- und Magermilch, sondern auch in den Milchprodukten (kondensierte Milch, Rahm, Butter, Käse), sowie für die Wasserbestimmung in Butter und Margarine eingerichtet.

und Amylalkohol vor dem Abmessen nahezu 15° warm sein. Darauf mißt man 11 ccm Milch von 15° ab, läßt dieselbe aus der Pipette an der Bauchung des Butyrometers auf den Amylalkohol — nicht in die Säure, um starkes Erwärmen zu vermeiden — fließen, verschließt das Butyrometer sehr gut mit einem trockenen und rissefreien Kautschukpfropfen und schüttelt unter Festhalten des letzteren rasch durch. Wenn alle Milch gelöst ist, wiegt man das Butyrometer einige Male hin und her, setzt es 15 Minuten — aber nicht länger — vor dem Centrifugieren in Wasser von 60—70°, bringt es — jedesmal zu mindestens zweien, die einander gegenüber liegen — in die zugehörige Centrifuge — mit Schnur-, Excelsior- oder Rapid-Anzug — und centrifugiert 2—3 Minuten, d. h. so lange, bis sich das Fett in schöner lichtbrechender Schicht scharf ausgeschieden hat. Proben, welche nicht scharf genug ausgeschieden sind, werden abermals einige Minuten erwärmt und noch einmal centrifugiert. Auch ist darauf zu achten, daß die Füllung außer der Fettschicht bis über den Nullpunkt hinausragt, weil sonst die Fettschicht beim Centrifugieren leicht zu tief sinkt und nicht abgelesen werden kann. Dieses kann nötigenfalls durch Hinaufpressen des Pfropfens leicht erreicht werden.

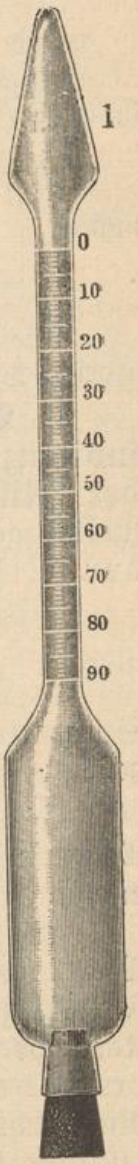


Fig. 13. Röhrchen für Gerbers Centrifuge.

Nach dem Centrifugieren wird das Röhrchen noch einige Minuten in 60—70° warmes Wasser gestellt, herausgenommen und nun rasch abgelesen, indem man dasselbe gegen das Licht hält, den Pfropfen etwas herauszieht, die Fettschicht entweder unten oder oben auf einen Hauptteilstrich einstellt und nun rasch die Höhe der Fettschicht in $^1/_{10}$ Teilstrichen oder Graden abliest. Bei Vollmilch gilt der niedrigste, bei Magermilch dagegen der mittlere Punkt des oberen Meniskus als der richtige Ablesungspunkt. Die abgelesene Anzahl Teilstriche oder Grade $\times$ $^1/_{10}$ sind gleich Fettprozente (also z. B. abgelesene Grade $35 \times {}^1/_{10} = 3{,}5$ Gewichtsprozent Fett). Die Ablesung kann mit Sicherheit auf $^1/_2{}^0 = 0{,}05$ Gewichtsprozent geschehen, also $33^1/_2{}^0 = 3{,}35$ Gewichtsprozent Fett; $^1/_3$ und $^1/_4$ Grad lassen sich, besonders mittelst einer Lupe, abschätzen.

Man liest stets zweimal ab, einmal oben, das andere Mal unten, wobei zu beachten ist, daß der Einstellungspunkt mit dem Pfropfen auch wirklich festgehalten wird. Stimmen zwei Ablesungen nicht untereinander, so setzt man das Butyrometer noch einmal kurze Zeit ins Wasserbad und liest nochmals ab.

c) Der **Wasser- bezw. Trockensubstanzgehalt der Milch** wird nach S. 2 bestimmt.

d) Von den vielen für die **Berechnung des Fett- bezw.**

Trockensubstanzgehaltes vorgeschlagenen Formeln sei nur die zuletzt von W. Fleischmann gefundene Formel mitgeteilt, welche unter der Annahme des spezifischen Gewichts des Milchfettes = 0,93 bei 15° und der fettfreien Trockensubstanz = 1,5847 berechnet worden ist.

Ist t = Trockensubstanz, f = Fettgehalt und s = spezifisches Gewicht der Milch, so wird:

$$t = 1{,}2\ f + 2{,}665\ \frac{100\ s - 100}{s}$$

$$f = 0{,}883\ t - 2{,}22\ \frac{100\ s - 100}{s}$$

Hat z. B. eine Milch ergeben:

Spezifisches Gewicht (s) = 1,0315, Fett (f) = 3,50 % und Trockensubstanz (t) = 12,30 %, so ist:

$$t = 1{,}2 \times 3{,}50 + 2{,}665 \times \frac{100 \times 1{,}0315 - 100}{1{,}0315} = 12{,}33\ \%$$

und

$$f = 0{,}833 \times 12{,}30 - 2{,}22 \times \frac{100 \times 1{,}0315 - 100}{1{,}0315} = 3{,}47\ \%.$$

Die Formeln können daher zur Kontrolle dienen, ob man richtig gearbeitet hat.

e) **Berechnung des spezifischen Gewichtes der Trockensubstanz und des Gehaltes an fettfreier Trockensubstanz in der Milch.** a) Aus dem spezifischen Gewichte (s) und dem Trockensubstanzgehalte (t) der Milch berechnet sich das spezifische Gewicht der Milchtrockensubstanz (m) nach der Formel

$$m = \frac{ts}{ts - 100\ s + 100.}$$

b) Der Gehalt an fettfreier Trockensubstanz (r) wird durch Subtraktion des Fettgehaltes (f) vom Trockensubstanzgehalt (t) erhalten: r = t — f.

f) Zur **Bestimmung des Gesamtstickstoffs** werden 15—20 g Milch nach Zusatz von 20 ccm Schwefelsäure erst mit kleiner Flamme erhitzt und dann weiter in der üblichen Weise behandelt.

Die Gesamteiweißstoffe werden nach Ritthausen in 25 ccm Milch nach Verdünnung derselben mit 400 ccm Wasser mit 10 ccm Fehlingscher Kupferlösung und 6,5—7,5 ccm einer Lösung von Kali- oder Natronlauge, welche 14,2 g KOH oder 10,2 g NaOH pro 1 l enthält, gefällt. Die Flüssigkeit muß nach dem Absetzen des Niederschlages noch ganz schwach sauer oder neutral, keinesfalls aber alkalisch reagieren; beim geringsten Überschuß von Alkali bleibt die Flüssigkeit trübe. Die letztere wird, wenn sie klar geworden ist, durch ein Filter von bekanntem Stickstoffgehalt filtriert, der Niederschlag einige Mal mit Wasser dekantiert, dann aufs Filter gebracht, mit Wasser ausgewaschen und samt dem Filter nach Kjeldahl verbrannt. Aus dem gefundenen Stickstoff (d. h. Gesamtstickstoff — Filterstickstoff) berechnet man die Stickstoffsubstanz durch Multiplikation mit 6,37.

Den Gehalt an Nichteiweißstoffen erfährt man durch Eindampfen

des Filtrats in Hoffmeisterschen Glasschälchen und Verbrennen des samt Schälchen zerstoßenen Rückstandes nach Kjeldahl.

g) Zur Bestimmung des **Kaseïns, Albumins und Laktoproteïns** werden 10—20 g Milch mit der 10-fachen Menge Wasser verdünnt, schwach (bis höchstens 40° C.) erwärmt und mit einigen Tropfen Essigsäure versetzt. Das Koagulum, welches das Fett mit eingeschlossen enthält, wird auf einem bei 100° C. getrockneten und gewogenen Filter gesammelt, zur Entfernung der Molke mit lauwarmem Wasser ausgewaschen, darauf getrocknet und gewogen. Das Filtrat benutzt man zur Bestimmung des Albumins und des Laktoproteïns.

Der Kaseïnrückstand wird mit Alkohol und darauf mit Äther zur Entfernung des Fettes ausgewaschen, bei 100° C. getrocknet und gewogen.

Im Filtrat scheidet man das Albumin, welches die Eigenschaft hat, erst in der Siedehitze zu gerinnen, durch Kochen ab und bestimmt dasselbe in derselben Weise, wie das Kaseïn durch Wägung.

In der von Kaseïn und Albumin abfiltrierten Molke sind nun noch Stickstoffverbindungen enthalten, welche als peptonisierte Eiweißstoffe zu bezeichnen sind; man nennt dieselben Laktoproteïne. Um auch diese zu bestimmen, dampft man das Filtrat unter Zusatz von etwas Gips im Hoffmeisterschen Schälchen zur Trockne ein, zerreibt Schale mit Inhalt und bestimmt den Stickstoffgehalt nach Kjeldahl. Die enthaltene Zahl mit 6,25 multipliziert giebt den Gehalt an sog. Laktoproteïn an.

h) Der **Milchzucker** wird gewichtsanalytisch in der Weise bestimmt, daß 25 ccm wie unter f bei Bestimmung der Gesamteiweißstoffe behandelt werden, sodann die Lösung auf 500 ccm aufgefüllt und durch ein trockenes Faltenfilter filtriert wird. Zu 100 ccm des klaren Filtrates werden 50 ccm kochender Fehlingscher Lösung gesetzt, die Flüssigkeit wird 6 Minuten lang im Sieden erhalten und darauf das ausgeschiedene Kupferoxydul wie S. 11 angegeben gesammelt und weiter behandelt. 1 mg Cu ist annähernd = 0,73 g Milchzucker.

i) Zur **Bestimmung der Asche** verdampft man 30 g Milch nach Zusatz von einigen Tropfen Essigsäure und verbrennt den Rückstand bei möglichst niedriger Glühhitze.

Die letzten schwer verbrennenden Kohlenteilchen kann man auf die Weise entfernen, daß man auf die schwach glühende Masse an den Stellen, wo noch kohlige Substanz vorhanden ist, etwas trockenes salpetersaures Ammon fallen läßt; jedoch ist ein Überschuß des letzteren zu vermeiden, weil sonst eine wesentliche Veränderung in der Beschaffenheit der Asche eintritt und die Bestimmung der Gesamtasche ungenau ausfällt. Ein noch zuverlässigeres Resultat wird man erhalten, wenn man die gut verkohlte Masse mit Wasser mehrmals auskocht; der Rückstand läßt sich dann gewöhnlich leicht weiß brennen und wird hierauf mit dem wässerigen Auszug vereinigt, das Ganze zur Trockne verdampft und nach gelindem Glühen gewogen.

k) **Anhaltepunkte für die Beurteilung.** Man kann annehmen, daß unter hiesigen Verhältnissen bei unverfälschter Milch schwankt

das spezifische Gewicht bei 15° C. . . . . von 1,029— 1,033
der Gehalt an Fett . . . . . „ 2,50 — 4,50%
„ „ „ Trockensubstanz . . . . . „ 10,50 —14,20 „
„ „ „ fettfreier Trockensubstanz . . „ 8,00 —10,00 „

und der Gehalt der Trockensubstanz an Fett nicht unter 20% sinkt, bezw. das spezifische Gewicht der Trockensubstanz sich nicht über 1,4 erhebt. Bei täglich dreimaligem Melken kann der Fettgehalt der Morgenmilch aus den angegebenen Grenzen nach unten sehr wohl heraustreten, ohne daß Fälschung vorliegt.

Für die Erkennung der verschiedenen Arten der Milchfälschung dienen folgende Anhaltspunkte:

1. Durch die Wässerung der Milch wird a) das spezifische Gewicht der Milch und des Serums erniedrigt, b) der Gehalt der Milch an sämtlichen Bestandteilen gleichmäßig erniedrigt, einschließlich des Gehaltes an fettfreier Trockensubstanz. Dagegen c) bleibt der Fettgehalt der Milchtrockensubstanz bezw. deren spezifisches Gewicht normal.

Eine Milch ist, falls es sich nicht um die Milch einer einzelnen Kuh handelt, als gewässert zu bezeichnen, wenn das spezifische Gewicht der Milch unter 1,028, das des Serums unter 1,026 und der Gehalt an fettfreier Trockensubstanz unter 8% erheblich herabsinkt.

Fällt hierbei der Fettgehalt der Milchtrockensubstanz nicht unter 20%, bezw. steigt das spezifische Gewicht derselben nicht über 1,4, so ist nur eine Wässerung anzunehmen.

2. Durch die Entrahmung der Milch oder das Vermischen von Milch mit entrahmter Milch wird

a) das spezifische Gewicht der Milch erhöht, während das des Serums dasselbe bleibt;

b) auch Trockensubstanz- und Fettgehalt werden erniedrigt, jedoch letzterer mehr als ersterer, es kann daher der Gehalt an fettfreier Trockensubstanz über 8% betragen;

c) der Fettgehalt der Milchtrockensubstanz fällt, bezw. ihr spezifisches Gewicht steigt.

Eine Milch ist, falls es sich nicht um die Milch einer einzelnen Kuh handelt, als entrahmt oder als mit entrahmter Milch vermischt zu bezeichnen, wenn bei erhöhtem spezifischen Gewicht der Milch und normalem spezifischen Gewicht des Serums der Fettgehalt der Milchtrockensubstanz unter 20% erheblich sinkt, bezw. ihr spezifisches Gewicht über 1,4 erheblich steigt.

3. Wässerung und Entrahmung gleichzeitig liegen vor, wenn bei unter Umständen normalem spezifischen Gewicht der Milch, das spezifische Gewicht des Serums erheblich unter 1,026 sinkt und bei erniedrigtem Gehalt an sämtlichen Milchbestandteilen der Fettgehalt der Milchtrockensubstanz erheblich unter 20% sinkt, bezw. deren spezifisches Gewicht erheblich über 1,4 steigt.

Durch die vorstehenden Anhaltspunkte können nur verhältnismäßig grobe Verfälschungen der Milch nachgewiesen werden, auch ist es unmöglich, auch nur annähernd den Grad derselben festzustellen. Entfernen sich daher die gefundenen Zahlen nur wenig von den oben angeführten nach oben wie nach unten, oder soll der Grad der Verfälschung annähernd festgestellt werden, so ist unbedingt die Stallprobe erforderlich. Hierbei ist in derselben Weise zu verfahren, wie bei der fraglichen Milchprobe; so ist dieselbe Melkzeit zu wählen; dieselben Kühe sind zu berücksichtigen; es ist darauf zu achten, daß die Kühe vollständig ausgemolken werden, ferner ob in der Haltung der Kühe eine Änderung eingetreten ist oder ob die Witterung umgeschlagen ist. In keinem Falle soll die Stallprobe später als am 3. Tage nach der Melkzeit der fraglichen Milch vorgenommen werden.

Für die Berechnung des Wasserzusatzes und des Entrahmungsgrades sind bestimmte Formeln aufgestellt, die ich hier nicht näher erläutern kann (vergl. J. König: Die Untersuchung landw. u. gewerbl. wichtige Stoffe. Berlin, Verlagsbuchhandlung Paul Parey. 2. Auflage 1898. S. 370).

2. Rahm, Magermilch, Buttermilch, Molken.

a) **Der Rahm.** Die Milch läßt sich durch Aufrahmung oder Centrifugieren in einen mehr oder weniger fettreichen Teil, den Rahm, und in einen anderen, fettarmen Teil, die Magermilch, trennen. Je nach der Art der Entrahmung schwankt der prozentische Fettgehalt des Rahms zwischen weiten Grenzen. Weniger fettreicher Rahm wird gewöhnlich als „Kaffeerahm“ und fettreicherer als „Schlagrahm“ verkauft. Der Handelswert des Rahms richtet sich lediglich nach dessen Fettgehalt.

Ein Fettgehalt von 10% dürfte als das Minimum für Rahm anzusehen sein. Wie die Milch, so darf auch der Rahm beim Verkaufe noch nicht so stark gesäuert sein, daß er beim Aufkochen gerinnt.

Der Wert des Rahmes wird einzig durch dessen Fettgehalt bedingt und kann wie folgt berechnet werden:

Ist a der ortsübliche Marktpreis eines Liters Milch in Pfennigen und F der prozentische Fettgehalt des Rahms, so erhält man annähernd den Wert eines Liters Rahm (x) aus der Gleichung

$$x = \frac{a \cdot F}{3{,}4} \text{ Pfennige.}$$

Kostet z. B. das Liter Milch 17 Pf. und wäre F = 10, so erhielte man x = 50 Pf.

b) **Die Magermilch** enthält nach dem üblichen Aufrahmungsverfahren gewöhnlich nicht über 0,5%, nach dem Centrifugalverfahren durchweg 0,1—0,2% Fett.

Auch die Magermilch des Handels darf noch nicht so weit

gesäuert sein, daß sie das Aufkochen nicht mehr verträgt, ohne zu gerinnen. Verfälscht wird sie zuweilen durch Zusatz von Wasser.

Für den Nachweis des Wasserzusatzes genügt in den meisten Fällen die Bestimmung des spezifischen Gewichtes. Dasselbe beträgt bei 15° C. im Mittel 1,0345 und schwankt gewöhnlich zwischen 1,032 und 1,0365, und die fettfreie Trockensubstanz der Magermilch stellt sich im Mittel auf 9,40% und schwankt für die meisten Fälle zwischen 8,50 und 10,50%.

c) **Die Buttermilch.** Ungewässerte, bei regelrechtem Buttern gewonnene Buttermilch hat ein spezifisches Gewicht von 1,032 und 1,035 bei 15° C., und einen Fettgehalt von 0,3 und 0,8%.

d) **Die Molken.** Der Wert der Molken hängt von deren Produktionskosten ab, die sehr verschieden sein können; er ist im wesentlichen durch den Milchzucker (5,85%) bedingt; denn bei 93,31% Wasser im Mittel enthalten sie nur wenig Stickstoffsubstanz (0,27%), wenig Fett (0,10%) und Mineralstoffe (0,47%). Das spezifische Gewicht schwankt gleich dem des Milchserums von 1,027—1,029.

Die chemischen Untersuchungsmethoden für Rahm, Magermilch, Buttermilch und Molken sind im allgemeinen dieselben, wie die für Vollmilch, doch sind unter Umständen geringere (z. B. bei Fettbestimmung im Rahm) oder größere Substanzmengen zu verwenden, wie sie bei den einzelnen Verfahren schon angegeben sind.

3. Butter.

a) **Probenahme.** 1. Die Entnahme der Proben hat an verschiedenen Stellen des Buttervorrates zu erfolgen und zwar von der Oberfläche, vom Boden und aus der Mitte. Zweckmäßig bedient man sich dabei eines Stechbohrers aus Stahl. Die entnommene Menge soll nicht unter 100 g betragen.

2. Die einzelnen entnommenen Proben sind mit den Handelsbezeichnungen (z. B. Dauerbutter u. s. w.) zu versehen.

3. Aufzubewahren und zu versenden ist die Probe in sorgfältig gereinigten Gefäßen von Porzellan, glasiertem Thone, Steingut (Salbentöpfe der Apotheker) oder von dunkel gefärbtem Glas, welche sofort möglichst luft- und lichtdicht zu verschließen sind. Papierumhüllungen sind zu vermeiden. Die Versendung geschehe ohne Verzug. Insbesondere für die Beurteilung eines Fettes auf Grund des Säuregrads ist jede Verzögerung, ungeeignete Aufbewahrung sowie Unreinlichkeit von Belang.

b) **Untersuchung.** Zur Bestimmung des Wassers werden 5 g Butter, die von möglichst vielen Stellen des Stückes zu entnehmen sind, in einer mit gepulvertem, ausgeglühtem Bimssteine beschickten, tarierten, flachen Nickelschale abgewogen, indem man mit einem blanken Messer dünne Scheiben der Butter über dem Schalenrand abstreift; hierbei ist für möglichst gleichförmige Verteilung Sorge zu tragen. Die Schale wird in einen Soxhlet'schen Trockenschrank mit

Glycerinfüllung oder einen Vakuumtrockenapparat gestellt. Nach einer halben Stunde wird die im Trockenschrank erfolgte Gewichtsabnahme festgestellt; fernere Gewichtskontrollen erfolgen nach je weiteren 10 Minuten, bis keine Gewichtsabnahme mehr zu bemerken ist; zu langes Trocknen ist zu vermeiden, da alsdann durch Oxydation des Fettes wieder Gewichtszunahme eintritt.

