

## W.

**W**, chemisches Symbol für Wolfram.

**Wabain**, s. Ouabain, Bd. VII, pag. 577.

**Wabayo**, ein ostafrikanisches Pfeilgift, s. Ouabayo, Bd. VII, pag. 577. Die Abstammung von einer *Carissa*-Art wurde neuerdings bestätigt (CATHÉLINEAU, Journ. de Pharm. et de Chimie, 1890).

**Wachholder**, s. Juniperus, Bd. V, pag. 531.

**Wachholderholztheer**, Kadeöl, ist der durch trockene Destillation des Holzes von *Juniperus Oxycedrus* gewonnene Theer, welcher als *Oleum cadinum*, *Ol. Juniperi Oxycedri* in den Handel kommt.

**Wachholderöle**. Der Wachholder, *Juniperus communis L.*, enthält mehrere ätherische Oele, welche voraussichtlich zu einander in bestimmten Beziehungen stehen und gewissen Lebensperioden der Pflanze entsprechen. Alle aus dem Wachholder gewonnenen Oele sind sauerstofffrei und zählen zu den Terpenen; sie enthalten Pinen (vergl. Bd. IX, pag. 631). Die Angaben von SOUBEIRAN & CAPITAINÉ, dass das Wachholderbeeröl ein Gemenge zweier Camphene sein soll, ist nach heutigen Begriffen hinfällig. Dass die verschiedenen Oele im Laufe des Lebensprocesses in einander verwandelt werden, dafür spricht die Thatsache, dass das aus unreifen Beeren gewonnene Oel aus einem leichter und einem schwerer flüchtigen Terpen besteht, von denen das erstere dem Wachholderholzöl sehr nahe steht, das letztere mit dem Oel aus reifen Beeren identisch zu sein scheint.

1. Wachholderbeeröl. Das aus den zerquetschten Wachholderbeeren durch Dampfdestillation gewonnene Terpen. Es ist farblos oder nur schwach gelblich, klar, dünnflüssig, neutral und von dem starken Geruch und Geschmack der Wachholderbeeren; es löst sich wenig in Weingeist von 0.85 spec. Gew., dagegen schon in  $\frac{1}{2}$  Th. absolutem Alkohol und in Aether oder Schwefelkohlenstoff in allen Verhältnissen. Spec. Gew. 0.86—0.87; Siedepunkt zwischen 150—280°. Die Ausbeute beträgt aus reifen Beeren bei der directen Destillation mit Wasser 0.4 Procent, bei zuvorigem Extrahiren der Beeren mit kaltem Wasser soll sie dagegen 0.75 Procent betragen (STEER). An der Luft nimmt es Sauerstoff auf, wird dicklich bis zähe, färbt sich gelb bis gelbbraun und verharzt schliesslich ganz. Bei längerer Berührung mit heissem Wasser bildet es ein Hydrat, welches in Krystallen erhalten werden kann, dagegen ist das Chlorhydrat des Wachholderbeeröls flüssig und nicht krystallisirbar. Frisches Oel unreifer Beeren explodirt mit Jod sehr heftig, älteres weniger stark, solches von reifen Beeren gar nicht. Ueber Aufbewahrung, Prüfung und Anwendung vergl. *Oleum Juniperi*, Bd. VII, pag. 471.

2.  
Blätter  
und T  
0.83—  
Oele r  
flüssige

Wa  
0.963—  
63—6  
zahl

Zur  
Waben  
und d  
das g  
der Re  
gefärb  
feinkör  
mit Hi

Für  
alba

Die  
Kalium  
Produ  
Feuch  
geeign  
und a  
Bespre  
einige  
welche  
dem g

Da  
und g  
als ge  
W  
und 8

In  
kalten  
durch  
Aether  
W  
in ge  
Steari  
Wach

Fü  
nicht  
da ge  
werde  
Bi  
von K  
poli  
Tränk

W  
japan  
s. P

2. Wachholderholzöl. Das durch Destillation des Holzes, der Zweige und Blätter gewonnene Oel; es ist farblos und dünnflüssig, von zugleich Wachholder und Terpentinöl ähnlichem Geruch, in Weingeist schwer löslich. Spec. Gew. 0.83—0.84. Siedepunkt 155—163°. Mit Jod explodirt es (Unterschied von dem Oele reifer Beeren). Es ist schwach linksdrehend und gibt mit Salzsäure eine flüssige Verbindung.

Ganswindt.

**Wachs**, Bienenwachs, *Cera*, Cire, Beeswax. — Spec. Gew. bei 15°: 0.963—0.970. — Schmelzpunkt: Gelbes Wachs 61.5—62.5°, weisses 63—65° und höher. — Verseifungszahl 95, Aetherzahl 75, Säurezahl 20.