Die Bestimmung von Kaseïn, Milchzucker und Mineralbestandteilen erfolgt in folgender Weise:

5 bis 10 g Butter werden in einer Schale unter häufigem Umrühren etwa 6 Stunden im Trockenschranke bei 100° C. vom größten Teile des Wassers befreit; nach dem Erkalten wird das Fett mit etwas absolutem Alkohol und Äther gelöst, der Rückstand durch ein gewogenes Filter von bekanntem geringem Aschengehalte filtriert und mit Äther hinreichend nachgewaschen. Der getrocknete und gewogene Filterinhalt ergiebt die Menge des wasserfreien Nichtfetts (Kaseïn + Milchzucker + Mineralbestandteile).

Zur Bestimmung der Mineralbestandteile wird das Filter samt Inhalt in einer Platinschale mit kleiner Flamme verkohlt. Die Kohle wird mit Wasser angefeuchtet, zerrieben und mit heißem Wasser wiederholt ausgewaschen; den wässerigen Auszug filtriert man durch ein kleines Filter von bekanntem geringem Aschengehalte. Nachdem die Kohle ausgelaugt ist, giebt man das Filterchen in die Platinschale zur Kohle, trocknet beide und verascht sie. Alsdann giebt man die filtrierte Lösung in die Platinschale zurück, verdampft sie nach Zusatz von etwas Ammoniumcarbonat zur Trockne, glüht ganz schwach, läßt im Exsikkator erkalten und wägt.

Zieht man den auf diese Weise ermittelten Gehalt an Mineralbestandteilen von der Gesamtmenge von Kaseïn + Milchzucker + Mineralbestandteilen ab, so erhält man die Menge des im wesentlichen aus Kaseïn und Milchzucker bestehenden „organischen Nichtfetts."

Die Bestimmung des Chlors erfolgt entweder gewichtsanalytisch oder maßanalytisch in dem wässerigen Auszuge der Asche, bezw. bei hohem Kochsalzgehalte der Asche in einem abgemessenen Teile des auf ein bestimmtes Volum gebrachten Aschenauszugs nach S. 20.

Das Kaseïn wird in einer zweiten etwa gleich großen Menge Butter bestimmt, indem man die Hauptmenge des Fettes mit Alkohol und Äther entfernt, filtriert und den Filterrückstand nach der Methode von Kjeldahl verbrennt. Der gefundene Stickstoff mit 6,37 multipliziert ergiebt die Menge des vorhandenen Kaseïns.

Den Milchzucker berechnet man meist aus der Differenz von (Kaseïn + Milchzucker + Salzen) und den einzeln ermittelten Mengen von Kaseïn + Salzen).

Der Fettgehalt der Butter wird mittelbar bestimmt, indem man die für Wasser, Kaseïn, Milchzucker und Mineralbestandteile gefundenen Werte von 100 abzieht.

Als Konservierungsmittel haben wir Borsäure, Salicylsäure,

Formaldehyd u. s. w. Zum Nachweis der Borsäure werden 10 g Butter mit alkoholischem Kali in einer Platinschale verseift, die Seifenlösung wird eingedampft und verascht; die Asche wird mit Salzsäure übergossen und in diese Lösung ein Streifen von gelbem Kurkumapapier getaucht. Bei Gegenwart von Borsäure zeigt das bei 100° C. getrocknete Papier an der eingetauchten Stelle eine rote Färbung, welche durch Auftragen eines Tropfens verdünnter Natriumcarbonatlösung in Blau übergeht.

Mischt man in einem Probierröhrchen 4 ccm Alkohol von 20 Volumprozent mit 2—3 Tropfen einer verdünnten Eisenchloridlösung, fügt 2 ccm Butterfett hinzu und mischt die Flüssigkeit durch Umschütteln, so färbt sich bei Gegenwart von Salicylsäure die untere Schicht violett.

Formaldehyd weist man in der Weise nach, daß man 50 g Butter in einem Kolben von etwa 250 ccm Inhalt mit 50 ccm Wasser versetzt und erwärmt; nach dem Schmelzen der Butter destilliert man unter Einleiten von Wasserdampf 25 ccm Flüssigkeit ab, versetzt 10 ccm des Destillats mit 2 Tropfen ammoniakalischer Silberlösung [1]) und läßt mehrere Stunden im Dunkeln stehen; bei Gegenwart von Formaldehyd entsteht eine schwarze Trübung.

Die Gegenwart fremder Farbstoffe erkennt man durch Schütteln des geschmolzenen Butterfetts mit absolutem Alkohol oder mit Petroleumäther von spezifischem Gewicht 0,638. Nicht künstlich gefärbtes Butterfett erteilt diesen Lösungsmitteln keine oder nur eine schwach gelbliche Färbung, während sie sich bei gefärbtem Butterfette deutlich gelb färben.

Zum Nachweise gewisser Teerfarbstoffe werden 2—3 g Butterfett in 5 ccm Äther gelöst und die Lösung in einem Probierröhrchen mit 5 ccm konzentrierter Salzsäure vom spezifischen Gewicht 1,125 kräftig geschüttelt. Bei Gegenwart gewisser Azofarbstoffe färbt sich die sich unten absetzende Salzsäureschicht deutlich rot.

Handelt es sich um die Untersuchung einer Butter auf fremde Fette, so genügt in der Regel die refraktometrische Untersuchung, die Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren und die Prüfung auf Sesamöl.

α) Bestimmung des Brechungsvermögens mit dem Butterrefraktometer der Firma Carl Zeiß, optische Werkstätte in Jena. Die wesentlichen Teile des Butterrefraktometers (vergl. Fig. 14) sind zwei Glasprismen, die in den zwei Metallgehäusen A und B enthalten sind. Je eine Fläche der beiden Glasprismen liegt frei. Das Gehäuse B ist um die Achse C drehbar, so daß die beiden freien Glasflächen der Prismen auf einander gelegt und von einander entfernt werden können. Die beiden Metallgehäuse

---

[1]) Die ammoniakalische Silberlösung erhält man durch Auflösen von 1 g Silbernitrat in 30 ccm Wasser, Versetzen der Lösung mit verdünntem Ammoniak, bis der anfänglich entstehende Niederschlag sich wieder gelöst hat und Auffüllen der Lösung mit Wasser auf 50 ccm.

sind hohl; läßt man warmes Wasser hindurchfließen, so werden die Glasprismen erwärmt. An das Gehäuse A ist eine Metallhülse für ein Thermometer M angesetzt, dessen Quecksilbergefäß bis in das Gehäuse A reicht. K ist ein Fernrohr, in dem eine von 0—100 eingeteilte Skala angebracht ist; J ist ein Quecksilberspiegel, mit Hilfe dessen die Prismen und die Skala beleuchtet werden.

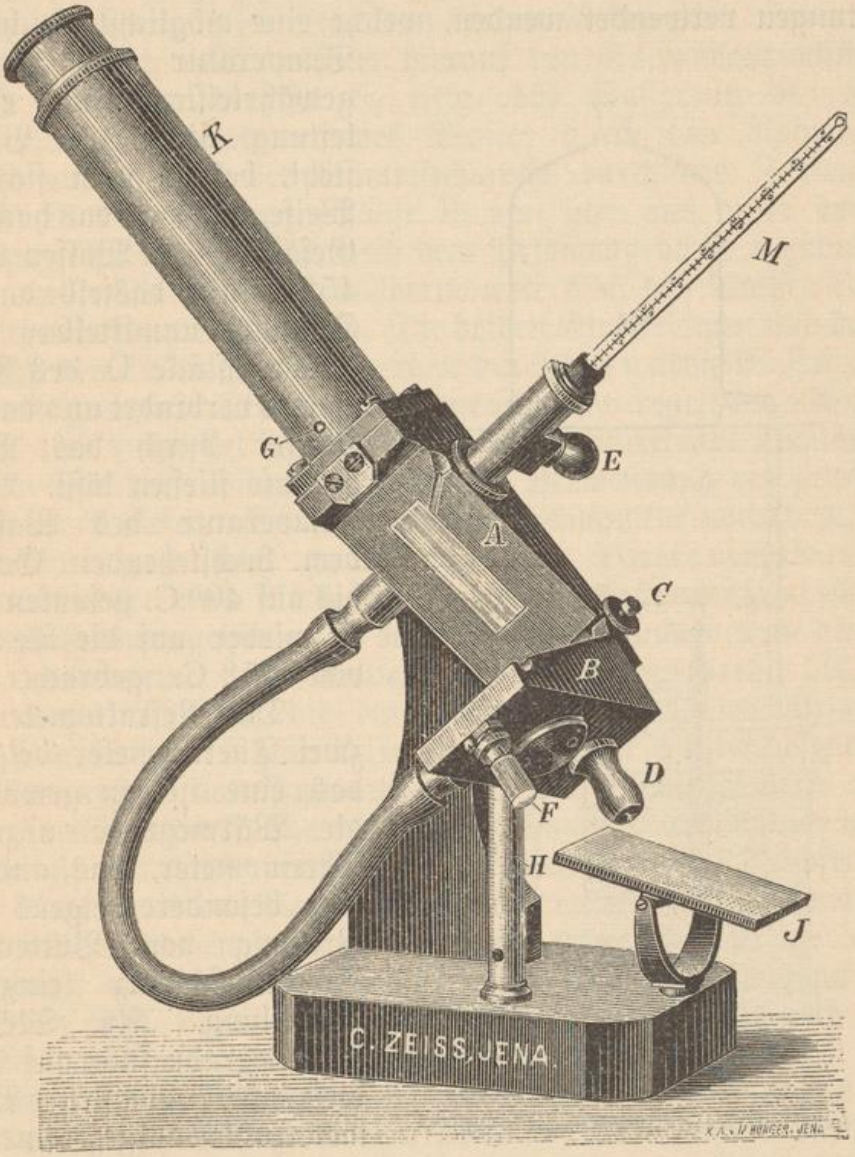


Fig. 14. Butterrefraktometer.

Zur Erzeugung des für die Butterprüfung erforderlichen warmen Wassers kann die in Fig. 15 gezeichnete Heizvorrichtung dienen. Der einfache Heizkessel ist mit einem gewöhnlichen Thermometer T_1 und einem sog. Thermoregulator S_1 mit Gasbrenner B_1 versehen. Der Rohrstutzen A_1 steht durch einen Gummischlauch mit einem $^1/_2$—1 m höher stehenden Gefäße C_1 mit kaltem Wasser (z. B. einer Glasflasche) in Verbindung; der Gummischlauch trägt einen Schraubenquetsch-

hahn E_1. Vor Anheizung des Kessels läßt man ihn durch Öffnen des Quetschhahns E_1 voll Wasser fließen, schließt dann den Quetschhahn, verbindet das Schlauchstück G_1 mit der Gasleitung und entzündet die Flamme bei B_1. Durch Drehen an der Schraube P_1 reguliert man den Gaszufluß zu dem Brenner B_1 ein- für allemal in der Weise, daß die Temperatur des Wassers in dem Kessel 40—45° C. beträgt. An Stelle der hier beschriebenen Heizvorrichtung können auch andere Einrichtungen verwendet wenden, welche eine möglichst gleichbleibende Temperatur des Heizwassers gewährleisten. Falls eine Gasleitung nicht zur Verfügung steht, behilft man sich in der Weise, daß man das hochstehende Gefäß C_1 mit Wasser von etwa 45° C. füllt, dasselbe durch einen Schlauch unmittelbar mit dem Schlauchstücke D des Refraktometers verbindet und das warme Wasser durch das Prismengehäuse fließen läßt. Wenn die Temperatur des Wassers in dem hochstehenden Gefäße C_1 bis auf 40° C. gesunken ist, muß es wieder auf die Temperatur von 45° C. gebracht werden.

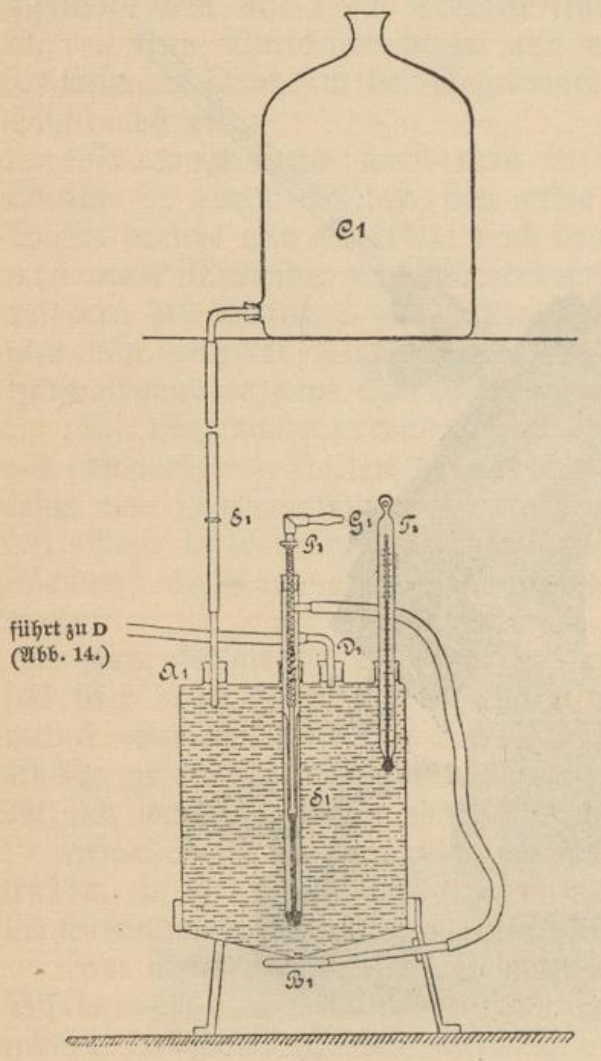


Fig. 15. Heizvorrichtung für das Butterrefraktometer.

Dem Refraktometer werden zwei Thermometer beigegeben; das eine ist ein gewöhnliches, die Wärmegrade anzeigendes Thermometer, das andere hat eine besondere, eigens für die Prüfung von Butter bezw. Schweineschmalz eingerichtete Einteilung. An Stelle der Wärmegrade sind auf letzterem diejenigen höchsten Refraktometerzahlen aufgezeichnet, welche normales Butterfett bezw. Schweineschmalz erfahrungsgemäß bei den betreffenden Temperaturen zeigt. Da die Refraktometerzahlen der Fette bei steigender Temperatur kleiner werden, so nehmen die Gradzahlen des besonderen Thermometers, im Gegensatze zu den gewöhnlichen Thermometern, von oben nach unten zu.

Aufstellung des Refraktometers und Verbindung mit der Heizvorrichtung. Man hebt das Instrument aus dem zugehörigen Kasten heraus, wobei man nicht das Fernrohr K, sondern

die Fußplatte anfaßt, und stellt es so auf, daß man bequem in das Fernrohr hineinschauen kann. Zur Beleuchtung dient das durch das Fenster einfallende Tageslicht oder das Licht einer Lampe.

Man verbindet das an dem Prismengehäuse B des Refraktometers (Fig. 14) angebrachte Schlauchstück D mit dem Rohrstutzen D_1 des Heizkessels; gleichzeitig schiebt man über das an der Metallhülse des Refraktometers angebrachte Schlauchstück E einen Gummischlauch, den man zu einem tiefer stehenden leeren Gefäß oder einem Wasserablaufbecken leitet. Man öffnet hierauf den Schraubenquetschhahn E_1 und läßt aus dem Gefäße C_1 (Fig. 15) Wasser in den Heizkessel fließen. Dadurch wird warmes Wasser durch den Rohrstutzen D_1 (Fig. 15) und mittelst des Gummischlauchs durch das Schlauchstück D (Fig. 14) in das Prismengehäuse B, von hier aus durch den in der Fig. 14 gezeichneten Schlauch nach dem Prismengehäuse A gedrängt und fließt durch die Metallhülse des Thermometers M, den Stutzen E und den daran angebrachten Schlauch ab. Die beiden Glasprismen und das Quecksilbergefäß des Thermometers werden durch das warme Wasser erwärmt.

Durch geeignete Stellung des Quetschhahns regelt man den Wasserzufluß zu dem Heizkessel so, daß das aus E austretende Wasser nur in schwachem Strahle ausfließt und daß bei Verwendung des gewöhnlichen Thermometers dieses möglichst nahe eine Temperatur von 40° C. anzeigt.

Aufbringen des geschmolzenen Butterfetts auf die Prismenfläche und Ablesung der Refraktometerzahl. Man öffnet das Prismengehäuse des Refraktometers, indem man den Stift F (Fig. 14) etwa eine halbe Umdrehung nach rechts dreht, bis Anschlag erfolgt, dann läßt sich die eine Hälfte des Gehäuses (B) zur Seite legen. Die Stütze H hält B in der in Figur 14 dargestellten Lage fest. Man richtet das Instrument mit der linken Hand so weit auf, daß die freiliegende Fläche des Glasprismas B annähernd horizontal liegt, bringt mit Hilfe eines kleinen Glasstabes drei Tropfen des filtrierten Butterfetts auf die Prismenfläche, verteilt das geschmolzene Fett mit dem Glasstäbchen so, daß die ganze Glasfläche davon benetzt ist, und schließt dann das Prismengehäuse wieder Man drückt zu dem Zwecke den Teil B an A an und führt den Stift F durch Drehung nach links wieder in seine anfängliche Lage zurück; dadurch wird der Teil B am Zurückfallen verhindert und zugleich ein dichtes Aufeinanderliegen der beiden Prismenflächen bewirkt. Das Instrument stellt man dann wieder auf seine Bodenplatte und giebt dem Spiegel eine solche Stellung, daß die Grenzlinie zwischen dem hellen und dunklen Teile des Gesichtsfeldes deutlich zu sehen ist, wobei nötigenfalls der ganze Apparat etwas verschoben oder gedreht werden muß. Ferner stellt man den oberen ausziehbaren Teil des Fernrohrs so ein, daß man die Skala scharf sieht.

Nach dem Aufbringen des geschmolzenen Butterfetts auf die Prismenfläche wartet man etwa 3 Minuten und liest dann in dem Fernrohr ab, an welchem Teilstriche der Skala die Grenzlinie zwischen dem hellen und dunklen Teile des Gesichtsfeldes liegt; liegt sie zwischen

zwei Teilstrichen, so werden die Bruchteile durch Abschätzen ermittelt. Sofort hinterher liest man das Thermometer ab.

Bei Verwendung des gewöhnlichen Thermometers sind die abgelesenen Refraktometerzahlen in der Weise auf die Normaltemperatur von 40° C. umzurechnen, daß für jeden Temperaturgrad, den das Thermometer über 40° C. zeigt, 0,55 Teilstriche zu der abgelesenen Refraktometerzahl zuzuzählen sind, während für jeden Temperaturgrad, den das Thermometer unter 40° C. zeigt, 0,55 Teilstriche von der abgelesenen Refraktometerzahl abzuziehen sind.

Bei Verwendung des Thermometers mit besonderer Einteilung zieht man die an dem Thermometer abgelesenen Grade von der in dem Fernrohr abgelesenen Refraktometerzahl ab und giebt den Unterschied mit dem zugehörigen Vorzeichen an. Wurde z. B. im Fernrohre die Refraktometerzahl 44,5, am Thermometer aber 46,7° abgelesen, so ist die Refraktometerdifferenz des Fettes 44,5 — 46,7 = — 2,2.

Die Refraktometerprobe kann nur als Vorprüfung herangezogen werden; sie hat für sich allein keinen ausschlaggebenden Wert.

Reinigung des Refraktometers. Nach jedem Versuche müssen die Oberflächen der Prismen und deren Metallfassungen sorgfältig von dem Fette gereinigt werden. Dies geschieht durch Abreiben mit weicher Leinwand oder weichem Filtrierpapier, wenn nötig, unter Benutzung von etwas Äther.

Prüfung der Refraktometerskala auf richtige Einstellung. Vor dem erstmaligen Gebrauch und späterhin von Zeit zu Zeit ist das Refraktometer daraufhin zu prüfen, ob nicht eine Verschiebung der Skala stattgefunden hat. Hierzu bedient man sich der dem Apparate beigegebenen Normalflüssigkeit. Man schraubt das zu dem Refraktometer gehörige gewöhnliche Thermometer auf, läßt Wasser von Zimmertemperatur durch das Prismengehäuse fließen (man heizt also in diesem Falle die Heizvorrichtung nicht an), bestimmt in der vorher beschriebenen Weise die Refraktometerzahl der Normalflüssigkeit und liest gleichzeitig den Stand des Thermometers ab. Wenn die Skala richtig eingestellt ist, muß die Normalflüssigkeit bei verschiedenen Temperaturen folgende Refraktometerzahlen zeigen:

Bei einer Temperatur von	Skalenteile	Bei einer Temperatur von	Skalenteile
25°	71,2	16°	76,7
24°	71,8	15°	77,3
23°	72,4	14°	77,9
22°	73,0	13°	78,6
21°	73,6	12°	79,2
20°	74,3	11°	79,8
19°	74,9	10°	80,4
18°	75,5	9°	81,0
17°	76,1	8°	81,6

Weicht die Refraktometerzahl bei der Versuchstemperatur um $^1/_4$ Teilstrich oder mehr von der in der Tabelle angegebenen Zahl ab, so ist das Instrument einem geprüften Nahrungsmittel-Chemiker zur Richtigstellung zu übergeben. Nach der Rückgabe ist das Refraktometer aufs neue in der angegebenen Weise zu prüfen.

β) Die Bestimmung der in Wasser löslichen Fettsäuren (der Reichert-Meißlschen Zahl). Die Reichert-Meißlsche Zahl giebt diejenige Anzahl Kubikcentimeter $^1/_{10}$-Normallauge an, welche zur Neutralisation der aus 5 g geschmolzenem und filtriertem Fett unter bestimmten, unten beschriebenen Bedingungen abdestillierten flüchtigen, wasserlöslichen Fettsäuren erforderlich sind und nicht die Kubikcentimeter $^1/_{10}$-Normal-Alkali an, welche zur Neutralisation der Gesamtmenge der flüchtigen Fettsäuren von 5 g Fett erforderlich sind.

Die Ausführung der Methode geschieht nach dem Reichertschen Prinzip mit den Abänderungen von E. Meißl und R. Sendtner in folgender Weise:

Genau 5 g Butterfett werden mit einer Pipette in einem Kölbchen von 300—350 ccm Inhalt abgewogen und das Kölbchen auf das kochende Wasserbad gestellt. Zu dem geschmolzenen Fette läßt man aus einer Pipette unter Vermeidung des Einblasens 10 ccm einer alkoholischen Kalilauge (20 g Kaliumhydroxyd in 100 ccm Alkohol von 70 Volumprozent gelöst) fließen. Während man nun den Kolbeninhalt durch Schütteln öfter zerteilt, läßt man den Alkohol zum größten Teile weggehen; es tritt bald Schaumbildung ein, die Verseifung geht zu Ende und die Seife wird zähflüssig; sodann bläst man so lange in Zwischenräumen von etwa je $^1/_2$ Minute mit einem Handblasebalg unter gleichzeitiger schüttelnder Bewegung des Kolbens Luft ein, bis durch den Geruch kein Alkohol mehr wahrzunehmen ist. Der Kolben darf hierbei nur immer so lange und so weit vom Wasserbade entfernt werden, als es die Schüttelbewegung erfordert. Man verfährt am besten in der Weise, daß man mit der Rechten den Ballon des Blasebalges drückt, während die Linke den Kolben, in dessen Hals das mit einem gebogenen Glasrohre versehene Schlauchende des Ballons eingeführt ist, faßt und schüttelt. Auf diese Art ist in 15, längstens in 25 Minuten die Verseifung und die vollständige Entfernung des Alkohols bewerkstelligt. Man läßt nun sofort 100 ccm Wasser zufließen und erwärmt den Kolbeninhalt noch mäßig einige Zeit, während welcher der Kolben lose bedeckt auf dem Wasserbade stehen bleibt, bis die Seife vollkommen klar gelöst ist. Sollte hierbei ausnahmsweise keine völlig klare Lösung zu erreichen sein, so wäre der Versuch wegen ungenügender Verseifung zu verwerfen und ein neuer anzustellen.

Zu der etwa 50° warmen Lösung fügt man sofort 40 ccm verdünnte Schwefelsäure (1 Raumteil konzentrierte Schwefelsäure auf 10 Raumteile Wasser) und einige erbsengroße Bimssteinstückchen. Der auf ein doppeltes Drahtnetz gesetzte Kolben wird darauf sofort mittelst eines schwanenhalsförmig gebogenen Glasrohrs (von 20 cm Höhe und 6 mm lichter Weite), welches an beiden Enden stark abgeschrägt ist,

mit einem Kühler (Länge des vom Wasser umspülten Teiles nicht unter 50 cm) verbunden, und sodann werden genau 110 ccm Flüssigkeit abdestilliert (Destillationsdauer nicht über $^1/_2$ Stunde). Das Destillat mischt man durch Schütteln, filtriert durch ein trockenes Filter und mißt 100 ccm ab. Diese werden nach Zusatz von 3—4 Tropfen Phenolphtaleïnlösung mit $^1/_{10}$-Normal-Alkalilauge titriert. Der Verbrauch wird durch Hinzuzählen des zehnten Teiles auf die Gesamtmenge des Destillats berechnet. Bei jeder Versuchsreihe führt man einen blinden Versuch aus, indem man 10 ccm der alkoholischen Kalilauge mit so viel verdünnter Schwefelsäure versetzt, daß ungefähr eine gleiche Menge Kali wie bei der Verseifung von 5 g Fett ungebunden bleibt, und sonst wie bei dem Hauptversuche verfährt. Die bei dem blinden Versuche verbrauchten Kubikcentimeter $^1/_{10}$-Normal-Alkalilauge werden von den bei dem Hauptversuche verbrauchten abgezogen. Die so erhaltene Zahl ist die Reichert-Meißlsche Zahl. Die alkoholische Kalilauge genügt den Anforderungen, wenn bei dem blinden Versuche nicht mehr als 0,4 ccm $^1/_{10}$-Normal-Alkalilauge zur Sättigung von 110 ccm Destillat verbraucht werden.

γ) Der Nachweis von Sesamöl. Wenn keine Farbstoffe vorhanden sind, die sich mit Salzsäure allein rot färben, so werden 5 ccm geschmolzenes Butterfett mit 0,1 ccm einer alkoholischen Furfurollösung (1 Raumteil farbloses Furfurol in 100 Raumteilen absoluten Alkohols gelöst) und mit 10 ccm Salzsäure vom spezifischen Gewicht 1,19 mindestens $^1/_2$ Minute lang kräftig geschüttelt. Wenn die am Boden sich abscheidende Salzsäure eine nicht alsbald verschwindende deutliche Rotfärbung zeigt, so ist die Gegenwart von Sesamöl nachgewiesen.

Wenn Farbstoffe vorhanden sind, die durch Salzsäure allein rot gefärbt werden, so schüttelt man 10 ccm geschmolzenes Butterfett in einem kleinen cylindrischen Scheidetrichter mit 10 ccm Salzsäure vom spezifischen Gewicht 1,125 etwa $^1/_2$ Minute lang. Die unten sich ansammelnde rotgefärbte Salzsäureschicht läßt man abfließen, fügt zu dem in dem Scheidetrichter enthaltenen geschmolzenen Fette nochmals 10 ccm Salzsäure vom spezifischen Gewicht 1,125 und schüttelt wiederum $^1/_2$ Minute lang. Ist die sich abscheidende Salzsäure noch rot gefärbt, so läßt man sie abfließen und wiederholt die Behandlung des geschmolzenen Fettes mit Salzsäure vom spezifischen Gewicht 1,125, bis letztere nicht mehr rot gefärbt wird. Man läßt alsdann die Salzsäure abfließen und prüft 5 ccm des so behandelten, geschmolzenen Butterfetts nach dem oben beschriebenen Verfahren auf Sesamöl. Zu diesen Versuchen verwende man keine höhere Temperatur, als zur Erhaltung des Fettes in geschmolzenem Zustande notwendig ist.

Dieser Nachweis von Sesamöl ist besonders bei der Entscheidung der Frage, ob Margarine der Butter zugesetzt ist, von Belang. Nach dem Beschlusse des Bundesrates vom 25. Juni 1897 sollen bei Margarine in 100 Gewichtsteilen der angewendeten Fette und Öle mindestens 10 Gewichtsteile, bei Margarinekäse mindestens 5 Gewichtsteile Sesamöl vorhanden sein.

Für die Beurteilung von Butter gelten folgende Anhaltepunkte: Die marktfähige Butter soll mindestens 80% Milchfett enthalten. Der Gehalt an Kochsalz soll 2% nicht übersteigen; andere mineralische Beimengungen außer Kochsalz und solche von Mehl, Kartoffelbrei ꝛc. sind als Verfälschung zu beanstanden. Die Reichert-Meißlsche Zahl liegt bei 26—32 (bei Margarine bei 0,7—1,0). Andere Konservierungsmittel als Kochsalz sind unzulässig. Ebenso ist die Anwendung von Färbemitteln (selbst von solchen unschädlicher Art) zu verwerfen. Selbstredend ist talgige, ranzige oder bittere Butter oder solche von ekelerregendem Aussehen oder widerlichem Geschmack und Geruch vom Gebrauche auszuschließen.

4. Käse.

Je nach dem Grade der Entrahmung, den die zur Käserei verwendete Milch erfahren hat, unterscheidet man Fettkäse (aus Vollmilch), Halbfettkäse (aus gleichen Teilen Vollmilch und Magermilch), Magerkäse (aus entrahmter Milch) und Rahmkäse (aus Rahm oder aus Gemischen von Rahm und Vollmilch).

Die hauptsächlichsten Bestandteile des Käses sind Wasser, Stickstoffsubstanz und Fett neben geringeren Mengen von Mineralstoffen und Milchsäure.

Der zur Untersuchung gelangende Teil des Käses darf nicht nur der Rindenschicht oder dem inneren Teile entstammen, sondern muß einer Durchschnittsprobe entsprechen. Bei großen Käsen entnimmt man mit Hilfe des Käsestechers senkrecht zur Oberfläche ein cylindrisches Stück, bei kugelförmigen Käsen einen Kugelausschnitt. Kleine Käse nimmt man ganz in Arbeit. Die zu entnehmende Menge soll mindestens 300 g betragen.

Die Versendung der Käseproben muß entweder in gut gereinigten, schimmelfreien und verschließbaren Gefäßen von Porzellan, glasiertem Thone, Steingut oder Glas oder in Pergamentpapier eingehüllt geschehen. Harte Käse zerkleinert man vor der Untersuchung auf einem Reibeisen; weiche Käse werden mittelst einer Reibekeule in einer Reibschale zu einer gleichmäßigen Masse verarbeitet.

Die Wasserbestimmung kann mit der Bestimmung des Fettes verbunden werden. Man verfährt dabei folgendermaßen:

2,5—4 g in kleine Würfel geschnittene Hartkäse werden in einem Erlenmeyerschen Kölbchen genau abgewogen und auf 40° C. erwärmt, das Kölbchen wird darauf unter die Glocke einer Luftpumpe gebracht, um einen Teil des Wassers zu entfernen. Dies Erwärmen und Evakuieren wird so lange wiederholt, bis keine merkliche Gewichtsabnahme mehr eintritt. Der entwässerte Rückstand wird zu wiederholten Malen mit kaltem Äther digeriert, die ätherische Lösung des Fettes jedesmal durch ein gewogenes, zuvor mit Äther ausgezogenes Filter gegossen und der Rückstand in einem Schälchen zerdrückt. Nach nochmaligem Auswaschen mit Äther wird der Rückstand auf das Filter gebracht,

dort wiederholt mit Äther nachgewaschen und zuletzt mit dem Filter in einen Extraktionsapparat gebracht, um ihn dort noch längere Zeit mit Äther auszuziehen. Dabei empfiehlt es sich, die Masse einige Male aus dem Extraktionsapparate herauszunehmen und wieder zu zerkleinern. Den Rückstand trocknet man bei 100—105° C. in einem Trockenschranke, bis keine Gewichtsabnahme mehr eintritt.

Die ätherischen Lösungen sammelt man in einem zuvor gewogenen Kölbchen, destilliert den Äther ab, trocknet das zurückbleibende Fett im Dampftrockenschrank und wägt es.

Aus der Differenz des Gewichts der ursprünglich verwendeten Käsemasse und der entfetteten Trockensubstanz ergiebt sich die Menge des Wassers, vermehrt um die Menge des Fettes; zieht man die letztere hiervon ab, so erhält man die Menge des Wassers.

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß sowohl die für das Wasser wie für das Fett gefundenen Zahlen einige andere Körper mit einschließen. Mit dem Wasser können beim Erwärmen einige flüchtige Stoffe (Ammoniak und in geringer Menge vorhandene andere Zersetzungsprodukte) fortgehen, und der Äther löst außer dem Fette auch noch andere Stoffe, wie z. B. Milchsäure, auf. Wenn diese Mengen im allgemeinen auch nicht besonders ins Gewicht fallen, so ist es doch zweckmäßig, bei sauren Käsen, insonderheit bei Sauermilchkäsen, die Käseprobe für die Fettbestimmung mit Sodalösung bis zur neutralen oder ganz schwach alkalischen Reaktion zu versetzen, den Käse zu trocknen und dann erst die Wasser- und Fettbestimmung in der beschriebenen Weise vorzunehmen.

Das Wasser kann auch in der Weise bestimmt werden, daß 3 bis 5 g Käsemasse in einer Platinschale mit geglühtem Sande zerrieben und im Dampftrockenschranke bis zum gleichbleibenden Gewichte getrocknet werden.

Zur Bestimmung des Fettes kann man auch in der Weise verfahren, daß man 3—5 g Käsemasse in einem Mörser, auf dessen Boden sich eine entsprechende Menge geglühter Sand befindet, einige Stunden im Dampftrockenschranke erwärmt. Darauf zerreibt man die Masse mit Sand, füllt diese Mischung in eine entfettete Papierhülse, spült die Schale mit entwässertem Äther aus und zieht die Mischung im Extraktionsapparat 4 Stunden mit entwässertem Äther aus. Die Käsesandmischung wird darauf nochmals zerrieben und wiederum 2 Stunden extrahiert. Schließlich wird der Äther abdestilliert, der Rückstand 1 Stunde im Dampftrockenschranke getrocknet und gewogen.

Die Bestimmung des Stickstoffs und der Asche erfolgt nach den allgemein üblichen Methoden.

Soll das Käsefett darauf untersucht werden, ob es reines Milch- oder Butterfett ist, so stellt man sich das Käsefett in folgender Weise dar: Etwa 300—500 g Käse werden in kleine Stücke zerschnitten oder auch im Mörser zerrieben, darauf in eine 4—5 l fassende weithalsige Flasche gegeben, mit 700 bezw. 1200 ccm verdünnter Kalilauge (50 g KOH in 1 l) versetzt und das Ganze sodann geschüttelt.

Der Käse löst sich auf und das Fett buttert innerhalb 5—10 Minuten aus. Das erhaltene Fett wird darauf mehrere Male mit Wasser durchgeknetet und das Ätzkali völlig ausgewaschen; darauf wird das Fett ausgeschmolzen und nach den unter „Butter" angegebenen Methoden untersucht.

Anhaltepunkte für die Beurteilung. Für den Nachweis von fremden Fetten (Margarinekäse) gelten die für die Beurteilung des Butterfettes maßgebenden Verhältnisse. Das Verhältnis von Stickstoffsubstanz zum Fett ist maßgebend für die Entscheidung der Frage, ob Vollmilch oder Magermilch bezw. Gemische beider zur Herstellung des Käses gedient haben; da im Vollmilchkäse der Fettgehalt stets höher ist, als der Gehalt an Stickstoffsubstanz, so ist Halbfett- oder Magerkäse als vorliegend anzusehen, wenn der Gehalt an Fett geringer ist, als der Gehalt an Stickstoffsubstanz. Stärkemehlhaltige Zusätze (Kartoffelbrei) oder mineralische Zusätze (Gips, Kreide) sind als Verfälschungen anzusehen. Die mit Käsefehlern behafteten Käse sind als minderwertig zu bezeichnen. Solche Käsefehler sind: das Blauwerden, das Rotwerden und das Schwarzwerden der Käse, ferner das Bitterwerden der Käse; alle diese Krankheiten werden durch Pilze oder Bakterien verursacht.

Eier.

Als Nahrungsmittel kommt hauptsächlich das Hühnerei in Frage. Die Schale dieser Eier besteht vorwiegend aus Calciumcarbonat; darunter befindet sich eiweißhaltige Membran. Der Dotter der unbebrüteten Hühnereier enthält nach Parke etwa 52,8 % feste Stoffe mit 15,6 % Eiweiß, 10,7 % Lecithin, 22,8 % Fett, 1,7 % Cholesterin, 0,35 % lösliche Salze und 0,61 % unlösliche Salze.

Das Gewicht eines Hühnereis schwankt im allgemeinen zwischen 30 und 72 g.

Man konserviert die Eier, indem man sie in eine Masse einlegt, welche das Eindringen von Keimen aus der äußeren Luft verhindert, z. B. Kalkwasser, Fett, Gummi, Wasserglas u. s. w.

Für die Beurteilung der Hühnereier handelt es sich hauptsächlich darum, festzustellen, ob die Eier frisch oder verdorben sind. Man kann den Zustand der uneröffneten Eier einmal nach der Durchsichtigkeit, dann auch nach dem spezifischen Gewichte prüfen. Frische Eier sind durchscheinend; bei verdorbenen oder bebrüteten Eiern zeigen sich oft undurchsichtige Stellen. Bei längerem Aufbewahren der Eier nimmt infolge der Wasserverdunstung der Luftraum im Innern des Eies zu; daher pflegen die länger aufbewahrten Eier in einer Salzlösung (30 g Kochsalz in 500 ccm Wasser) zu schwimmen, frische Eier jedoch unterzusinken. Eine sichere Erkennung von gefaulten Eiern ist jedoch auf diesem Wege nicht möglich. Das spezifische Gewicht frischer Eier beträgt 1,094 bis 1,078. Eier, deren spezifisches Gewicht unter 1,015 gesunken ist, sind zu bestanden.

Wasser.