Zur Gewinnung des Bienenwachses (s. Biene, Bd. II, pag. 240) werden die Waben nach Entfernung des Honigs (Bd. V, pag. 267) mit Wasser geschmolzen und das aufschwimmende Wachs in Formen gegossen. Man erhält auf diese Weise das gelbe Wachs (s. auch *Cera flava*, Bd. II, pag. 620). Dasselbe ist in der Regel gelblich bis gelb, aussereuropäisches auch grünlich, rötlich oder braun gefärbt. Es riecht nach Honig, ist bei niedriger Temperatur spröde, sein Bruch feinkörnig und es enthält stets noch Pollenkörner, wodurch sein Nachweis in Mischungen mit Hilfe des Mikroskopes leicht gelingt.

Für viele Verwendungen wird das gelbe Wachs zu weissem Wachs, *Cera alba* (Bd. II, pag. 619), gebleicht.

Die Bleiche gelingt weniger gut durch Anwendung chemischer Mittel (Chlor, Kaliumchlorat und Salzsäure, Permanganat etc.), unter welchen die Qualität des Productes leidet, als durch die Einwirkung des Sonnenlichtes bei Gegenwart von Feuchtigkeit. Zu diesem Zwecke wird das gelbe Wachs geschmolzen, durch geeignete Vorrichtungen in die Form dünner Bänder, Fäden oder Körner gebracht und auf Leinwand ausgebreitet der Sonne ausgesetzt. Man hält das Wachs durch Besprengen feucht, schmilzt, wenn man den Bleichprocess beschleunigen will, nach einigen Tagen um, bündert neuerdings und legt bis zur vollständigen Bleiche aus, welche mehrere Wochen dauert. Rascher geht der Process vor sich, wenn man dem geschmolzenen Wachs vor dem Bändern etwas Terpentinöl zusetzt.

Das weisse Wachs ist rein weiss oder schwach gelblich gefärbt, geruch- und geschmacklos, an den Kanten durchscheinend, spröder und etwas schwerer als gelbes Wachs. Sein Bruch ist glatt, nicht körnig.

Wachs ist im Wesentlichen ein Gemisch von 14 Procenten freier Cerotinsäure und 86 Procenten Myricin (Palmitinsäure-Myricyläther).

In kaltem Alkohol ist es unlöslich, warmer löst die Cerotinsäure, beim Erkalten scheidet sich die Cerotinsäure in Nadeln vollständig ab, das Filtrat wird durch Wasserzusatz nicht trübe, sondern nur schwach opalisierend. In warmem Aether ist Wachs leicht löslich.

Wachs wird sehr häufig verfälscht. Der Nachweis mineralischer Zusätze geschieht in gewöhnlicher Weise. Ueber den qualitativen Nachweis von Ceresin, Harz, Stearinsäure, Talg etc. s. *Cera*, den besten Aufschluss über die Reinheit einer Wachsprobe liefert aber die Wachsprüfung nach v. HÜBL (s. Wachsprüfung).

Für die Beschaffung reinen Bienenwachses sei erwähnt, dass man selbst dann nicht sicher ist, solches in Händen zu haben, wenn man die ganzen Waben kauft, da gegenwärtig aus Ceresin gefertigte Scheiben in die Bienenstöcke eingesetzt werden, so dass die Bienen nur die Seitenwände ihrer Zellen selbst verfertigen.

Bienenwachs findet eine sehr ausgedehnte Anwendung, indem es zur Herstellung von Kirchenkerzen, zum Appretiren von Geweben, zum Glänzen von Holz (s. *Cera politoria*), zur Bereitung von Wachspapier, Salben, Pflastern, Ceraten, zum Tränken des Meerschaums etc. benützt wird.

Benedikt.

**Wachs, chinesisches** = Insectenwachs, Bd. V, pag. 465. — **Wachs, japanisches**, s. Japanwachs, Bd. V, pag. 373. — **Wachs, vegetabilisches**, s. Pflanzenwachs, Bd. VIII, pag. 30.

**Wachsarten.** Die Wachsarten des Pflanzen- und Thierreiches bestehen ihrer Hauptmasse nach aus Fettsäureresten einatomiger Alkohole der Fettreihe und unterscheiden sich dadurch von den Fetten, welche Triglyceride enthalten. Ausser diesen eigentlichen Wachsarten werden im Sprachgebrauch noch andere Substanzen von ähnlichen physikalischen Eigenschaften als „Wachs“ bezeichnet, so das Japanwachs und Myricawachs, welche ihrer chemischen Zusammensetzung nach den Fetten beizuzählen sind, und das Erdwachs.