Für das Ergebnis der Untersuchung ist die richtige Probenahme ebenso wichtig, wie die Untersuchung selbst. Vor allem ist hierbei darauf zu achten, daß das Wasser nicht in ungenügend gereinigte Gefäße mit unreinen Verschlüssen (bereits gebrauchten Korken ꝛc.) gefüllt wird. Die Gefäße müssen nach der ordnungsmäßigen Reinigung kurz vor der Probenahme mit dem zu untersuchenden Wasser mehrmals ausgespült werden. Zugleich ist bei der Probenahme die Tiefe des Brunnens, die Beschaffenheit des Bodens bezw. der Bodenschichten, die Umgebung des Brunnens besonders die Entfernung der Aborte, Jauchebehälter ꝛc. von dem Brunnen festzustellen.

Bei Brunnen- oder Leitungswasser muß man das Wasser erst einige Zeit laufen lassen, bevor man die Probe entnimmt. Für die chemische Untersuchung sind durchschnittlich mindestens 2 l erforderlich.

Die chemische Untersuchung eines Wassers richtet sich in erster Linie nach der Fragestellung und der Art der Nutzungszwecke eines Wassers. Für ein Kesselspeise- und Waschwasser ist vorwiegend die Härte, der Gehalt an Kalk, Magnesia und Verdampfungsrückstand, für ein Bleich- und Färbereiwasser die Klarheit und Helligkeit, Gehalt an Eisen und organischen Stoffen von Belang, während an ein Wasser für Brauerei-, Brennerei- und Molkereizwecke, für Zuckerfabriken ꝛc. im allgemeinen dieselben Bedingungen gestellt werden, wie an ein Trinkwasser.

Bei letzterem pflegt man gewöhnlich nach den Vorprüfungen auf Aussehen, Geruch, Geschmack und Reaktion

1. qualitativ auf Ammoniak und salpetrige Säure zu untersuchen,

2. quantitativ zu bestimmen: Abdampfrückstand, Glühverlust, Oxydierbarkeit, Salpetersäure, Chlor, Schwefelsäure, Kohlensäure, Kalk und Magnesia.

Hierzu gesellt sich vielfach noch die Bestimmung des Eisens, mitunter auch von Kali und Natron, und bei besonderen Verunreinigungen die Bestimmung derjenigen Bestandteile, welche für diese maßgebend sind.

Die qualitative Prüfung auf Ammoniak geschieht in der Weise, daß etwa 100 ccm Wasser mit ca. $^1/_2$ ccm Natriumhydrat und 1 ccm Natriumcarbonat versetzt werden; nach dem Absetzen des Niederschlages wird die überstehende Flüssigkeit mit Neßlerschem Reagens versetzt. Je nachdem eine schwach gelbe bis rotbraune Färbnng entsteht, enthält das Wasser wenig oder viel Ammoniak.

Zum Nachweis der salpetrigen Säure werden 50 ccm des klaren farblosen Wassers (ist das Wasser gefärbt oder unklar, so wird es durch Zusatz von 3 ccm Sodalösung, 0,5 ccm Natronlauge und mit einigen Tropfen von Alaunlösung geklärt und filtriert) mit etwa $^1/_2$ ccm Zinkjodidstärkelösung vermischt, dann 5—6 Tropfen verdünnter

Schwefelsäure zugesetzt und wieder gemischt. Je nachdem mehr oder weniger salpetrige Säure vorhanden ist, entsteht sofort oder erst nach einiger Zeit eine Blaufärbung.

Zur Bestimmung des Abdampfrückstandes werden 250 ccm Wasser in einer ausgeglühten und gewogenen Platinschale auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft, der Rückstand bei 100° C. 1 Stunde lang getrocknet, im Exsikkator erkalten gelassen und gewogen; das Trocknen muß so lange fortgesetzt werden, bis 2 Wägungen übereinstimmen.

Durch Erhitzen des Abdampfrückstandes bis zur mäßigen Rotglut ermittelt man den Glühverlust. Der erste Glührückstand wird mit Ammoniumcarbonat befeuchtet und nochmals schwach geglüht. Die Differenz zwischen der letzten Wägung des Abdampfrückstandes und des so erhaltenen Glührückstandes bedeutet nach Abzug des Krystallwassers die ungefähre Menge der im Wasser enthaltenen organischen Substanzen, während der Glührückstand die Menge der wasserfreien Mineralstoffe ergiebt.

Neben der im Abdampfrückstand erhaltenen und durch Glühverlust bestimmten Menge organischer Substanz enthält das Wasser meist noch flüchtige organische Stoffe, welche ebenso wie weitere leicht zersetzliche organische Stoffe und oxydationsfähige Verbindungen namentlich den Geschmack und Geruch des Wassers beeinträchtigen; es ist deshalb von großer Wichtigkeit, einen Ausdruck für diese Stoffe zu gewinnen.

Zu ihrer vergleichenden Bestimmung benutzt man die Eigenschaft derselben reduzierend auf stark sauerstoffhaltige, leicht umsetzbare Salze, so namentlich auf Kaliumpermanganat zu wirken, und haben Kubel und Schulze Methoden darauf gegründet, welche immer noch die brauchbarsten für diesen Zweck geblieben sind. Kubel läßt die Kaliumpermanganatlösung in saurer, Schulze dagegen in alkalischer Lösung einwirken. Das Verfahren von Kubel ist einfacher und giebt etwas konstantere Zahlen, dagegen ist beim Schulzeschen Verfahren die Mineralisierung der organischen Substanzen eine vollständigere.

Nach Kubel werden 100 ccm des zu untersuchenden Wassers, welche am besten in Meßkölbchen abgemessen werden, mit 5 ccm verdünnter Schwefelsäure (1 : 3) und mit 10 ccm oder so viel $^1/_{100}$-Normal-Chamäleonlösung (vergl. unter Lösungen Nr. 17 am Schluß) versetzt, daß das Wasser auch nach dem Kochen noch stark rot gefärbt ist. Dieses wird sodann erhitzt und vom Beginn des Kochens an gerechnet noch genau 5 Minuten lang gekocht. Darauf giebt man 10 ccm bezw. eine gleiche Anzahl Kubikcentimeter einer $^1/_{100}$-Normal-Oxalsäurelösung (vergl. unter Lösungen am Schluß Nr. 17) zu, läßt einige Minuten stehen, bis sich die ausgeschiedenen Flocken von Manganoxydul-oxyd gelöst haben, und titriert so lange mit $^1/_{100}$-Normal-Chamäleonlösung, bis eine schwache Rötung auftritt. Die Gesamtzahl der verbrauchten Kubikcentimeter $^1/_{100}$-Normal-Chamäleon, weniger 10 ccm — oder wenn 10 ccm $^1/_{100}$-Normal-Chamäleon nicht genau 10 ccm

$^1/_{100}$-Normal-Oxalsäure entsprechen — weniger der Anzahl Kubikcentimeter $^1/_{100}$ Normal-Chamäleon, welche 10 ccm $^1/_{100}$ Normal-Oxalsäure entsprechen, ist die Zahl der für 100 ccm Wasser verbrauchten Kubikcentimeter Chamäleonlösung.

Bei dem Verfahren von Schulze werden 100 ccm Wasser mit $^1/_2$ ccm Natronlauge (1 Teil reinstes Natriumhydroxyd in 2 Teilen Wasser), sodann mit 10 ccm oder so viel $^1/_{100}$-Normal-Chamäleonlösung versetzt, daß das Wasser auch beim Kochen noch rot gefärbt ist. Das Kochen erfolgt in derselben Weise wie vorhin, aber 10 Minuten lang. Die gekochte Flüssigkeit läßt man auf 50—60° C. erkalten, fügt 5 ccm verdünnte Schwefelsäure (1 : 3) und 10 ccm bezw. eine gleiche Anzahl Kubikcentimeter $^1/_{100}$-Normal-Oxalsäure zu und titriert ebenfalls mit derselben Chamäleonlösung, bis wieder Rosafärbung eintritt.

Die Differenz aus der Gesamtzahl der Kubikcentimeter Chamäleon weniger der Anzahl Kubikcentimeter Chamäleon, welche 10 ccm $^1/_{100}$-Normal-Oxalsäure entsprechen, giebt wieder die für 100 ccm Wasser erforderliche Menge der $^1/_{100}$-Normal-Chamäleonlösung an.

Die nach einer dieser beiden Methoden gefundene, der im Wasser vorhandenen Menge organischer Stoffe entsprechende Anzahl Kubikcentimeter Chamäleon-Lösung kann man auf verschiedene Weise zum Ausdruck bringen. Angenommen, es entsprechen 10 ccm Chamäleon-Lösung genau 10 ccm Oxalsäure und es sind von ersterer 10 ccm durch ursprünglichen Zusatz und 5 ccm durch nachheriges Zurücktitrieren verbraucht, so erfordern die in 100 ccm Wasser vorhandenen organischen Stoffe zur Oxydation 5 ccm Chamäleon-Lösung oder 1 l:

$$0{,}316 \times 5{,}0 \times 10 = 15{,}8 \text{ mg Kaliumpermanganat}$$

oder $0{,}08 \times 5{,}0 \times 10 = 4{,}0$ „ Sauerstoff,

oder wenn man mit Wood und Kubel als Norm annimmt, daß 1 Gewichtsteil Kaliumpermanganat im allgemeinen 5 Gewichtsteilen organischer Substanz entspricht, so enthält 1 l Wasser:

$$1{,}58 \times 5{,}0 \times 10 = 79{,}0 \text{ mg organische Stoffe.}$$

Die quantitative Bestimmung der Salpetersäure geschieht am besten nach der Methode von K. Ulsch. 1 l des zu untersuchenden Wassers wird in einer Schale rasch über freier Flamme bis auf etwa 30 ccm eingedampft. Diese werden in einen Kochkolben von ca. 600 ccm Inhalt gegeben, die Schale noch mehrmals nachgespült, so daß die ganze Menge des Wassers etwa 60—80 ccm beträgt; hiermit verfährt man genau wie mit einer Salpeterlösung nach S. 5 unter b.

Zur Bestimmung des Chlors werden 100 ccm Wasser mit etwa 1 ccm einer Lösung von neutralem Kaliumchromat versetzt und nun mit $^1/_{10}$-Normalsilberlösung (salpetersaurem Silber) so lange titriert, bis der anfangs weiße Niederschlag rötlich wird (durch Ausscheidung von chromsaurem Silber).

1 ccm der $^1/_{10}$-Normalsilberlösung entspricht dann 0,00354 g Chlor oder 0,00584 g Chlornatrium.

Die Schwefelsäure wird durch Fällung mit Chlorbaryum nach

dem Ansäuern des Wassers mit Salzsäure in der S. 19 angegebenen Weise gefunden.

Die Kohlensäure findet man nach folgender Methode. Man bereitet eine klare ammoniakalische Chlorbaryumlösung (1 Vol. Chlorbariumlösung [1 : 10] und 2 Vol. wässeriges Ammoniak von 0,96 spezifischem Gewicht) durch Aufkochen und Abfiltrieren der Mischung; von dieser Lösung werden 50 ccm mit 200—300 ccm des zu prüfenden Wassers vermischt, in zugestöpselter Flasche geschüttelt und nach längerem Stehen an einem warmen Orte der Niederschlag möglichst rasch und bei Ausschluß der Luft filtriert und gut ausgewaschen; in dem gelinde geglühten Niederschlage (das Filter verbrennt man für sich und fügt die Asche zu dem vom Filter genommenen Niederschlag hinzu) bestimmt man in einem hierzu passenden Apparate die Kohlensäure.

Die Kohlensäure kann man auch mit einer Mischung von Chlorcalcium und Ammoniak ausfällen und die Bestimmung nach der Pettenkoferschen Methode ausführen. Es werden 100 ccm des zu untersuchenden Wassers in einer Glasflasche mit 3 ccm einer fast gesättigten Lösung von Chlorcalcium und 2 ccm einer gesättigten Salmiaklösung versetzt; hierauf fügt man 45 ccm titriertes Kalkwasser hinzu, verschließt die Flasche, schüttelt um und läßt 12 Stunden stehen. Nach dieser Zeit nimmt man von der klaren, über dem Niederschlage befindlichen Flüssigkeit mittelst einer Pipette 50 ccm, versetzt mit einigen Tropfen empfindlicher Lackmustinktur oder besser noch Rosolsäure und läßt aus einer Bürette titrierte Oxalsäurelösung zufließen, bis der letzte Tropfen derselben eine Reaktion auf freie Säure bewirkt. Bei zu großem Zusatz von Oxalsäure wird mit dem Kalkwasser zurücktitriert. — Die titrierte Oxalsäurelösung erhält man durch Auflösen von 2,864 g reiner krystallisierter Oxalsäure in 1 l destilliertem Wasser; 1 ccm davon entspricht dann 1 mg der durch Kalk gefällten Kohlensäure.

Die Bestimmung von Eisen, Kalk, Magnesia, Kali und Natron erfolgt nach den S. 15—20 angegebenen Methoden.

Für technische Untersuchungen des Wassers auf dessen Härtegrad ist die Clark'sche Methode sehr bequem und oft ausreichend, obgleich sie nicht auf große Genauigkeit Anspruch machen kann. Als Härtegrade bezeichnet man am einfachsten die Gewichtsteile (z. B. Milligramme) Kalk (die Magnesia ist im Verhältnis zum Kalk meistens nur in geringer Menge zugegen und es kommt dafür eine äquivalente Menge Kalk in Rechnung), welche in 100000 Gewichtsteilen Wasser enthalten sind. Die Bestimmung geschieht mittelst einer titrierten Seifenlösung.

Die Seifenlösung bereitet man nach Kubel am besten, indem man 150 Teile Bleipflaster und 40 Teile kohlensaures Kalium zusammenreibt, die gleichförmige Masse mit Alkohol auszieht, das Filtrat im Wasserbade verdampft und den Rückstand in Alkohol von 56 Volumprozent, etwa 20 Teile Seife in 1000 Teilen Alkohol, auflöst. Außerdem werden 0,523 g reines und trockenes, krystallisiertes Chlorbaryum in Wasser gelöst und die Flüssigkeit bis zu 1 l Flüssigkeit verdünnt. 100 ccm dieser Lösung werden so lange mit der Seifenlösung versetzt, bis nach starkem Umschütteln der

charakteristische Seifenschaum (s. unten) entsteht. Nach dem Resultat dieses Versuches wird die Seifenlösung so weit mit Alkohol von 56 Volumprozent verdünnt, daß von der Lösung genau 45 ccm nötig sind, um in 100 ccm der Chlorbaryumlösung die Schaumbildung hervorzurufen. Die in 100 ccm der Chlorbaryumlösung enthaltene Menge Baryt entspricht genau 12 mg Kalk (CaO).

Bei der Ausführung des Versuches werden 100 ccm des zu untersuchenden Wassers in ein Glas mit eingeschliffenem Stöpsel von etwa 200 ccm Inhalt gebracht. Ist die Härte des Wassers größer als 12, was von vornherein immer beim Brunnenwasser anzunehmen ist, so werden beim ersten Versuche nur 10 ccm des zu prüfenden Wassers abgemessen und in dem Stöpselglase bis 100 ccm, d. i. bis zur Marke mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Aus einer Bürette läßt man nun so lange die titrierte Seifenlösung zulaufen, bis nach kräftigem Schütteln ein dichter, zarter Schaum entsteht, welcher 5 Minuten lang stehen bleibt. Anfangs läßt man die Seifenlösung zwischen jedesmaligem Schütteln reichlicher auf einmal zufließen, gegen Ende jedesmal nur etwa 0,5 bis 1 ccm, zuletzt tropfenweise, bis ein geringer Überschuß derselben durch die Schaumbildung sich zu erkennen giebt. Zu der nötigen Wiederholung des Versuches nimmt man dieselbe Menge Wasser, oder wenn zu dem verdünnten Wasser (10 zu 100) nur wenig Seifenlösung verbraucht war, entsprechend mehr, 25 oder 50 ccm, so daß die nun im voraus annähernd zu berechnende nötige Menge Seifenlösung 45 ccm nie übersteigt. Die beim ersten Versuche gebrauchte Menge (resp. die berechnete) läßt man nun bis auf 1 oder 2 ccm auf einmal zulaufen und beendigt dann den Versuch, indem man nach fernerem Zusatz von je einigen Tropfen jedesmal schüttelt. Die Anzahl der verbrauchten ccm Seifenlösung ergiebt nach folgender Tabelle den entsprechenden Härtegrad, welcher, wenn das Wasser mit destilliertem Wasser verdünnt worden war, mit der betreffenden Zahl zu multiplizieren ist.

ccm Seifenlösung	Härtegrad oder Milligr. CaO	ccm Seifenlösung	Härtegrad oder Milligr. CaO
3,4	0,5	26,2	6,5
5,4	1,0	28,0	7,0
7,4	1,5	29,8	7,5
9,4	2,0	31,6	8,0
11,3	2,5	33,3	8,5
13,2	3,0	35,0	9,0
15,1	3,5	36,7	9,5
17,0	4,0	38,4	10,0
18,9	4,5	40,1	10,5
20,8	5,0	41,8	11,0
22,6	5,5	43,4	11,5
24,4	6,0	45,0	12,0

Ob ein Wasser mehr Kalk als 12 Teile in 100,000 Teilen enthält, dasselbe also zu verdünnen ist, zeigt sich beim ersten Zugeben der Seifenlösung zu dem unverdünnten Wasser durch die Bildung flockiger Ausscheidung und einer eigentümlichen schaumigen Haut auf dem Wasser, während Wasser von geringerem Kalkgehalt durch den anfänglichen Zusatz der Seifenlösung nur opalisierend wird. — Das Schütteln des Wassers nach Zusatz von Seifenlösung muß immer auf dieselbe Weise geschehen, am besten von oben nach unten, indem der Stöpsel und Hals des Glases mit der rechten, der Boden desselben mit der linken Hand angefaßt wird.

Bezüglich der Härte des Wassers hat man zu unterscheiden:

a) Gesamthärte des Wassers, welche bedingt ist durch die ganze im frischen Wasser enthaltene Menge der Kalkerde, einerlei an welche Säuren dieselbe gebunden ist.

b) Bleibende oder permanente Härte, bedingt durch die Kalksalze, welche durch bloßes Aufkochen des Wassers sich nicht abscheiden (schwefelsaures Calcium, Chlorcalcium ꝛc.).

Zur Bestimmung der bleibenden Härte werden 300 oder 500 ccm Wasser in einem etwa das doppelte Volumen fassenden Kolben wenigstens $^1/_2$ Stunde lang gekocht. Nach dem Erkalten wird das gekochte Wasser in eine 300 ccm, resp. 500 ccm fassende Flasche gegossen und der Kolben mit destilliertem Wasser nachgespült, schließlich die Meßflasche bis zur Marke gefüllt, das Ganze durchgeschüttelt und filtriert. In 100 ccm des filtrierten Wassers (bei größerem Kalkgehalt in 50 ccm, mit 50 ccm destilliertem Wasser verdünnt) wird dann, wie oben angegeben, die Härte bestimmt.

c) Die temporäre Härte des Wassers ergiebt sich aus der Differenz zwischen der gefundenen Gesamthärte und der bleibenden Härte und ist abhängig von der Menge Kalk (und Magnesia), welche durch freie Kohlensäure aufgelöst erhalten wird und also durch Kochen aus dem Wasser sich abscheidet.

Sämereien.

Für die Technik der Nachprüfungen gekaufter Saatwaren sind seitens des Verbandes landwirtschaftlicher Versuchsstationen i. D. R. die nachfolgenden Bestimmungen beschlossen worden:

1. Einzufordernde Samenmenge.

Die für eine vollständige Untersuchung erforderliche Samenmenge beträgt mindestens:

50 g von Anis, Bastardklee, Birke, Dill, Fenchel, Grassamen aller Art, Hornklee, Kerbel, Kresse, Möhre, Mohn, Petersilie, Reseda, Tabak, Weißklee;

100 g von Ahorn, Buchweizen, Cichorie, Dotter, Eibisch, Erle, Esche, Esparsette, Gelbklee, Gurke, Hanf, Hirse, Hornbaum, Inkarnatklee, Karde, Kohlarten, Lattich, Lein, Linse, Luzerne, Maulbeere, Nadelhölzer, Raps, Rapünzchen, Rettich, Rotklee, Rübsen, Senf, Serradella, Sorgho, Spinat, Ulme, Waid, Wicke, Wiesenknopf (Poterium), Wundklee, Zwiebel;

250 g von Bohne, Eiche, Erbse, Gerste, Hafer, Kürbis, Lupine, Mais, Obstkernen, Platterbse, Roggen, Rotbuche, Runkel- und Zuckerrübe, Sonnenblume, Sojabohne, Spelz, Weizen;

1 1/5 l zur Bestimmung des Volumgewichts von Getreide ꝛc.

Es wird hierbei vorausgesetzt, daß der Einsender eine gleich große, identische, durch den Zeugen versiegelte Probe für eine etwaige Schiedsprüfung zurückbehalte und ordnungsmäßig (in einem trocknen, ungeheizten, frostfreien Raume) aufbewahre. Die Versuchs-Stationen erklären sich jedoch bereit, die sachgemäße Teilung eines richtig gezogenen Gesamtmusters von dem Doppelten der obigen Gewichtsmengen ihrerseits auszuführen und die nicht in Untersuchung zu nehmende Hälfte ordnungsmäßig aufzubewahren.

2. Probeziehung.

Zur Entnahme einer zutreffenden Durchschnittsprobe aus einer entsprechenden Anzahl der Säcke wird dem Einsender empfohlen:

a) für kleinere, den Kleesamen ähnlich gekörnelte Samengattungen der Nobbesche „Kleesamenstecher“;[1])

b) für größere Samen (Getreide, Lein, Doldengewächse ꝛc.) der Nobbesche Kornprobenstecher;[1])

c) für Rübenknäule, bespelzte Gräser ꝛc. die Entnahme zahlreicher (mindestens 10) kleiner Proben von verschiedenen zweckmäßig gewählten Stellen des auf eine saubere Unterlage ausgebreiteten, gut durchgearbeiteten Haufens.

---

[1]) Zu beziehen durch den Klempner Matthes in Tharand.

Zur Sicherung der Entschädigungsansprüche sollten die vor Zeugen entnommenen Proben in trockenen und festen Behältern (Musterbeuteln, Büchsen oder doppelten Papierkapseln) eingesendet werden; Rübensamen (Beta) und andere auf ihren Wassergehalt zu prüfende Proben stets in verschlossenen Gläsern oder Blechbüchsen.

3. Engere Mittelprobe.

Die Größe der zur Untersuchung auf die fremden Bestandteile im Laboratorium herzustellenden „engeren Mittelprobe" soll mindestens betragen:

1 g von Rispengräsern und Straußgräsern;
2 g von Drahtschmele, Fuchsschwanzgras, Goldhafer, rotem Schwingel, Schafschwingel;
3—4 g von Anis, Bastardklee,[1]) Dill, Honiggras, Ruchgras, Spörgel, Timothee, Weißklee;[1])
5 g von Fenchel, Kammgras, Knaulgras, Kümmel, Möhre, Rapünzchen;
10 g von Gelbklee,[1]) Inkarnatklee,[1]) Kohlarten, Luzerne,[1]) Raps, Raygräsern, Rotklee,[1]) Rübsen, Serradella,[1]) Wiesenschwingel, Wundklee;[1])
20 g von Ahorn, Esche, Esparsette, Hirse, Kiefer, Lärche, Lein,[1]) Linse, Ulme;
30 g von Buchweizen, Fichte, Hornbaum, Tanne, Wicke;
50 g von Cerealien, Runkel- und Zuckerrübenknäulen;
100 g von Bohne, Bucheln, Eicheln, Erbse, Lupine, Mais.

Bei ungewöhnlich hoher Verunreinigung sind zwei Mittelproben zu ziehen, deren Durchschnittsergebnis maßgebend ist.

Vorstehende Ziffern stellen das Minimum der Mittelprobe dar. Bei großkörnigen Proben wird darüber hinaus zu gehen sein.

Zur Herstellung der „engeren Mittelprobe" empfiehlt sich die „Fließprobe", d. i. das langsam gleichmäßige Ausschütten aus einer Flasche mit Ausguß unter gleichmäßiger periodischer Aussonderung kleiner Mengen.

4. Echtheit.

Die Echtheit der Gattung und Art der meisten Kultursamen ist von der Kontroll-Station unschwer festzustellen, da bei deren Vorstand die nötigen Kenntnisse und außerdem der Besitz einer Mustersammlung vorauszusetzen sind. Für die Echtheit von Varietäten ist eventuell auf die Topf- oder Feldprobe zurückzugreifen, wofür der Käufer in diesem Falle sich vom Lieferanten eine Garantie zu fordern hat. —

---

[1]) Auf Cuscuta ist die ganze eingeforderte Menge auszulesen, und zwar nicht bloß das Abgesiebte, sondern auch die auf dem Siebe zurückbleibenden Samen. Ist eine Probe stark seidehaltig, so genügt die Auslese einer Mittelprobe von 25 bezw. 50 g.

Die Nachuntersuchung von „Grasgemischen" ist von der Kontroll-Station abzulehnen und dahin zu streben, daß das Angebot solcher Mischungen aus den Preiskatalogen des Samenhandels verschwinde.

5. Reinheit.

Als „fremde Bestandteile" einer Samenprobe sind nicht allein Spreu, Sand und fremde Samen — selbst solche von gleichem oder höherem Marktwert — auszuscheiden, sondern auch äußerlich verletzte echte Samen und taube Scheinfrüchte, sofern sie unzweifelhaft als zur Keimung unfähig erkannt werden können. In Zweifelsfällen hat die Keimkraftprüfung zu entscheiden.

Die Gewichtsmenge der einzelnen verschiedenartigen Fremdkörper einer Probe — auch taube, sowie durch Drusch, Ritzmaschine oder sonstwie verletzte Körner — sollten, sofern sie in beachtenswerter Menge auftreten, für sich bestimmt und im Untersuchungsbericht angegeben werden. Namentlich ist dies angezeigt für fremde Samen, welche gleichwertig oder gar wertvoller sind, als die zu liefernde Art oder Varietät.

6. Absolutes Gewicht.

Das absolute Gewicht der Samen einer Probe wird entweder durch sorgfältige Abzählung und Wägung von 2×1000 Körnern von durchschnittlicher Beschaffenheit (nach Größe, Farbe, Ausbildung) ermittelt oder, noch besser, durch Auszählung einer größeren gereinigten Mittelprobe.

7. Volumengewicht.

Die Bestimmung des Volumgewichtes geschieht durch mindestens dreimalige Wägung einer und derselben Mittelprobe mittelst des neueren 1 Liter-Apparates der Kaiserlichen Normal-Eichungs-Kommission. Eine vorgängige Reinigung der Probe ist nur dann auszuführen, wenn es sich um die Wertbestimmung einer Sorte als solcher handelt.

8. Mehligkeit.

Die Prüfung von Weizen und Gerste auf Mehligkeit bezw. Hornigkeit (Glasigkeit) geschieht mittelst des Farinometers von Printz in Karlsruhe. 2×100 Körner sind zu durchschneiden und in 5 Mehligkeitsstufen zu sortieren, woraus der prozentische Mehligkeitsgehalt der Probe berechnet wird.

9. Keimkraft.

a) Zahl der anzukeimenden Samen. Zur Ermittelung der Keimkraft sind anzusetzen: im allgemeinen 3×100 Körner, von Bucheln,

Eicheln u. a. großen Samen 3 × 50 Körner. (Betreffs feinerer Grassamen und Beta s. jedoch weiter unten.)

Die Abzählung der für den Keimversuch bestimmten Samen soll aus einer gereinigten Mittelprobe mit größter Sorgfalt in der Weise geschehen, daß unter den je 100 bezw. 50 Körnern die Zahl der großen, mittleren und kleinen, der hellen und dunklen Körner (bei Nadelhölzern ꝛc.), sowie solcher verschiedenen Reifegrades in annähernd demselben Verhältnis in der Keimprobe vertreten sind, wie in der eingegangenen Gesamtprobe.

Überschreitet die Abweichung der Einzelversuche untereinander bei hochkeimenden Proben 10 %, bei solchen, deren Keimfähigkeit 50 % nahe liegt, 15 %, so ist die Keimkraftprüfung zu wiederholen.

b) Vorquellung. Eine fünfstündige Vorquellung in reinem Wasser wird für große Samen (Erbsen, Beta ꝛc.) empfohlen. Dieser Zeitraum ist in die Keimkraftprüfungsdauer einzurechnen.

c) Keimbett. Die Art des Keimbetts ist von geringerer Bedeutung, als daß die angesetzten Körner den wirklichen Durchschnittscharakter der Probe darstellen, vorausgesetzt, daß Wärme, Feuchtigkeit und Luftzutritt gut geregelt werden. In erster Linie wird ein starkes, sterilisiertes Fließpapier empfohlen (z. B. Drewerhoff, Dresden, Kat.-Nr. 251), ferner Sand; auch Thonapparate sind zulässig.

Eine zu große Feuchtigkeit des Keimbetts ist unter allen Umständen zu vermeiden. Das Fließpapier wird mit 70 % der wasserhaltenden Kraft des Papiers befeuchtet und in diesem Feuchtigkeitszustande thunlichst erhalten. — Erneuerung des Keimbetts während der Prüfung nach Bedarf. Chemische Behandlung der Samen ist unstatthaft.

d) Temperatur des Keimbetts. Die Keimkraftprüfungen sollen (womöglich in Thermostaten) bei konstant 20° C. ausgeführt werden. Bei Agrostis, Aira, Alnus, Alopecurus, Baldingera, Beta, Betula, Dactylis, Daucus, Glyceria, Morus, Nicotiana, Pinus Strobus, Poa, Zea ist dagegen eine täglich sechsstündige Erhöhung der Keimbettwärme auf 30° C. erforderlich.

e) Beleuchtung des Keimbetts. Die Keimkraftprüfungen werden unter Ausschluß künstlicher Belichtung ausgeführt.

f) Zeitdauer des Keimversuchs. Der Abschluß des Keimversuchs wird festgesetzt:

nach vollen	10	Tagen	für	Bohnen, Buchweizen, Cerealien, Cichorie, Dotter, Erbse, Kleearten, Kohlarten, Kresse, Kürbis, Lein, Linsen, Lupinen, Mais, Mohn, Platterbse, Raps, Rettich, Rübsen, Senf, Sojabohne, Sonnenblume, Spörgel, Timothee, Wicke;
„ „	14	„	„	Dill, Esparsette, Fenchel, Glanzgras, Hanf, Hornklee, Kerbel, Möhre, Raygräser, Reseda, Rübenknäule, Serradella, Sorgho, Tabak, Wiesenknopf (Poterium);
„ „	21	„	„	Eibisch, Gräser (ausgen. Ripsen- und Raygräser und Timothee), Maulbeere;

nach vollen 28 Tagen für Ahorn, Anis, Birken, Eichen, Erlen, Hornbaum, Nadelhölzer (ausgen. Pinus sylvestris und Strobus), Rispengräser, Rotbuchen;
" " 42 " " Obstkerne, Pinus sylvestris und P. Strobus.

Nach dem Abschluß des Keimversuchs mit Nadelhölzern ist zur Feststellung des Zustandes der nicht gekeimten Samen die Schnittprobe auszuführen und im Untersuchungsbericht anzugeben, wie viele der nicht gekeimten Samen taub, faul und noch scheinbar frisch befunden worden sind.

Im allgemeinen ist nur die wirklich gefundene prozentische Keimkraft für den „Gebrauchswert" (das Produkt aus Reinheit und Keimkraft) in Ansatz zu bringen. Papilionaceen-Samen, welche beim Abschluß des Keimversuchs zwar noch nicht gekeimt, aber gesund gequollen sind, gelten als gekeimt. Die Prozentzahl der beim Abschluß des Keimversuchs noch scheinbar frisch (Nadelhölzer, Beta) bezw. noch ungequollen oder „hartschalig" (Papilionaceen) befundenen Samen ist jedoch nebenbei im Untersuchungsberichte aufzuführen, mit dem Bemerken, daß ein im Einzelfall unbestimmbarer Bruchteil derselben voraussichtlich noch nachkeimen dürfte.

Samen, welche ihre Stammachse früher als das Würzelchen, hervorstrecken, oder die infolge von Verletzungen im Keimbett zerfallen, werden einstweilen in Beobachtung behalten. Entwickeln sie bis zum Abschluß des Versuches eine oder mehrere gesunde Wurzeln, so werden sie als gekeimt gerechnet, andernfalls nicht.

g) Keimungs-Energie. Für die Bestimmung der „Keimungs-Energie" einer Samenprobe wird eine Zeitdauer festgesetzt von:

3 Tagen bei Cerealien (ausgen. Hafer), Cichorie, Dotter, Erbsen, Kleearten, Kohlarten, Kresse, Lein, Linse, Mohn, Ölrettich, Raps, Rettich, Rübsen, Senf, Sojabohne, Spörgel, Wicken;
4 " " Bohnen, Buchweizen, Gurke, Hafer, Kürbis, Lupinen, Sonnenblume, Spinat;
5 " " Beta, Eibisch, Esparsette, Glanzgras, Platterbsen, Raygräsern, Serradella, Tabak, Timotheegras, Wiesenknopf (Poterium), Wiesenschwingel;
6 " " Fenchel, Goldhafer, Hornklee, Kerbel, Möhre, Reseda, Sorgho, Straußgräsern;
7 " " Fichte, Fuchsschwanzgras, Glanzgras, Kammgras, Knaulgras, Maulbeere, Pimpinella, Ruchgras, roter und Schafschwingel, Schmiele;
10 " " Ahorn, Birke, Erle, Lärche, Rispengras, Tanne;
14 " " Pinus sylvestris und Strobus.

10. Beta.

Bei der Prüfung von Runkel- und Zuckerrübenknäulen wird durch die Beziehung der von einer bestimmten Anzahl Durchschnittsknäulen von bekanntem Gewicht gewonnenen Keimpflänzchen auf die in den Knäulen enthaltenen (durch die nachträgliche Schnitt-

probe zu ermittelnden) Samen die wirkliche Keimkraft zuverlässig bestimmt. Bei Schiedsanalysen ist daher diese Bestimmung der Samenzahl durch nachträgliche Schnittprobe stets durchzuführen. Für gewöhnlich wird folgendes abgekürzte Verfahren für Beta als zulässig erklärt.

Es wird zunächst das Durchschnittsgewicht der Knäule aus einer korrekt gezogenen, von fremden Bestandteilen und event. von anhaftenden Hochblättern (durch Reiben) befreiten Mittelprobe, welche mindestens 2000 Knäule enthält, — noch sicherer aus der ganzen eingegangenen (gereinigten) Probe — durch Wägung und Zählung bestimmt. Hierauf werden 3×100 Durchschnittsknäule (unter denen große, mittlere und kleine in annähernd gleichem Verhältnis enthalten sind, wie in der Gesamtprobe), jede 100 für sich, von der gereinigten Mittel- oder Gesamtprobe abgezählt und gewogen. Weicht das Gewicht der einen oder anderen 100 Knäule von dem Durchschnittsgewicht um 10 und mehr Prozente ab, so werden erstere durch Auswechselung einzelner Körner in eine nähere Übereinstimmung mit dem Durchschnittsgewicht gebracht. Letzteres, sowie das Gewicht der je 100 Knäule ist in dem Untersuchungsberichte anzugeben.

Die 3×100 Körner werden alsdann 5 Stunden vorgequellt, hierauf zur Keimung bei einer wechselnden Temperatur von 20° C. (täglich 18 Stunden) und 30° C. (6 Stunden täglich) angesetzt. Am 3., 5. (Keimungs-Energie!), 8., 11. Tage werden die jeweils gekeimten Knäule in ein gemeinsames zweites Keimbett übertragen. Am 14. Tage wird der Versuch mit der Feststellung der ungekeimten Knäule, sowie der von den gekeimten gewonnenen, auf 100 Knäule und auf 1 g der rohen Probe zu berechnenden Anzahl Keimpflanzen abgeschlossen.

II. Grassamen.

Bei Schiedsprüfungen der feineren bezw. schwierigen Grassamen: Poa, Agrostis, Alopecurus, Arrhenatherum, Dactylis, Festuca ovina und rubra, Aira ꝛc., wird folgendes Verfahren eingeschlagen:

Man zieht eine Mittelprobe von der oben (3) vorgeschriebenen Größe und liest die „fremden Bestandteile" (Steinchen, fremde Samen und Spreu) heraus.

Von den so gereinigten Scheinfrüchten werden zwei kleine Mittelproben hergestellt, so groß, daß jede mindestens 300—400 volle Körner enthält. Bei Dactylis, Festuca ovina, Alopecurus genügen für diesen Zweck 0,4 g, bei Arrhenatherum 1,0 g, bei Poa und Agrostis 0,1 g. Kleine Modifikationen dieser Gewichtsmengen werden bedingt durch den annähernd abzuschätzenden größeren oder geringeren Gehalt an tauben Scheinfrüchten. — Beide Mittelproben werden genau gewogen, auf 5 Stunden zum „Vorquellen" in reines Wasser von 20° C. und sodann ins Keimbett gebracht. —

Im Verlauf der nächsten Tage — jedenfalls bis zu dem die Keimungs-Energie anzeigenden Zeitpunkt — werden die im feuchten

Zustande leichter erkennbaren leeren oder solche Scheinfrüchte, die statt des Korns Antheren oder Insektenlarven enthalten, ausgeschieden; die eine — wenn auch mangelhaft entwickelte — Karyopse enthaltenden Scheinfrüchte verbleiben, der Zahl nach genau bestimmt, im Keimbett und werden im allgemeinen bei konstant 20° C., die unter 9d genannten Gattungen aber, wie dort angegeben, bei einer zwischen 20 und 30° C. intermittierenden Temperatur geprüft. — Das Ergebnis der Keimkraftprüfung wird auf 1 g der rohen Probe, sowie prozentisch berechnet. — Die herausgelesenen Scheinfrüchte werden bei Zimmertemperatur wieder getrocknet und ihr Lufttrockengewicht dem „Fremden" zugerechnet.

Keimapparate.

Für die Ermittelung der Keimfähigkeit sind eine ganze Anzahl Keimapparate im Gebrauch. In einfacher Weise kann man derartig verfahren, daß eine Doppellage weißen Fließpapieres von

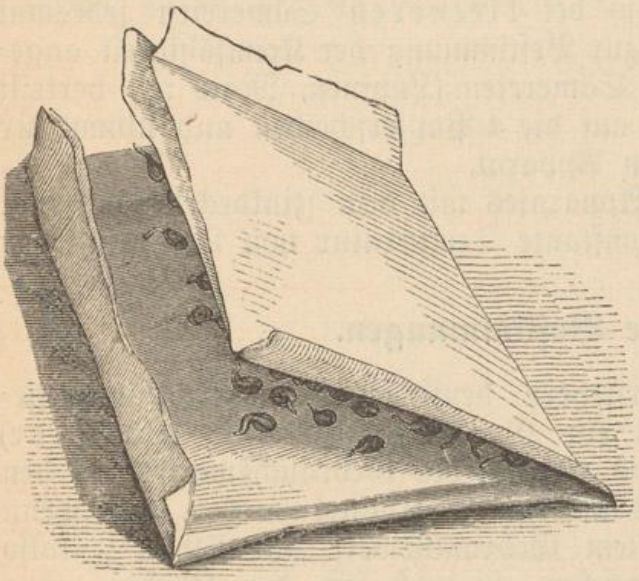


Fig. 16. Keimbett aus Fließpapier.