Die Wachsarten sind hart, bei gewöhnlicher Temperatur spröde, in der Wärme meist klebrig und knetbar. Die wichtigsten Wachsarten sind: Bienenwachs (s. Wachs), Insectenwachs (Bd. V, pag. 465), Carnaubawachs (Bd. II, pag. 564) und Palmwachs (Bd. VII, pag. 625).

Ihrer chemischen Zusammensetzung nach gehören noch Walrat, ferner einige von Seetbieren stammende Oele (flüssige Wachse), wie Haifischthran, Afrikanischer Fischthran und Spermacetiöl zu den Wachsarten, doch werden sie wegen ihrer differenten physikalischen Eigenschaften nicht unter denselben angeführt.

In den bisher genauer studirten Producten dieser Gruppe bilden Palmitinsäure und Cerotinsäure, theils an Cetylalkohol, Cerylalkohol und Myricylalkohol gebunden, theils im freien Zustande, die Hauptmasse.

Die Wachsarten sind im Sinne des Praktikers nicht vollständig verseifbar, indem sie beim Kochen mit Laugen und darauffolgendem Verdünnen mit Wasser keine nahezu klare Lösung geben, sondern den Fettalkohol ausscheiden. Man isolirt die Alkohole zum Zwecke der Untersuchung am besten, indem man das Wachs mit alkoholischer Lauge verseift und die mit wenig Wasser verdünnten Lösungen mehrmals mit Petroleumäther ausschüttelt. Die ätherischen Auszüge werden wiederholt mit Wasser gewaschen und abdestillirt.

Zur Untersuchung von Gemischen von Fetten mit Wachsarten bestimmt man zunächst die Verseifungszahl, welche bei allen Wachsarten bedeutend niedriger liegt als bei den Fetten. Der Schmelzpunkt von Fetten wird durch Zusatz von Wachs erhöht. Zur genaueren Untersuchung und quantitativen Bestimmung des unverseifbaren Antheils extrahirt man die Seifenlösung mit Petroleumäther, wägt den Rückstand und bestimmt dessen Acetylzahl (Bd. IV, pag. 325). Die gefundenen Werthe geben zugleich Aufschluss darüber, ob das Unverseifbare etwa aus Ceresin, Paraffin oder Cholesterin besteht:

	Acetylzahl
Paraffin, Ceresin . . . . .	0
Cetylalkohol . . . . .	197.5
Cerylalkohol . . . . .	128.1
Myricylalkohol . . . . .	116.7
Cholesterin . . . . .	135.5

Bienenwachs enthält 52.4, Carnaubawachs 54.9 Theile Unverseifbares.

**Wachsöl**, ein durch trockene Destillation aus gelbem Wachs gewonnenes empyreumatisches Oel; s. *Oleum Cerae*, Bd. VII, pag. 460.

**Wachspapier**, s. *Charta cerata*, Bd. II, pag. 652. — **Wachspapierkapseln**, s. Bd. VII, pag. 650.

**Wachsprüfung.** Bienenwachs unterliegt in Folge seines hohen Preises sehr häufigen Verfälschungen, namentlich mit Ceresin, Paraffin und Stearinsäure, seltener mit Carnaubawachs, Japanwachs, Talg und Colophonium. Zum Nachweis der Verfälschungen reicht in der Regel die Bestimmung des spec. Gew., welches zwischen 0.963 und 0.966 liegen soll, und die Prüfung nach v. HÜBL hin.

Nach DIETERICH erhält man nur dann richtige Resultate, wenn man die HAGER'sche Methode zur Bestimmung des specifischen Gewichtes in folgender Weise ausführt.

Am Rande einer nicht zu grossen Weingeistflamme erhitzt man ein grösseres Stück Wachs bis zum Abschmelzen eines Tropfens. Man lässt denselben in ein

flaches,  
Niveau  
grösser  
Man st  
papier  
geist i  
Wachsp  
in welc  
Einz  
dass si  
v. 1  
95proc  
nötig,  
nun di  
welche  
lässt n  
dem k  
man d  
enthalt  
Die  
bei 73  
Die  
Verh  
schwau  
Zahlen  
Wachs  
Die  
folgend  
Fin  
die r  
zahl g  
wach  
Japan  
säur  
Ue  
pag. 6  
W  
pag. 6  
könne  
als di  
das G  
fraglic  
zuglei  
Wach

flaches, mit Weingeist gefülltes Schälchen fallen, wobei man das Wachsstück dem Niveau des Weingeistes so viel als möglich nähert, weil das Herabfallen aus grösserer Höhe ein Einschliessen von Luft in die Perle mit sich bringen könnte. Man stellt von jedem Wachsstück 10 bis 12 Perlen her, legt dieselben auf Löschpapier und lässt sie 18 bis 24 Stunden liegen. Man mischt nun 8 Proben Weingeist im specifischen Gewicht von 0.960, 0.961 u. s. w. bis 0.967, wirft die Wachsperlen der Reihe nach bei 15° in diese Flüssigkeiten und beobachtet, in welcher sie schweben.