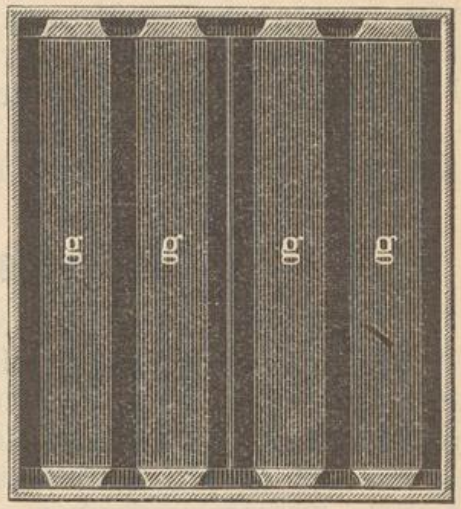


Fig. 17. Keimapparat.

etwa 23 cm Länge und 15 cm Breite viereckig gefalzt wird (Fig. 16); die Samenkörner werden in dem mittleren Quadratraum verteilt, das Papier darüber zusammengeschlagen und befeuchtet. Hierauf wird das Päckchen auf eine angefeuchtete Doppellage Fließpapier in einer großen Glas- oder Porzellanschale (event. Suppenteller) gelegt, mit einer ebensolchen Lage bedeckt und bei Zimmertemperatur aufgestellt. Die Regulierung der Feuchtigkeit erfordert eine 3malige tägliche Revision.

Von J. König ist folgender Apparat konstruiert, welcher sich gut bewährt hat. Derselbe besteht aus einem einfachen 20 cm breiten, 23 cm langen und 4 cm hohen viereckigen Kasten von Zinkblech (Fig. 17), welcher in der Mitte durch einen Zinkblechstreifen, der

aber nicht bis auf den Boden reicht, in 2 Abteilungen geteilt ist. In jede Abteilung sind 2 Glasscheiben g von ca. 4 cm Breite eingepaßt und wird der Apparat wie folgt gehandhabt:

Man schneidet aus einer 3fachen Lage gewöhnlichen Filtrierpapiers Streifen von $9\frac{1}{2}$ cm Breite und 17 cm Länge, legt dieselben der Länge nach so auf die Glasscheiben g, daß nach dem Falzen des Papiers an beiden Seiten gleichlange Streifen herunterhängen und legt die so hergerichteten Glasscheiben wieder in den Apparat.

Alsdann füllt man den Blechkasten zu $^2/_3$ mit Wasser; die in das Wasser tauchenden Papierstreifen ziehen das Wasser an und halten auch den auf der Oberseite der Glasscheiben befindlichen Teil des Filtrierpapiers fortwährend feucht.

Wenn dieser Teil des Filtrierpapiers hinreichend durchfeuchtet ist, preßt man dasselbe fest an das Glas an, zählt 2mal 100 Körner des zu untersuchenden Samens ab und verteilt die einen 100 Körner gleichmäßig auf die 2 Papierscheiben der einen Hälfte, die anderen 100 Körner auf die 2 Papierscheiben der anderen Hälfte des Apparates. In jedem Apparate können so bei kleineren Sämereien jedesmal 2 Proben von je 100 Körner zur Bestimmung der Keimfähigkeit angesetzt werden; bei größeren Sämereien (Lupinen, Mais ꝛc.) verteilt man die 100 bezw. 50 Körner auf die 4 Papierscheiben und nimmt für die Doppelprobe einen zweiten Apparat.

Nach dem Bedecken des Apparates mit dem Zinkdeckel stellt man ihn an einen Ort, der eine konstante Temperatur von 20° besitzt.

Sonstige Bestimmungen.

Nach den von den Vorstehern deutscher Versuchsstationen getroffenen Vereinbarungen soll ein Gehaltsspielraum (Latitüde) zu gunsten des Verkäufers bis zu 5% des Gebrauchswertes als den Fehlergrenzen der Versuche als ausreichend erachtet worden, d. h. wenn z. B. von 83,5% garantiertem Gebrauchswert nur 79,32% (also 4,18% weniger) gefunden werden, so muß sich der Käufer, ohne Schadenersatz beanspruchen zu können, zufrieden geben. Fehlt mehr, also etwa 6%, oder wenn statt 83,5% nur 77,5% vorhanden sind, so muß Vergütung eintreten und in diesem Falle nach vielfachen Kontraktbestimmungen für den ganzen Fehlbetrag.

Ist der vereinbarte Preis = 50 M für 1 Ctr. gewesen, so kostet nach der Garantie eine Einheit Gebrauchswert $\frac{50}{83,5} = 0,597$ M, also sind vom Preise abzuziehen $0,597 \times 6 = 3,58$ M; oder wenn die zugestandenen 4,18% Latitüde auch in größeren Differenzfällen gelten, kann $0,507 \times (6,00—4,18) = 1,09$ M vom vereinbarten Preise abgezogen werden.

Was den Gehalt an Seide, Cuscuta, (Kleeseide oder Flachseide) anbelangt, so soll ein Gehalt an Cuscuta bis zu 10 Körnern

für 1 kg in einer als „seidefrei" verkauften Ware einen Abzug von 5% des Kaufpreises bedingen, ein Gehalt von 11—30 Körnern einen Abzug von 10%. Wenn aber der Gehalt an Cuscuta die Ziffer von 30 Körnern pro 1 kg überschreitet, soll der Käufer berechtigt sein, die Ware zur Disposition zu stellen.

Als „Gebrauchswert" einer Samenart gilt die aus Reinheit und Keimkraft berechnete Prozentzahl. Der Rechnungsansatz wird auf das nach dem Auslesen verbliebene Gewicht der Probe basiert, indem angenommen wird, daß die durch letztere bedingten Verluste (Verstäuben, Wasserverdunstung, zufällige Verluste) dem Durchschnittscharakter der Probe entsprechen. Nimmt man an, man hat 25 g Rotklee abgewogen und darin 24,565 g reinen Samen und 0,411 g Verunreinigung gefunden, so beträgt die Summe der zurückgewogenen Samenbestandteile 24,565 + 0,411 = 24,976, also die Verunreinigung (x) in Prozenten: 24,976 : 0,411 = 100 : x (= 1,64%).

Also Verunreinigung = 1,64%, reiner Samen = 98,36%.

Hat der reine ausgelesene Samen eine Keimfähigkeit von 88,55% ergeben, so ist der Gebrauchswert $= \frac{98{,}36 \times 88{,}55}{100} = 87{,}10\%$.

Darstellung der Lösungen der Reagentien.

1. Normal-Schwefelsäure bezw. Normal-Salzsäure.

Als Normalsäure pflegt allgemein Normal-Schwefelsäure angewendet zu werden, welche für 1 l = 40 g SO_3 oder 49 g H_2SO_4 enthält. Bei Anwendung von Salzsäure hat die Normalsäure = 36,46 g HCl für 1 l.

Man stellt zunächst annähernd richtige Lösungen her, indem man entweder 52—53 g reine konzentrierte englische Schwefelsäure mit Wasser zu 1 l verdünnt, oder indem man Schwefelsäuremischungen von 1,032—1,033 spezifischem Gewicht (mit 41—42 g SO_3 pro 1 l) herstellt; für die Bereitung der Normalsalzsäure dient eine verdünnte Salzsäure von 1,018—1,019 spezifischem Gewicht (mit 37—39 g HCl pro 1 l).

a) Zur genauen Einstellung der Säureflüssigkeit füllt man eine Quetschhahnbürette mit der betreffenden Säurelösung, eine zweite mit einer Natronlauge, welche annähernd die Normalmenge von 31 g Na_2O pro 1 l enthält, läßt dann 20 ccm der Säure in ein etwa 100 ccm Wasser enthaltendes Becherglas ablaufen, färbt mit Cochenillelösung gelb oder mit Lackmustinktur schwach rötlich und setzt sodann von der Natronlauge zu, bis die Flüssigkeit eben rot bezw. blau erscheint. Nach einigen Minuten liest man den Flüssigkeitsstand in beiden Büretten ab. Man erfährt so, in welcher Beziehung die Natronlauge zur Säure steht.

Man wägt alsdann von reinem, vollkommen wasserfreien kohlensauren Natrium[1]) zwei Portionen ab, welche etwa 1,0—1,5 g betragen, bringt sie in Kochfläschchen von etwa 300 ccm Inhalt und löst jede Portion in 100 bis 150 ccm Wasser.

Man erwärmt eine der Lösungen des kohlensauren Natriums, setzt Cochenillelösung oder Lackmustinktur zu und fügt aus der Bürette in kleinen Portionen unter Umschwenken soviel von der Säure zu, daß die Flüssigkeit gelblich bezw. rötlich-violett geworden ist.

---

[1]) Das reine wasserfreie kohlensaure Natrium stellt man sich aus käuflichem, möglichst reinem doppeltkohlensauren Natrium her. Man zerreibt dasselbe, bringt es in einen Trichter, welcher in der Spitze ein kleines Filter enthält, drückt es fest, ebnet die Oberfläche, legt eine mehrfache Lage Filtrierpapier darauf, gießt wiederholt kleine Mengen kalten, destillierten Wassers auf und setzt dieses Auswaschen so lange fort, bis die ablaufende Lösung sich als ganz frei von Schwefelsäure und von Chlor erweist. Man trocknet dann das ausgewaschene Salz und erhitzt es mäßig in einer Platinschale, um das doppelt-kohlensaure Salz in wasserfreies, einfach kohlensaures Salz überzuführen. Dies zerreibt man und hebt es zum Gebrauche auf. Vor dem Abwägen erhitzt man eine geeignete Menge im Platintiegel längere Zeit mäßig und bringt das noch heiße Pulver in ein warmes, trocknes, zu verschließendes Röhrchen, welches im Exsikkator aufbewahrt wird.

Man erhitzt sodann zum gelinden Sieden und erhält eine Zeit lang darin. Die Flüssigkeit wird hierbei in dem Maße, als die freie Kohlensäure entweicht, wieder blau. Man läßt weiter Säure zufließen, bis auch nach dem Kochen die Flüssigkeit deutlich gelb bezw. gelbrot bleibt, und läßt alsdann aus der Laugenbürette soviel Natronlauge vorsichtig zutropfen, bis die Flüssigkeit eben hellrot bezw. blau erscheint. Nach einigen Minuten liest man den Flüssigkeitsstand in beiden Büretten ab, berechnet aus der verbrauchten Lauge nach dem oben gefundenen Verhältnisse die überschüssig zugesetzte Säure, zieht diese von der im ganzen verbrauchten Menge Säure ab und erhält so die Menge, welche zur Sättigung der abgewogenen Menge des kohlensauren Natriums gedient hat, und damit auch den genauen Gehalt der darin enthaltenen Säure, denn 1 Äquivalent kohlensaures Natrium oder 53,04 g desselben entsprechen 1 Äquivalent Säure, also 40 g Schwefelsäure oder 36,46 g Salzsäure ꝛc.

Beispiel: Angenommen, es sei gefunden, daß 20 ccm der Säure = 19,5 ccm Natronlauge entsprechen; zu 1,2 g kohlensaurem Natrium seien verbraucht 22 ccm Säure und zum Zurücktitrieren der überschüssig zugesetzten Säure 1,2 ccm Natronlauge; da 20,0 ccm Säure = 19,5 ccm Natronlauge sind, so entsprechen 1,2 ccm Lauge = 1,23 ccm Säure. Zur Sättigung des kohlensauren Natriums sind somit verbraucht 22—1,23 = 20,77 ccm.

Diese enthalten also die dem 1,2 g verwendeten kohlensauren Natrium äquivalente Menge Schwefelsäure oder Salzsäure ꝛc., welche bei ersterer, berechnet aus dem Ansatze:

$$53{,}04 : 40 = 1{,}2 : x$$

zu 0,90497 g Schwefelsäure sich ergiebt; bei letzterer, aus dem Ansatze:

$$53{,}04 : 36{,}46 = 1{,}2 : x$$

0,80647 g Salzsäure.

Da diese Mengen in 20,77 ccm enthalten sind, so ergiebt sich für 1000 ccm ein Gehalt von 43,5715 g Schwefelsäure oder 38,8286 g Salzsäure.

Man verfährt mit der zweiten Portion von kohlensaurem Natrium genau in derselben Weise und vergleicht, ob beide Bestimmungen dasselbe oder fast dasselbe Resultat ergeben, was am anschaulichsten dadurch hervortritt, daß man beide Resultate auf 1 g kohlensaures Natron umrechnet.

Differiert der Säuregehalt aus den beiden Bestimmungen nicht mehr als um 0,1 g auf 1000 ccm berechnet, so wird das Mittel aus beiden Bestimmungen als richtig angenommen. Ist die Differenz jedoch größer, so muß mit einer neuen Portion kohlensauren Natriums ein dritter Versuch angestellt werden.

Aus der nach oben hergestellten etwas stärkeren Säurelösung wird die Normalsäure hergestellt, indem man dieselbe so verdünnt, daß in 1000 ccm, gemessen bei 17,5° C., die Äquivalentzahl der betreffenden Säure (H = 1) in Grammen enthalten ist.

Wären, wie im obigen Beispiel, in 1000 ccm nach der ersten

Bestimmung 43,5715 g, nach der zweiten 43,6625 g, im Mittel also 43,6170 g Schwefelsäure gefunden, so müßten nach der Gleichung:

$$40{,}0 : 1000 = 43{,}617 : x;\ x = 1090{,}4,$$

je 1000 ccm der verwendeten Schwefelsäurelösung durch Zusatz von destilliertem Wasser zu 1090,4 ccm verdünnt werden. Es geschieht dies einfach, indem man einen Literkolben bis an die Marke mit der Säure, deren Temperatur auf 17,5° gebracht ist, füllt, dieselbe vorsichtig in die größere, zum Aufbewahren bestimmte trockene Flasche gießt, dann den Kolben mit 90,4 ccm Wasser, welche man mit einer Bürette oder Pipette abmißt, ausspült und in die große Flasche nachfüllt. Man bringt dann nochmals etwa die Hälfte der Flüssigkeit in den Kolben zurück, spült um, bringt wieder in die Flasche, mischt und bewahrt auf.

2. Normal-Alkali.

Für die Natronlauge ist von Belang, daß sie kohlensäurefrei ist. Man löst für den Zweck 850 g oder auch die doppelte Menge (1700 g) Natriumhydroxyd, um einen größeren Vorrat zu haben, in 10 l destilliertem Wasser und setzt so lange Kalkwasser zu, bis bei neuem Zusatz keine Fällung oder Trübung mehr eintritt.

Viel besser als die Behandlung mit Kalkwasser zur Darstellung einer kohlensäurefreien Natronlauge ist das von K. Müller-Hildesheim angewendete Verfahren, nämlich Zusatz von Barytwasser im Überschuß und nachher Zusatz von Natriumsulfat, um den Überschuß an Ätzbaryt wieder auszufällen. Die überstehende Lauge darf mit Schwefelsäure keinen Niederschlag mehr geben. — Diese Lösung wird vor Kohlensäurezutritt geschützt aufbewahrt und hiervon aliquote Teile zur Darstellung von Normallauge verwendet.

Mit Hilfe eines Aräometers oder einer Normalsäure bereitet man sich aus dieser konzentrierten, kohlensäurefreien Lauge eine etwas über normal starke Flüssigkeit, so daß dieselbe ca. 32—34 g Na_2O im Liter enthält, oder daß etwa 18—19,5 ccm derselben zur Sättigung 20 ccm einer Normalsäure erfordern.

Angenommen man hat zu 20 ccm Normalsäure 18,6 ccm der einzustellenden Natronlauge verwendet, so müssen auf je 18,4 ccm $20 - 18{,}4 = 1{,}6$ ccm Wasser zugesetzt oder 1000 ccm der Lauge nach der Gleichung $18{,}4 : 20 = 1000 : x$ (= 1087) auf 1087 ccm verdünnt werden, um Normallauge zu erhalten.

Selbstverständlich muß das zum Verdünnen benutzte destillierte Wasser kohlensäurefrei sein. Falls dasselbe mit Barytwasser eine Trübung giebt, wird es gekocht und in einer mit einem, Natronkalk oder Kalihydratstücke enthaltenden Rohre verschlossenen Flasche erkalten gelassen.

Wenn die Lauge vorwiegend nur zu Stickstoff-Bestimmungen dient, so ist es nicht notwendig, daß dieselbe genau normal, bezw. genau $^1/_4$-normal ist. Es erspart Zeit, wenn man eine annähernd

genaue $^1/_4$-Normallauge bereitet, deren Titer man genau gegen die Säureflüssigkeit von bekanntem Gehalt feststelit und jedesmal den Stickstofffaktor berechnet.

3. Lackmustinktur.

Der Lackmus wird mit heißem destillierten Wasser erschöpft, die filtrierte Lösung verdampft, mit Essigsäure übersättigt (wobei sich Kohlensäure entwickelt), sodann weiter bis zur Konsistenz eines dicken Extraktes eingedampft. Man bringt die Masse in eine Flasche und übergießt sie mit einer größeren Menge 90-prozentigen Alkohols. Der blaue Farbstoff wird gefällt, ein roter Farbstoff und essigsaures Kalium lösen sich. Man filtriert, wäscht mit Weingeist aus, löst den zurückbleibenden Farbstoff in warmem Wasser und filtriert. — Auch wird empfohlen, um die Lackmuslösung haltbarer zu machen, den Rückstand in wenig Glycerin zu lösen. Die Lackmuslösung muß in offenen, bloß mit Baumwollepfropf bedeckten Gefäßen aufbewahrt werden, da sie sich in verschlossenen Gläsern bald entfärbt.

Man prüft sie, indem man etwa 100 ccm Wasser damit deutlich blau färbt, die Lösung in zwei Teile teilt und zu dem einen Teil ein Minimum einer verdünnten Säure, zum anderen eine Spur Natronlauge setzt. Färbt sich jene Hälfte deutlich rot, diese deutlich blau, so ist die Lackmustinktur gut. Es darf also weder Säure noch Alkali vorwalten.

4. Cochenilletinktur.

6 g gepulverte gute Cochenille werden mit einem Gemisch von 300 ccm destillierten Wassers und 200 ccm Alkohol bei gewöhnlicher Temperatur einige Stunden unter häufigem Umschütteln digeriert und sodann durch schwedisches Filtrierpapier filtriert. Die Lösung hält sich in verschlossenen Flaschen sehr gut.

Mit Säuren giebt sie gelbrote, mit Alkalien violett-karminrote Färbung.

Anwesenheit von Kohlensäure in der zu titrierenden Flüssigkeit wirkt nicht so störend, als bei Lackmus. Bei Anwesenheit von essigsauren Salzen, von Eisen und Thonerdesalzen ist dieselbe jedoch nicht zu verwenden.

5. Phenolphtalein.

Man löst 1 Teil Phenolphtalein in 30 Teilen Alkohol von ca. 90 Volumprozent und fügt auf etwa 100 ccm einer zu titrierenden Flüssigkeit 1—2 Tropfen dieses Indikators hinzu.

Durch fixes Alkali erhält man eine rote Flüssigkeit, während durch Säuren Farblosigkeit eintritt. Phenolphtalein-Lösung ist bei Gegenwart von Ammoniumsalzen, also zur Titration bei den üblichen Stickstoffbestimmungen nicht geeignet.

6. Molybdänlösung.

150 g molybdänsaures Ammon werden mit Wasser zu 1 l Flüssigkeit gelöst und in 1 l Salpetersäure von 1,2 spezifischem Gewicht ge-

gossen, oder es werden nach Wagner-Stutzer 150 g molybdänsaures Ammon in möglichst wenig Wasser gelöst, 4000 g Ammonnitrat zugefügt, die Flüssigkeit mit Wasser zu 1 l verdünnt und diese Lösung in 1 l Salpetersäure von 1,19 spezifischem Gewicht eingegossen.

Statt des molybdänsauren Ammons können auch 125 g Molybdänsäure in verdünntem ($2^1/_2$-prozentigem) Ammoniak unter Vermeidung eines größeren Überschusses dieses Lösungsmittels gelöst werden. Sodann werden 400 g Ammonnitrat hinzugefügt, mit Wasser zu 2 l verdünnt und diese Flüssigkeit in 1 l Salpetersäure von 1,19 spezifischem Gewicht eingegossen. Auch hiervon bereitet man zweckmäßig gleich die 5—10fache Menge.

Die so bereitete Molybdänlösung wird 24 Stunden bei ca. 35° C. an einem warmen Ort stehen gelassen, und falls, wie häufig, ein gelber Niederschlag von phosphormolybdänsaurem Ammon entsteht, filtriert.

Der bei wochenlangem Aufbewahren der Molybdänlösung entstehende gelbe Bodensatz besteht aus einer gelben Modifikation der Molybdänsäure.

7. Ammoniumnitratlösung (zum Auswaschen).

150 g Ammonnitrat werden mit 10 ccm Salpetersäure und Wasser zu 1 l Flüssigkeit gelöst.

8. Chlormagnesiumlösung (Magnesiamixtur).

55 g kristallisiertes Chlormagnesium und 70 g Chlorammonium werden in 1 l $2^1/_2$-prozentiger Ammoniakflüssigkeit (oder 650 ccm Wasser und 350 ccm 24-prozentigem Ammoniak und 650 ccm Wasser gelöst. Nach M. Märcker löst man 55 g Chlormagnesium und 105 g Chlorammonium in 350 ccm 24-prozentigem Ammoniak und 650 ccm Wasser.

9. Ammoniakflüssigkeit (zum Auswaschen).

Zum Auswaschen verwendet man eine $2^1/_2$-prozentige Ammoniakflüssigkeit (oder 1 Teil käufliches 10-prozentiges Ammoniak + 3 Teile Wasser).

10. Kupferoxydhydrat nach Stutzer.

100 g Kupfersulfat werden in 5 l Wasser gelöst und mit 2,5 g Glycerin versetzt. Aus dieser Lösung wird durch Zusatz von verdünnter Natronlauge bis zur alkalischen Reaktion das Kupfer als Oxydhydrat ausgefällt. Letzteres wird abfiltriert, alsdann durch Anreiben mit Wasser, welches pro Liter 5 g Glycerin enthält, aufgeschlämmt. Durch wiederholtes Dekantieren und Filtrieren entfernt man die letzten Spuren von Alkali. Der Filterrückstand wird mit Wasser, dem man 10% Glycerin zugesetzt hat, verrieben und bis zu einer Verdünnung gebracht, daß derselbe eine gleichmäßige mit einer Pipette aufsaugbare Masse bildet. Dieselbe wird in gut verschlossenen

Flaschen und im Dunkeln aufbewahrt. Den Gehalt der breiigen Masse an Kupferoxydhydrat bestimmt man durch Eindunsten eines abgemessenen Volumens und Glühen des Rückstandes.

11. Fehlingsche Lösung (nach Soxhlet).

Chemisch reines Kupfervitriol des Handels wird einmal aus verdünnter Salpetersäure, 3 mal aus Wasser umkryställisiert und zwischen Fließpapier trocken gepreßt, dann 12 Stunden an der Luft liegen gelassen und hiervon 34,630 g zu 500 ccm gelöst.

Die Seignettelösung bereitet man — thunlichst häufig frisch — in der Weise, daß man 173 g weinsaures Natriumkalium in 400 ccm Wasser löst und dazu 100 ccm Natronlauge hinzufügt, welche 516 g Natriumhydroxyd für 1 l enthält.

Durch Vermischen gleicher Volumen Kupfer- und Seignettesalzlösung, welche getrennt aufbewahrt und erst beim Gebrauch gemischt werden, erhält man die Fehlingsche Lösung.

12. Diastaselösung.

2 kg frisches Grünmalz werden in einem Mörser mit einer Mischung von 1 l Wasser und 2 l Glycerin übergossen und durchgemischt, dann 8 Tage stehen gelassen. Darauf wird die Flüssigkeit möglichst gut ausgepreßt und filtriert, das Filtrat mit dem 2 bis $2^1/_2$-fachen Volumen Alkohol gefällt, der Niederschlag abfiltriert, mit Alkohol und Äther ausgewaschen, über Schwefelsäure getrocknet und für den Gebrauch in glycerinhaltigem Wasser gelöst.

13. Magensaftflüssigkeit nach Stutzer.

Die innere abgelöste Schleimhaut frischer, mit kaltem Wasser abgewaschener Schweinemägen wird mit einer Schere in kleine Stücke zerschnitten und für jeden Schweinemagen mit 5 l Wasser und 100 ccm einer Salzsäure übergossen, welche in 100 ccm 10 g HCl enthält. Zur Konservierung setzt man 2—3 g Salicylsäure hinzu, läßt unter bisweiligem Umschütteln 1—2 Tage lang stehen und filtriert alsdann die Flüssigkeit zuerst durch ein Flanellsäckchen, alsdann durch Filtrierpapier. In gut verschlossenen Flaschen hält sich die Flüssigkeit monatelang wirksam. Es empfiehlt sich, die Schleimhaut mehrerer Mägen gleichzeitig auszuziehen, da es vorkommen kann, daß bei der Verarbeitung eines einzelnen Magens mit zufällig wenig Pepsin eine mangelhaft wirkende Verdauungsflüssigkeit erhalten wird.

14. Nesslers Reagens.

50 g Kaliumjodid werden in etwa 50 ccm heißen Wassers gelöst und mit einer konzentrierten Quecksilberchloridlösung versetzt, bis der dadurch gebildete rote Niederschlag sich nicht mehr löst; hierzu sind 20—25 g Quecksilberchlorid erforderlich. Man filtriert, ver-

mischt mit der Auflösung von 150 g Kalihydrat in 300 ccm Wasser, verdünnt auf 1 l, fügt noch eine kleine Menge (etwa 5 ccm) der Queckfilberchloridlösung hinzu, läßt den Niederschlag sich absetzen und dekantiert. Die Lösung muß in gut verschlossenen Flaschen aufbewahrt werden.

15. Zinkjodidstärkelösung.

Man zerreibt 4 g Stärkemehl in einem Porzellanmörser mit wenig Wasser und fügt die dadurch entstandene milchige Flüssigkeit unter Umrühren nach und nach zu einer im Sieden befindlichen Lösung von 20 g käuflichem, reinem Zinkchlorid in 100 ccm destillierten Wassers. Man setzt das Erhitzen unter Ergänzung des verdampfenden Wassers fort, bis die Stärke möglichst gelöst und die Flüssigkeit fast klar geworden ist. Alsdann verdünnt man mit destilliertem Wasser, setzt 2 g käufliches, reines und trockenes Zinkjodid hinzu, füllt zum Liter auf und filtriert. Die klare Flüssigkeit wird in einer gut verschlossenen Flasche aufbewahrt.

16. Silbernitratlösung.

1 Teil reines, geschmolzenes salpetersaures Silber wird in 20 Teilen Wasser gelöst. Zur Darstellung von $^1/_{10}$-Normalsilberchloridlösung werden 16,955 g reinstes, salpetersaures Silber mit destilliertem Wasser bis zu 1 l aufgelöst oder man löst 10,766 g reines metallisches Silber in Salpetersäure, verdampft zur Trockene und löst den Rückstand in 1 l Wasser. Die Silberlösungen müssen vor Licht geschützt in braunen Flaschen aufbewahrt werden.

17. $^1/_{100}$-Normalchamäleon- und $^1/_{100}$-Normaloxalsäurelösung für die Bestimmung der organischen Substanz in Wasser.

Man löst 0,33 (0,32—0,34) g kryſtallisiertes Kaliumpermanganat in 1 l destillierten Wassers, ebenso 0,63 g reine kryſtallisierte Oxalsäure in 1 l destillierten Wassers und stellt das Verhältnis dieser Lösungen zu einander fest. Man läßt aus der Bürette 10 ccm Oxalsäurelösung in ein Becherglas fließen, verdünnt mit etwa 50 ccm Wasser, setzt 5 ccm verdünnte Schwefelsäure (1 Volum konzentrierte Schwefelsäure und 3 Volumen Wasser) zu, erwärmt auf ca. 60° C. und titriert mit der Chamäleonlösung, bis eine schwach rosarote Färbung entsteht und sich einige Minuten erhält. Bei richtiger Konzentration der Chamäleonlösung entsprechen 10 ccm Chamäleon genau 10 ccm Oxalsäurelösung, d. h. 10 ccm der letzteren mit 6,3 mg Oxalsäure sind gleich 3,16 mg Kaliumpermanganat = 0,8 mg disponiblem Sauerstoff, welche zur Umwandlung der 6,3 mg Oxalsäure in Kohlensäure erforderlich sind.

Zur Titerstellung verfährt man indes am zweckmäßigsten in der Weise, daß man 100 ccm eines Wassers (destilliertes oder auch Trinkwasser) mit 10 ccm der Chamäleonlösung genau nach S. 162 in saurer und alkalischer Lösung kocht, 10 ccm Oxalsäurelösung zusetzt und

wenn sich alles Manganoxyduloxyd gelöst hat, mit Chamäleonlösung bis zur bleibenden schwachen Rosafärbung zurücktitriert.

Zu diesem von organischen Stoffen freien Wasser setzt man — event. unter Wiederanwärmen auf 50—60° C. — 10 ccm der Oxalsäurelösung zu und titriert mit Chamäleon bis zur bleibenden Rosafärbung. Ist letztere Lösung genau $^1/_{100}$ normal, so gebraucht man jetzt 10 ccm derselben. Werden zu 10 ccm $^1/_{100}$-Normaloxalsäure statt 10 ccm verbraucht 9,6 ccm oder 10,6 ccm Chamäleonlösung, so muß man von der gesamten Anzahl Kubikcentimeter der bei einem Wasser verbrauchten Chamäleonlösung z. B. 10 + 4,7 = 14,7 ccm statt 10 abziehen 9,6 bezw. 10,6 also 14,7 — 9,6 = 5,1 oder im letzteren Falle 14,7 — 10,6 = 4,1 ccm, welche nach den Gleichungen:

$$9{,}6 : 10 = 5{,}1 : x\ (= 5{,}3)$$

oder $$10{,}6 : 10 = 4{,}1 : x\ (= 3{,}9)$$ umzurechnen sind.

Letztere Zahlen werden dann mit den Werten von entweder: Kaliumpermanganat, oder Sauerstoff oder organischen Stoffen (vergl. S. 163) multipliziert.

Differenzen von 0,1—0,2 ccm zwischen den beiden Titerflüssigkeiten können unberücksichtigt bleiben.

Man geht von der Oxalsäure als Normallösung aus, weil sie am zuverlässigsten ist. Die $^1/_{100}$-Oxalsäurelösung zersetzt sich aber besonders am Licht sehr rasch. Man bewahrt sie daher am zweckmäßigsten im Dunkeln auf und muß sie thunlichst oft erneuern, oder man kann derselben zur besseren Haltbarkeit nach E. Fricke 1 g Borsäure für 1 l zusetzen.

Atomgewichte der wichtigeren chemischen Elemente.

Aluminium — Al	27,08	Molybdän — Mo	96,1
Antimon — Sb	120,29	Natrium — Na	23,028
Arsen — As	75,00	Nickel — Ni	58,5
Baryum — Ba	137,04	Osmium — Os	191,6
Blei — Pb	206,911	Palladium — Pd	105,9
Bor — B	10,920	Phosphor — P	31,03
Brom — Br	79,963	Platin — Pl	194,83
Cadmium — Cd	111,802	Quecksilber — Hg	200,4
Cäsium — Cs	132,88	Rhodium — Rh	103,1
Calcium — Ca	40,0	Rubidium — Rd	85,44
Cer — Ce	140,2	Sauerstoff — O	16,00
Chlor — Cl	35,453	Schwefel — S	32,063
Chrom — Cr	52,15	Selen — Se	79,07
Eisen — Fe	56	Silber — Ag	107,938
Erbium — E	166	Silicium — Si	28,40
Fluor — F	18,99	Stickstoff — N	14,041
Gallium — Ga	69,9	Strontium — Sr	87,52
Germanium — Ge	72,32	Tellur — Te	125
Gold — Au	197,31	Thallium — Tl	204,15
Indium — In	113,7	Thorium — Th	232,4
Iridium — Ir	193,18	Titan — Ti	48,13
Jod — J	126,864	Uran — U	239,4
Kalium — K	39,136	Vanadin — V	51,21
Kobalt — Co	59,1	Wasserstoff — H	1,0082
Kohlenstoff — C	12,003	Wismut — Bi	208,9
Kupfer — Cu	63,44	Wolfram — W	184,0
Lithium — Li	7,03	Zink — Zn	65,38
Magnesium — Mg	24,38	Zinn — Sn	118,10
Mangan — Mn	55,09	Zirkonium — Zr	90,67

Faktoren zur Berechnung der gesuchten Substanz aus der gefundenen.

Gesucht.	Gefunden.	
Äpfelsäure — $C_4H_6O_5$	Schwefelsäure — SO_3	1,673
Aluminium — 2 Al	Thonerde — Al_2O_3	0,530
Ammoniak — $2(NH_3)$	Ammoniumplatinchlorid — $(NH_4Cl)_2, PtCl_4$	0,0769
Ammoniak — NH_3	Chlorammonium — NH_4Cl	0,319
Ammoniak — $2(NH_3)$	Schwefelsäure — SO_3	0,426
Ammoniak — NH_3	Stickstoff — N	1,214
Ammoniumoxyd — $(NH_4)_2O$	Ammoniumplatinchlorid — $(NH_4Cl)_2, PtCl_4$	0,117
Arsen — 2 As	Arsentrisulfid As_2S_3	0,609
	Pyroarsensaures Magnesium — $Mg_2As_2O_7$	0,483
Arsenige Säure — As_2O_3	Arsentrisulfid — As_2S_3	0,804
Baryt — BaO	Kohlensäure — CO_2	3,476
Baryt — BaO	Kohlensaures Baryum — $BaCO_3$	0,777
Baryt — BaO	Schwefelsaures Baryum — $BaSO_4$	0,657
Blei — Pb	Schwefelsaures Blei — $PbSO_4$	0,683
Chlor — Cl	Chlorsilber — AgCl	0,247
Chlorkalium — 2 (KCl)	Kaliumplatinchlorid — $(KCl)_2, PtCl_4$	0,306
Eisen — Fe	Eisenoxydul — FeO	0,778
Eisen — 2 Fe	Eisenoxyd — Fe_2O_3	0,700
Eisen — Fe	Eisendoppelsalz — $(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 + 6aq$	0,143
Eisenoxyd — Fe_2O_3	Eisenoxydul — 2 (FeO)	1,111
Eisenoxyd — Fe_2O_3	Eisendoppelsalz — $(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 + 6aq$	0,204
Eisenoxyd — Fe_2O_3	Ferriphosphat — $Fe_2(PO_4)_2$	0,530
Eisenoxydul — 2 FeO	Eisenoxyd — Fe_2O_3	0,900
Eisenoxydul — FeO	Eisendoppelsalz — $(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 + 6aq$	0,183
Essigsäure — $C_2H_4O_2$	Schwefelsäure — SO_3	1,499
Essigsäure — $C_2H_4O_2$	Kohlensäure CO_2	2,729
Humussubstanz	Kohlensäure — CO_2	0,472
Humussubstanz	Kohlenstoff	1,724
Kali — K_2O	Chlorkalium 2 (KCl)	0,632
Kali — K_2O	Kaliumplatinchlorid — $(KCl)_2, PtCl_4$	0,194
Kali — K_2O	Kohlensäure — CO_2	2,141
Kali — K_2O	Schwefelsäure — SO_3	1,177
Kali — K_2O	Schwefels. Kalium — K_2SO_4	0,541
Kalk — CaO	Kohlensäure — CO_2	1,273
Kalk — CaO	Kohlens. Calcium — $CaCO_3$	0,560
Kalk — CaO	Schwefels. Calcium — $CaSO_4$	0,412
Kohlenstoff — C	Kohlensäure — CO_2	0,273
Kohlensäure — CO_2	Kohlens. Calcium — $CaCO_3$	0,440

Gesucht.	Gefunden.	
Kohlensäure — CO_2	Kohlens. Baryum — $BaCO_3$	0,223
Kohlensaures Kalium — K_2CO_3	Kohlensäure — CO_2	3,142
Kohlensaures Kalium — K_2CO_3	Schwefelsäure — SO_3	1,727
Kohlensaures Calcium — $CaCO_3$	Kohlensäure — CO_2	2,273
Kohlensaures Magnesium — $MgCO_3$	Kohlensäure — CO_2	1,918
Kohlens. Magnesium $2(MgCO_3)$	Pyrophosphors. Magnesium — $Mg_2P_2O_7$	0,757
Kohlensaures Natrium — Na_2CO_3	Kohlensäure — CO_2	2,411
Kohlensaures Natrium — Na_2CO_3	Schwefelsäure — SO_3	1,325
Kupfer — Cu	Kupferoxyd — CuO	0,799
Magnesia — 2 MgO	Pyrophosphors. Magnesium — $Mg_2P_2O_7$	0,362
Magnesia — MgO	Schwefelsaures Magnesium $MgSO_4$	0,335
Manganhyperoxyd — MnO_2	2 Mol. Eisendoppelsalz $2(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 + 6$ aq	0,111
Manganhyperoxyd — MnO_2	Kohlensäure — $2CO_2$	0,989
Manganoxyd — $1\,^1/_2 Mn_2O_3$	Manganoxyduloxyd — Mn_3O_4	1,037
Manganoxydul — 3 MnO	Manganoxyduloxyd — Mn_3O_4	0,930
Milchzucker — $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$	Traubenzucker — $2(C_6H_{12}O_5)$	1,000
Natron — Na_2O	Chlornatrium — 2 NaCl	0,531
Natron — Na_2O	Kohlens. Natrium — Na_2CO_3	0,585
Natron — Na_2O	Salpeters. Natrium — $2(NaNO_3)$	0,365
Natron — Na_2O	Schwefels. Natrium — Na_2SO_4	0,437
Phosphorsäure — P_2O_5	Ferriphosphat — $Fe_2(PO_4)_2$	0,470
Phosphorsäure — P_2O_5	Pyrophosphors. Magnesium — $Mg_2P_2O_7$	0,638
Proteïnstoffe	Stickstoff — N	6,250
Rohrzucker — $C_{12}H_{22}O_{11}$	Traubenzucker $2(C_6H_{12}O_6)$	0,950
Salpetersäure — N_2O_5	Ammoniak — $2(NH_3)$	3,176
Salpetersäure — N_2O_5	Schwefelsäure — SO_3	1,349
Salpetersäure — N_2O_5	Stickstoff — 2 N	3,849
Salzsäure — HCl	Kohlensäure — CO_2	0,829
Salzsäure 2 HCl	Schwefelsäure — SO_3	0,911
Schwefel — S	Schwefels. Baryum — $BaSO_4$	0,138
Schwefelsäure — SO_3	Schwefels. Baryum — $BaSO_4$	0,343
Schwefels. Calcium — $CaSO_4$	Kohlens. Calcium — $CaCO_3$	1,361
Schwefels. Calcium — $CaSO_4$	Schwefelsäure — SO_3	1,699
Silber — Ag	Chlorsilber — AgCl	0,753
Stärkemehl — $C_6H_{10}O_5$	Traubenzucker — $C_6H_{12}O_6$	0,900
Stickstoff — N	Ammoniak — NH_3	0,823
Stickstoff 2 N	Ammoniumplatinchlorid — $(NH_4Cl)_2, PtCl_4$	0,0633
Strontian — SrO	Schwefels. Stront. — $SrSO_4$	0,564
Weinsäure — $C_4H_6H_6$	Schwefelsäure — SO_3	1,874
Zink — Zn	Zinkoxyd — ZnO	0,803
Zinn — Sn	Zinnoxyd — SnO_2	0,787

Druck von Hermann Beyer & Söhne in Langensalza.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstrasse 10.