Einzelne lufthaltige Perlen, welche sich von den übrigen dadurch unterscheiden, dass sie auf allen diesen Flüssigkeiten schwimmen, sind zu entfernen.

v. HÜBL'sche Wachsprüfung. 3 bis 4 g Substanz werden mit 20 cem 95procentigem Alkohol bis zum Schmelzen erwärmt und unter Schütteln und, wenn nöthig, unter neuerlichem Erwärmen mit  $\frac{1}{2}$ -Normalkalilauge titirt. Man berechnet nun die Säurezahl des Waxes, d. h. die Anzahl Milligramme Kalihydrat, welche zur Absättigung der in 1 g Wachs enthaltenen Cerotinsäure nöthig ist, lässt noch 20 cem der titirten Kalilauge nachfliessen, erwärmt 45 Minuten auf dem kochenden Wasserbade und titirt mit  $\frac{1}{2}$ -Normalsalzsäure zurück, wodurch man die „Aetherzahl“ ermittelt, d. i. die zur Verseifung des in 1 g Wachs enthaltenen Palmitinsäure-Myricyläthers nothwendige Anzahl Milligramme Kalihydrat.

Die Säurezahl liegt meist bei 19—21, am häufigsten bei 20, die Aetherzahl bei 73—76, am häufigsten bei 75.

Die höheren und niedrigeren Zahlen kommen meist zusammen vor, so dass das Verhältniss der Säurezahl zur Aetherzahl nur zwischen 3.6 und 3.8 schwankt und durchschnittlich mit 3.7 angenommen werden kann. Die niedersten Zahlen zeigen aus alten dunkelgelben Waben gewonnene Producte, die höchsten Wachs aus weissen Waben. Weisses Wachs zeigt dieselben Zahlen wie gelbes.

Die gebräuchlichsten Verfälschungsmittel geben, nach dieser Methode untersucht, folgende Zahlen:

	Säurezahl	Aetherzahl	Verseifungszahl	Verhältnisszahl
Japanwachs . . . .	20	200	220	10
Carnaubawachs . . .	4	75	79	19
Myrthenwachs . . .	3	205	208	68
Chinesisches Wachs .	0	63	63	—
Talg und Presstalg .	4	191	195	48
Stearinsäure . . . .	200	0	200	0
Colophonium . . . .	180	10	190	0.05
Ceresin, Paraffin . .	0	0	0	—
Bienenwachs . . . .	20	75	95	3.75

Findet man die Verseifungszahl unter 92 und ist zugleich die Verhältnisszahl die richtige, so ist Ceresin oder Paraffin beigemischt. Ist die Verhältnisszahl grösser als 3.8, so ist Japanwachs, Carnaubawachs, Myrthenwachs oder Talg zugesetzt. Ist dabei die Säurezahl kleiner als 20, so ist Japanwachs ausgeschlossen; ist die Verhältnisszahl kleiner als 3.6, so ist Stearinsäure oder Harz zugesetzt.

Ueber die qualitative Prüfung von Wachs auf Verfälschungen s. Cera, Bd. II, pag. 619 und 620. Benedikt.

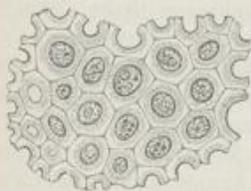
**Wachtelweizen**, die Samen von *Melampyrum arvense* L. (Bd. VI, pag. 628), eines in manchen Gegenden sehr häufigen Ackerunkrautes. Die Samen können in ansehnlicher Menge in das Getreide gerathen, da sie aber kleiner sind als die Getreidearten, so fallen sie bei der Reinigung dieser heraus. Sollte aber das Getreide auch nicht sorgfältig gereinigt worden sein, so ist es immer noch fraglich, ob der Wachtelweizen, dessen dicke und zähe Schale sich kaum zugleich mit Getreide vermahlen lässt, in das Mehl geräth. Thatsächlich wurde Wachtelweizen im Mehle noch niemals nachgewiesen, sondern dessen Anwesenheit in

den wenigen Fällen von Blaufärbung des Brotes erschlossen (HARTWICH, Arch. d. Pharm. 1880; LEHMANN, Arch. f. Hygiene, 1886), indem man die Ursache der blauen Färbung auf das Glycosid Rhinanthin (s. d. Bd. VIII, pag. 558) oder auf den Farbstoff Rhinanthocyan (LEHMANN) bezog.