Deutsche Landwirtschaftliche Presse.

Begründet 1874. Erscheint Mittwochs und Sonnabends.

Wöchentlich zwei Handelsbeilagen. Monatlich eine Farbendrucktafel.

Monatlich eine Beilage: „Zeitschriften-Schau".

Durch jedes deutsche Postamt bezogen, Preis vierteljährlich 5 M.

Die »Deutsche Landwirtschaftliche Presse« ist nach Inhalt und Ausstattung die Fachzeitung grössten Stils. Ein grosser Mitarbeiterstab ausgezeichneter Vertreter aus Wissenschaft und Praxis, ein vortrefflich geleiteter Handelsteil machen die Lektüre der »Deutschen Landwirtschaftlichen Presse« für jeden Landwirt zu einer direkt nutzenbringenden, wogegen der geringe Abonnementspreis nicht in Betracht kommen kann.

Wegen der grossen Verbreitung bestes Blatt für alle landwirtsch. Anzeigen.

Die Einheitszeile oder deren Raum 35 Pf.; auf der ersten und letzten Umschlagseite 50 Pf.

Probenummern mit Handelsbeilage umsonst und postfrei.

Mentzel und von Lengerke's
Landwirtschaftlicher Hülfs- und Schreib-Kalender
57. Jahrgang.

Herausgeg. von **Dr. H. Thiel,** Ministerialdirektor im Ministerium für Landwirtschaft etc.

I. Teil (Taschenbuch) gebunden. — II. Teil (Jahrbuch) geheftet.

Ausgabe mit $^1/_2$ Seite weiss Papier pro Tag. In Leinen geb. 2,50 M., in Leder geb. 3 M.
Ausgabe mit $^1/_1$ Seite weiss Papier pro Tag. In Leinen geb. 3 M., in Leder geb. 4 M.

Der Mentzel und von Lengerke'sche Kalender folgt mit seinem ganzen Inhalt den modernen Bedürfnissen der Landwirtschaft, und nach wie vor wird er sich bewähren als ein **Freund des Landwirts,** wie man ihn oft lobend bezeichnet.

Der I. Teil, das gebundene Taschenbuch, dessen Formulare für wirtschaftliche Eintragungen der verschiedensten Art von über 35 Tausend Landwirten jahraus jahrein benutzt werden, enthält ausserdem Tabellen für Berechnungen, wie sie sich täglich im praktischen Betriebe aufwerfen, Tabellen, welche absolut unentbehrlich sind und es erklärlich machen, dass der »Mentzel« in der Rocktasche jedes Landwirts zu finden ist.

Der II. Teil, das Jahrbuch, enthält alljährlich auf das Peinlichste revidierte Zusammenstellungen über die landw. Behörden, es sind ferner die landw. Berufsgenossenschaften, die landw. Genossenschafts-Vorstände, die Landwirtschaftskammern, die Zuchtgenossenschaften, die landw. Vereine, ebenso wie die landw. Unterrichtsanstalten und Versuchsstationen aufgeführt. Ferner enthält dieser Teil alljährlich einen für praktische Landwirte lehrreichen Artikel.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Landwirtschaftliche Unterrichtsbücher.

Ackerbau einschliesslich Gerätelehre von Direktor Dr. **Droysen** in Herford und Prof. Dr. **Gisevius** in Königsberg. *Fünfte* Auflage. Mit 175 Textabb. *Geb., Preis 1 M. 60 Pf.*

Leitfaden der Ackerbaulehre für Lehranstalten und zum Selbstunterricht von Dr. **H. Biedenkopf**, Landwirtschaftslehrer in Chemnitz. *Zweite* Auflage. Mit 46 Textabbildungen. *Geb., Preis 1 M. 40 Pf.*

Leitfaden für einfache landw. Untersuchungen. Von Dr. **Herm. Biedenkopf**, Lehrer an der landw. Schule zu Chemnitz. Mit 35 Textabbildungen. *Geb., Preis 1 M.*

Düngerlehre von Direktor **A. Conradi** in Hohenwestedt. *Zweite* Auflage. *Preis 60 Pf*

Grundzüge der Agrikulturchemie. Für land- und forstwirtschaftliche, sowie gärtnerische Lehranstalten und zum Selbstunterricht bearbeitet von Dr. **R. Otto** in Proskau. Mit 44 Textabbildungen. *Geb., Preis 4 M.*

Bodenkunde. Ein Leitfaden für den Unterricht an mittleren und niederen landwirtschaftlichen Lehranstalten. Von Dr. **W. Lilienthal**, Winterschul-Direktor in Genthin. Mit 13 Textabbildungen. *Zweite* Auflage. *Geb., Preis 1 M. 20 Pf.*

Bodenkunde von **A. Wirtz**, Direktor der landwirtschaftlichen Winterschule in Odenkirchen. *Preis 50 Pf.*

Mineralogie u. Gesteinslehre von **V. Uhrmann**, Direktor der landw. Schule in Annaberg im Erzgeb. *Zweite* Auflage. Mit 26 Textabbildungen. *Geb., Preis 1 M.*

Pflanzenbau von Direktor Dr. **Birnbaum**. *Fünfte* Auflage, bearbeitet von Professor Dr. **Gisevius** in Königsberg i. Pr. Mit 217 Textabbildungen. *Geb., Preis 1 M. 60 Pf.*

Grundzüge der Pflanzenvermehrung. Leitfaden zum speziellen Gebrauche für Gärtnerlehranstalten und gärtnerische Fortbildungsschulen, sowie zum Selbststudium für Lehrlinge und Gehilfen von **Max Löbner**, Obergärtner und Gartenbaulehrer in Wädensweil. *Geb., Preis 70 Pf.*

Wiesenbau von **H. Kutscher**, Lehrer in Hohenwestedt. *Zweite* Auflage. Mit 67 Textabbildungen. *Geb., Preis 1 M. 20 Pf.*

Lehrbuch der Botanik für Landwirtschaftsschulen und andere höhere Lehranstalten. Von Oberlehrer Dr. **G. Meyer** in Dahme. *Zweite* Aufl. Mit 291 Textabb. *Geb., Preis 2 M.*

Leitfaden der Botanik für landw. Winterschulen und Landwirte. Von Oberlehrer Dr. **G. Meyer** in Dahme. Mit 248 Textabbildungen. *Geb., Preis 1 M. 50 Pf.*

Leitfaden der Zoologie für niedere landw. Schulen. Von **R. Hillmann** und **A. Wolschner**, Lehrern an der landw. Schule zu Annaberg i. Erzg. Mit 112 Textabb. *Geb., Preis 1 M. 40 Pf.*

Viehzucht von **V. Patzig**, Professor in Marienburg. *Fünfte* Auflage. Mit 107 Textabbildungen. *Geb., Preis 1 M. 60 Pf.*

Fütterungslehre von Direktor **A. Conradi** in Hohenwestedt. *Zweite* Auflage. *Geb., Preis 1 M. 20 Pf.*

Tierzuchtlehre von Direktor **A. Conradi** in Hohenwestedt. Mit 95 Textabbildungen. *Geb., Preis 1 M.*

Bau und Leben der landw. Haussäugetiere. Von Dr. **E. Laur**, Lehrer in Brugg. *Zweite* Auflage. Mit 91 Textabbildungen und 5 Tafeln. *Geb., Preis 1 M. 20 Pf.*

Der Körper der landwirtschaftlichen Haussäugetiere. Von Dr. **J. Becker**, Direktor der landw. Schule zu Lage (Lippe). Mit 67 Textabb. *Geb., Preis 1 M. 40 Pf.*

Wirtschaftsbetrieb von Dr. **P. Gabler**, Lehrer in Eldena. *Kart., Preis 1 M. 20 Pf.*

Betriebslehre von Direktor **A. Conradi** in Hohenwestedt. *Dritte* Auflage. *Geb., Preis 1 M.*

Wirtschaftslehre von Direktor Dr. **V. Funk** in Zoppot. *Vierte* Auflage. *Geb., Preis 1 M.*

Taxationslehre von **C. Petri**, Lehrer in Hohenwestedt. *Geb., Preis 1 M. 60 Pf.*

Betriebseinrichtung kleinerer Wirtschaften in den Sand- und Moorgegenden des nordwestl. Deutschland von Oekonomierat Dr. **Salfeld** in Lingen. *Preis 60 Pf.*

Landwirtschaftliche Betriebslehre für mittlere und niedere landw. Lehranstalten, sowie zum Selbstunterricht, bearbeitet von Dr. **R. Roth**, Direktor der landw. Schule in Chemnitz. *Fünfte* Auflage. *Geb., Preis 1 M. 50 Pf.*

Landwirtschaftsgeschichte von Landwirtschaftsschuldirektor Dr. **V. Funk**. *Geb., Preis 1 M.*

Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.

Deutsche Landwirtschaftliche Presse.

Erscheint Mittwochs und Sonnabends.
Preis vierteljährlich 5 M.

Die „Deutsche Landw. Presse" ist nach Inhalt und Ausstattung eine Fachzeitung großen Stils und hat eine zweifache Aufgabe: sie dient einerseits der Förderung der agrarischen Interessen in der Wirtschaftspolitik und andererseits dem Fortschritte in der Wissenschaft und Praxis von Ackerbau, Viehzucht und den landw. Gewerben.

Was die „Deutsche Landwirtschaftliche Presse" besonders auszeichnet ist:

Sachlichkeit und Gründlichkeit in der Erörterung der wirtschaftspolitischen und sozialen Tagesfragen.

Energische Vertretung aller landwirtschaftlichen Interessen bei Behörden und Parlamenten.

Beste fachmännische Artikel über rationelle Technik und Betriebsweise der Landwirtschaft und ihrer Nebengewerbe.

Berichterstattung über beachtenswerte Fortschritte im Auslande, besonders England und Amerika.

Freier „Meinungsaustausch" für Vertreter verschiedener Richtungen, unter Wahrnehmung parlamentarischer Formen.

Kostenfreier „Fragekasten" mit zuverlässiger Auskunftserteilung aus Theorie und Praxis.

Reiche und künstlerisch wertvolle **Abbildungen** von hervorragenden Tieren, Pflanzenzüchtungen u. zu Wirtschafts-Beschreibungen.

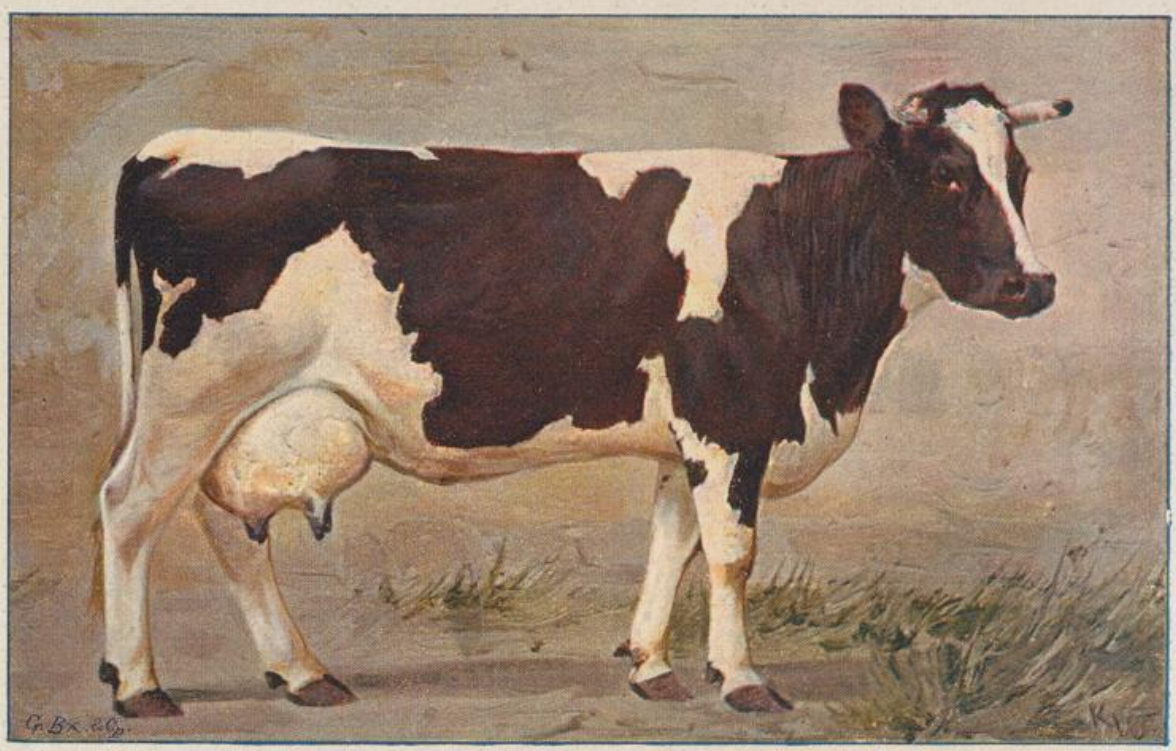
Feuilleton aus dem Gebiete der Jagd, des Sports 2c.

Wöchentlich eine Handelsbeilage

mit übersichtlichen Mitteilungen über die Preis-Bewegung der landw. Produkte und Verbrauchsartikel an den Hauptplätzen Deutschlands und des Auslandes, sowie über die den Landwirten gezahlten Viehpreise auf Grund von Privatberichten. Die „Handelsbeilage" hilft dem Landwirt vor allem, den **preisdrückenden Bestrebungen des Zwischenhandels entgegenzuarbeiten.**

Monatlich eine Farbendrucktafel.

Probenummern mit Handelsbeilage und Farbendrucktafel umsonst u. postfrei.



Holländer Kuh, $10^1/_2$ Jahre alt, 6 Wochen in Milch.

Landwirtschaftliche Unterrichtsbücher.

Landmanns Buchführung. Leichtfassliche Anleitung mit durchgeführtem Jahresbeispiel. Von Dr. **H. Clausen**, Direktor in Heide. *Geb., Preis 1 M. 20 Pf.*

Einfache landwirtschaftliche Buchführung von Dr. **P. Habernoll**, Landwirtschaftslehrer in Schweidnitz. *Geb., Preis 1 M. 20 Pf.*

Selbstverwaltungsämter, Vorbereitung für staatliche und kommunale Ehrenämter des Landwirts. Von **C. Petri**, Lehrer in Hohenwestedt. *Zweite* Auflage. *Geb., Preis 1 M. 20 Pf.*

Landw. Berechnungen. Für mittlere und niedere landw. Schulen. Von Dr. **R. Roth**, Direktor der landw. Schule in Chemnitz. *Zweite* Auflage. *Geb., Preis 1 M. 50 Pf.*

Rechenbuch für niedere und mittlere landwirtschaftliche Lehranstalten von **L. Lemke**, Lehrer in Stargard i. P.
Erster Teil. Unterklassen. *Zweite* Auflage. *Geb., Preis 1 M. 40 Pf.*
Zweiter Teil. Mittel- und Oberklassen. *Zweite* Auflage. Mit 112 Textabbildungen *Geb., Preis 2 M.*
Lösungen (für beide Teile). *Zweite* Auflage. *Preis 1 M.*

Rechenbuch für Ackerbauschulen, landw. Winterschulen und ländl. Fortbildungsschulen von **P. Knak**, Lehrer in Wittstock. *Dritte* Auflage. *Geb., Preis 1 M. 20 Pf.*
Lösungen. *Preis 1 M.*

Geometrie, Feldmessen u. Nivellieren von **H. Kutscher**, Lehrer in Hohenwestedt. *Zweite* Auflage. Mit 164 Textabbildungen. *Geb., Preis 1 M. 40 Pf.*

Geometrie der Ebene für Landwirtschaftsschulen von Prof. **L. Bosse** in Dahme und Prof. **H. Müller** in Friedrichshagen. Mit 200 Textabb. *Zweite* Aufl. *Geb., Preis 1 M. 20 Pf.*

Stereometrie für Landwirtschaftsschulen von Prof. **L. Bosse** in Dahme und Prof. **H. Müller** in Eldena. Mit 30 Textabbildungen. *Preis 50 Pf.*

Algebra für Landwirtschaftsschulen von Prof. **L. Bosse** in Dahme und Prof. **H. Müller** in Eldena. *Preis 1 M 80 Pf.*

Feldmess- und Nivellierkunde und das Drainieren von **Chr. Nielsen**, Oberlehrer in Varel. *Zweite* Auflage. Mit 102 Textabbildungen und 3 Tafeln. *Geb., Preis 2 M*

Physik von **M. Hollmann**, Oberlehrer in Thorn. *Vierte* Auflage. Mit 160 Textabbildungen *Geb., Preis 1 M. 30 Pf.*

Lehrbuch der Physik in methodischer Bearbeitung für Landwirtschaftsschulen von Dr. **Lautenschläger**, Oberlehrer in Samter.

Mechanik, Wärmelehre und
und Obstbau- und Landwirtsch
zu Trier. Mit Anhang: Licht un

Chemie von **P. J. Murzel**, Direktor

Chemie von **A. Maas**, Lehrer in W

Chemie für Ackerbau- u. landw. Wi
Erster Teil: Anorganische
Zweiter Teil: Organische

Meyer's Forstwirtschaft. *Zw*
Proskau.

Obst- und Gemüsebau von Otto

Deutsche Gedichte, herausgegeb
Direktor Dr. **R. Schultz** in Margg

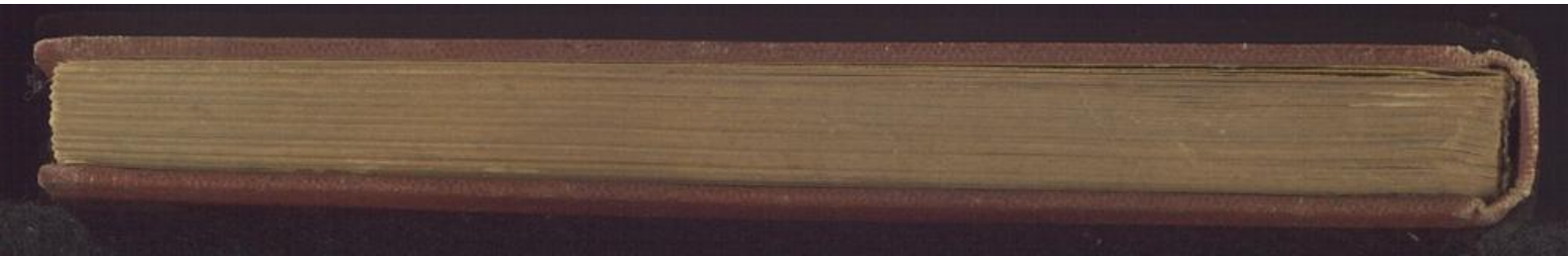
Deutsches Lesebuch für Ackerb
Fortbildungsschulen herausgege

Lehr- und Lesebuch für ländli
Fr. Kolb, W. Scheid und R. Wobig

Zu beziehen

350

Wolf's Untersuchung



Thaer-Bibliothek

Band 35

à Bd. 2½ Mrk.

EMIL WOLFF'S Anleitung zur Untersuchung landwirtschaftlicher Stoffe.

VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY IN BERLIN.