Der Wachtelweizen ähnelt in Form und Farbe einem kleinen Weizenkorn, ist aber kahl und viel härter, denn sein Endosperm ist hornig und es enthält gar keine Stärke.

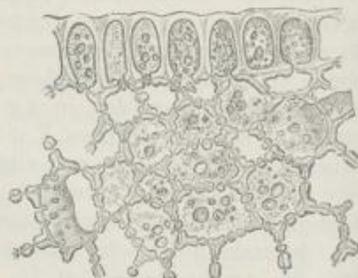
Im Mehle oder Brote kann es dem Sachkundigen nicht schwer fallen, Wachtelweizen aufzufinden.

Fig. 38.



Oberhaut des Wachtelweizens.

Fig. 39.



Querschnitt durch die Randpartie des Wachtelweizens.

Das Gewebe ist ein lückenloses Parenchym aus derbwandigen (0,015 mm gedoppelt), von breiten Poren durchsetzten, rundlich-polygonalen Zellen (zumeist gegen 0,05 mm Diam.), mit Oeltropfen und feinkörnigem Protoplasma als Inhalt (Fig. 39). Die Oberhautzellen (Fig. 38) sind ihnen ähnlich, nur radial gestreckt und porenfrei an den Aussen- und Seitenwänden. Durch Alkalien in der Kälte werden die Membranen kaum verändert, selbst nach dem Erwärmen erscheinen sie wenig gequollen.

J. Moeller.

**Wacker's Magenbalsam** hat eine dem *Balsamum aromaticum* ähnliche Zusammensetzung.

**Wad**, ein natürlich vorkommendes Mangansuperoxyd in traubigen oder nierenförmigen, seltener derben und erdigen Massen. Wird wie der Braunstein verwendet.

**Wärme.** Die Körper besitzen die Fähigkeit, beim Betasten ausser der Tastempfindung noch eine andere, die wir als Wärme oder Kälte bezeichnen, hervorzurufen, weshalb wir ihnen einen besonderen Zustand, den Wärmezustand, zuschreiben. Dieser Zustand, dessen Ursache man in nicht ganz genauer Ausdrucksweise wieder Wärme nennt, ist ebenso wie die Empfindung verschiedener Abstufungen fähig, die man im Allgemeinen als Temperaturen bezeichnet. Jener Theil der Wärmelehre, welcher sich mit der wissenschaftlichen Definition der Temperatur, ferner mit den Methoden und Mitteln zu ihrer Messung befasst, heisst Thermometrie (s. Thermometer, Bd. IX, pag. 683).

Die Erfahrung zeigt, dass bei der Berührung zweier Körper von ungleicher Temperatur der kältere so lange erwärmt und der wärmere so lange abgekühlt wird, bis beide dieselbe Temperatur besitzen, ein Vorgang, der sich auch in einem und demselben Körper bei ungleicher Temperatur seiner Theile abspielt und Wärmeleitung (s. Wärmeleitpflanzung) benannt wird.

Jede Veränderung des Wärmezustandes eines Körpers bringt auch mannigfache Veränderungen in seinem sonstigen Verhalten mit sich. So verändern die Körper bei der Erwärmung und Abkühlung ihr Volumen (s. Ausdehnung, Bd. II, pag. 40), unter Umständen auch ihren Aggregatzustand (s. d. Bd. I, pag. 182, ferner Schmelzen, Bd. IX, pag. 121, Sieden, Bd. IX, pag. 255) und ihre chemische Zusammensetzung (s. Thermochemie, Bd. IX, pag. 678).

Da solche Wirkungen einer genauen Messung unterzogen werden können, ergibt sich von selbst die Möglichkeit, daraus auch einen Schluss auf die Quantität in der Ursache, auf die Wärmemenge, zu ziehen und dieselbe der Messung zu unterwerfen, eine Aufgabe, welche sich die Calorimetrie stellt und löst (s. Spezifische Wärme, Bd. IX, pag. 348).

Die wichtigsten Ursachen, welche Veränderungen im Wärmezustand eines Körpers hervorrufen, sind ausser der Sonnenstrahlung und der ihr entgegenwirkenden Ausstrahlung insbesondere chemische Verbindungen und Zersetzungen (s. Energie, Bd. IV, pag. 41 und Thermochemie, Bd. IX, pag. 678), ferner Aenderungen des Aggregatzustandes, Auflösung von Körpern (s. Lösung, Bd. VI, pag. 386 und Kältemischungen, Bd. V, pag. 540), Mischungen von Flüssigkeiten, Absorption von Gasen in festen und flüssigen Körpern und mechanische Vorgänge der mannigfachsten Art, bei welchen mechanische Arbeit aufgewendet oder geleistet wird (s. Energie, Bd. IV, pag. 41).

Was das Wesen der Wärme anbelangt, bekämpften sich lange Zeit zwei Ansichten, von welchen die eine die Wärmeerscheinungen dem Verhalten eines eigenthümlichen, gewichtslosen Wärmestoffes zuschrieb, während die andere in allmäliger Ausbildung sie aus den Bewegungen der kleinsten Theilchen des Körpers und des Aethers abzuleiten lernte und schliesslich durch die Bemühungen RUMFORD'S, DAVY'S, MELLONI'S und in entscheidender Weise durch die Entdeckungen J. R. MAYER'S vom Gesetz der Erhaltung der Energie zur allein herrschenden Hypothese wurde. Die auf die letztgenannte Ansicht gegründete Theorie führt den Namen mechanische Wärmetheorie; über ihre wesentlichsten Grundzüge siehe Molekulartheorie (Bd. VII, pag. 106), Energie (Bd. IV, pag. 41) und Thermochemie (Bd. IX, pag. 678).

Pitsch.

**Wärmeäquivalent**, das mechanische Aequivalent der Wärme oder das Arbeitsäquivalent der Wärmeeinheit. Dieselbe wird durch die Zahl 424 ausgedrückt, weil 1 Wärmeeinheit = 424 Energieeinheiten ist. Ausführlicheres über dieses der mechanischen Wärmetheorie angehörige Gebiet s. unter Energie, Bd. IV, pag. 42.

**Wärmecapazität** ist die übliche Bezeichnung für den Energie-Inhalt (s. Bd. IV, pag. 44) eines chemischen Körpers in dessen Beziehungen zu der als Wärme bezeichneten Energieform. Wärmecapazität ist also das Wärmeaufnahmevermögen eines Körpers, ausgedrückt durch diejenige Wärmemenge, welche der Körper braucht, um seine Temperatur  $t$  auf  $t + 1$  zu erhöhen. Die Wärmecapazität wird in Calorien ausgedrückt. Die Wärmecapazität ist für die meisten Körper keine constante, d. h. sie ändert sich mit der Temperatur, und zwar gleichmässig; die Aenderungen sind aber so unwesentliche, dass sie erst bei grösseren Temperaturdifferenzen deutlich merkbar werden. Beim Wasser wird die Wärmecapazität von 0—100° um circa 2—3 Procent grösser; in dem Intervall von 0—30° ist die Aenderung dagegen kaum bemerkbar. In der Praxis benutzt man daher statt der wahren die mittlere Wärmecapazität für das betreffende Temperaturintervall. Die mittlere Wärmecapazität der Gewichtseinheit des Wassers zwischen 0 und 30° wird gleich einer Calorie gesetzt. In dieser Einheit werden die meisten calorimetrischen Angaben ausgedrückt.

Ganswindt.

**Wärmeeinheit** oder Calorie nennt man die zur Messung von Wärmemengen dienende Maasseinheit. Sie ist jene Wärmemenge, die man einem Kilogramm Wasser zuführen muss, um seine Temperatur von 0 Grad auf einen Grad zu erhöhen.

Pitsch.

**Wärmeentwicklung** heisst das Auftreten von positiver Reactionswärme bei chemischen Processen, als Beweis, dass bei der Reaction Arbeit geleistet worden ist und dass diese Arbeit durch die zwischen den Atomen und Molekülen thätigen Kräfte selbst verrichtet wurde. — S. auch Exothermisch, Bd. IV, pag. 130.

**Wärmefortpflanzung.** Jeder Körper kühlt sich in einer kälteren Umgebung ab und erwärmt sich in einer wärmeren, bis er in beiden Fällen die Temperatur der Umgebung angenommen hat. Sind die Körper von einander getrennt, so denkt man sich den Austausch durch Wärmestrahlen bewirkt, die in gerader Linie von einem Körper zum anderen gehen, eine Erscheinung, die man als Wärmestrahlung bezeichnet. Stehen zwei verschieden temperirte Körper in Berührung, so ist ein directer Uebergang der Wärme zwischen ihnen vorhanden, welchen Vorgang man die Verbreitung der Wärme durch Leitung nennt. Eine dritte Art der Wärmeverbreitung ist jene durch Strömungen in Flüssigkeiten und Gasen.

Die strahlende Wärme vermittelt den Ausgleich der Temperatur zwischen Körpern, die sich nicht berühren. Jeder Körper strahlt nicht nur beständig Wärme aus, sondern empfängt gleichzeitig ein gewisses Quantum von Wärmestrahlen aus seiner Umgebung. Er erwärmt sich, wenn die empfangene Menge von Wärmestrahlen die ausgegebene übersteigt, kühlt ab, wenn das Umgekehrte stattfindet, und behauptet seine Temperatur, wenn die in jedem Zeitmoment ausgestrahlte Wärme durch die gleichzeitig zugestrahlte aufgewogen wird. Im ersten Fall spricht man im engeren Sinne des Wortes von einer Wärmeabsorption, im zweiten von einer Wärmeemission und im dritten von einem beweglichen Gleichgewicht der Wärme.

Die Wärmeemission im engeren Sinne hängt von der Temperaturdifferenz des ausstrahlenden Körpers und seiner Umgebung ab und es ist die in gegebener Zeit ausgestrahlte Wärmemenge bis zu einer gewissen Grösse des Temperaturunterschiedes diesem proportional. Sie ändert sich aber beträchtlich mit der Beschaffenheit des ausstrahlenden Körpers, indem insbesondere lockere, weiche, dunkle Oberflächen unter sonst gleichen Umständen mehr Wärme ausstrahlen, als glatte, harte und helle. Die ausgesandten Wärmestrahlen selbst zeigen ein verschiedenes Verhalten gegen Körper je nach der Natur der ausstrahlenden Substanz, und man spricht in diesem Sinne in übertragener Bedeutung von einer Wärmefarbe des Körpers. Im engen Zusammenhang mit der Wärmeemission steht die Wärmeabsorption, indem nach KIRCHHOFF'S Untersuchungen jeder Körper, der bestimmte Gattungen von Licht- und Wärmestrahlen aussendet, die Fähigkeit besitzt, gerade Licht- und Wärmestrahlen derselben Sorte wieder zu absorbiren. Das durchstrahlte Medium wird nur insofern erwärmt, als es auch Wärmestrahlen absorhirt, also am Durchgehen hindert, indem überhaupt die strahlende Wärme erst durch Absorption wirksam gemacht werden kann. Auf Absorption beruht die Anwendung von Schirmen gegen die Strahlung (Ofenschirm), sowie die Apparate (meist Thermosäulen) zum Nachweis der Existenz von Wärmestrahlen.

Wiewohl Licht immer in Begleitung von strahlender Wärme auftritt, so sind beide insoweit von einander verschieden, als auch Körper, die nicht leuchten, Wärmestrahlen, die sogenannten dunklen Wärmestrahlen, aussenden. Durch eingehende Versuche, insbesondere jene von MELONI, wurde nachgewiesen, dass die strahlende Wärme sich wie das Licht geradlinig fortpflanzt, in Folge dessen zu Wärmeschatten Anlass gibt, und dass ihre Wirkung auf Körper in demselben Verhältniss abnimmt, in welchem das Quadrat der Entfernung derselben vom Ausgangspunkt der Strahlen zunimmt. Ebenso werden Wärmestrahlen, so bald sie auf die Grenzfläche zweier Medien treffen, nach denselben Gesetzen wie Lichtstrahlen zum Theil reflectirt, zum Theil gebrochen, wobei sich nur zeigt, dass Körper, die in reichem Maasse Licht zurückwerfen oder durchlassen, nicht nothwendig dieselbe Eigenschaft in Bezug auf Wärmestrahlen besitzen müssen. Auch bei Wärmestrahlen treten Unterschiede in der Brechbarkeit auf, indem sie sich im Allgemeinen umso brechbarer erweisen, je höher die Temperatur der Wärmequelle war, aus welcher sie hervorgingen. Im Allgemeinen werden dunkle Wärmestrahlen weniger gebrochen als Lichtstrahlen, und eine und dieselbe Wärmequelle sendet gleichzeitig Strahlen von verschiedener Brechbarkeit aus. Nur Steinsalz

erwies  
Brechb  
Da  
Beugun  
zweifell  
sind, a  
die Sch  
strahlen  
strahls  
eine so  
Wärme  
Kör  
nennt  
welche  
strahle  
bestimm  
wie z.  
Bei  
Körpe  
einer  
bei ve  
versch  
werden  
Tempe  
dureh  
Entfer  
eins  
Substa  
Metall  
Leitun  
Leitun  
bräuel  
Sillb  
Kup  
Gol  
Mes  
Zin  
Zin  
Be  
der F  
Kryst  
der F  
am  
schlec  
besse  
D  
gerin  
sie d  
verm  
K  
als g  
man  
grup

erwies sich als monothermisch, da es nur Strahlen von einer einzigen Sorte der Brechbarkeit abgibt.

Da ferner Wärmestrahlen wie Lichtstrahlen der Polarisation, Interferenz, Beugung und Doppelbrechung fähig sind, so ist durch alle diese Beobachtungen zweifellos erwiesen, dass Licht und strahlende Wärme der Art nach identisch sind, also beide auf einer Wellenbewegung des Aethers beruhen, sich aber durch die Schwingungsdauer der Aethertheilchen unterscheiden, welche Zeit bei Wärmestrahlen beträchtlich grösser als bei Lichtstrahlen ist. Die Absorption eines Wärmestrahls durch einen Körper beruht dann darauf, dass die Aetherbewegung in eine solche der kleinsten Theile des Körpers umgewandelt wird, während bei der Wärmeemission das entgegengesetzte stattfindet.

Körper, welche Wärmestrahlen ohne beträchtliche Schwächung hindurchlassen, nennt man diatherman, und insbesondere besitzen wir im Steinsalz ein Material, welches für dunkle Wärmestrahlen gerade so durchgängig ist wie Glas für Lichtstrahlen, während andere, die thermochromischen Körper, nur Wärmestrahlen bestimmter Brechbarkeit durchlassen. Die sogenannten adiathermanen Körper, wie z. B. das Eis, lassen nahezu keine Wärmestrahlen durch.

Bei der Wärmeleitung schreitet die Wärme allmähig von einem wärmeren Körper zu einem kälteren, oder von einer wärmeren Stelle eines Körpers zu einer kälteren desselben Körpers vor. Die Art und Weise dieser Verbreitung ist bei verschiedenen Substanzen sehr verschieden, so dass z. B. in gleichen Stäben verschiedenen Materials, die alle an dem einen Ende in gleicher Weise erwärmt werden, dennoch in gleicher Entfernung von dieser Stelle sehr verschiedene Temperaturen herrschen. Die Wärmemenge, welche dabei in der Zeiteinheit durch die Flächeneinheit des Stabquerschnittes hindurchgeht, wenn zwei in der Entfernung eins von einander befindliche Querschnitte eine Temperaturdifferenz eins aufweisen, bezeichnet man als innere Wärmeleitfähigkeit der Substanz. Sehr häufig setzt man die Wärmeleitfähigkeit des Silbers, welches Metall das grösste Wärmeleitungsvermögen besitzt, gleich 100 und bezeichnet die Leitfähigkeit der anderen Metalle bezogen auf diese Zahl als ihre relative Leitfähigkeit. Folgende Tabelle gibt diesen Werth (L) für einige der gebräuchlichsten Metalle.

Metalle	L	Metalle	L
Silber . . . . .	100	Eisen . . . . .	11.9
Kupfer . . . . .	73.6	Blei . . . . .	8.5
Gold . . . . .	53.2	Platin . . . . .	8.4
Messing . . . . .	23.1	Neusilber . . . . .	6.3
Zink . . . . .	19.0	Wismut . . . . .	1.8
Zinn . . . . .	14.5	Quecksilber . . . . .	1.2

Bei homogenen, isotropen Körpern ist die Leitfähigkeit unabhängig von der Richtung, in welcher die Wärme im Körper fortschreitet. Anders ist dies bei Krystallen und Hölzern, bei welchen die Grösse des Wärmeleitungsvermögens von der Richtung der Wärmebewegung abhängt. Insbesondere leiten Hölzer die Wärme am besten parallel zur Richtung der Fasern, hingegen senkrecht dazu am schlechtesten. Interessant ist noch der Umstand, dass von zwei Körpern der bessere Wärmeleiter im Allgemeinen auch der bessere Elektrizitätsleiter ist.

Das Leitungsvermögen der Flüssigkeiten und Gase für Wärme ist nur sehr gering, und sie erwärmen sich ausserordentlich langsam, wenn Strömungen, wie sie durch Veränderung des spezifischen Gewichtes beim Erwärmen leicht entstehen, vermieden werden.

Körper mit einem grösseren Leitungsvermögen bezeichnet man im Allgemeinen als gute Wärmeleiter, solche mit geringerem als schlechte Wärmeleiter, ohne dass man bei einer so allgemeinen Bezeichnung einen scharfen Unterschied beider Körpergruppen aufstellen könnte. Die besten Wärmeleiter sind Metalle; sogenannte

Halbleiter sind: Steine, Glas, gebrannter Thon, Flüssigkeiten, und entschieden schlechte Leiter: Holz, Asche, Stroh, Haare, Sägespäne, Leinwand, Seide, Federn, Schnee, Eis, ruhige Luft u. v. a. Gute Leiter wendet man überall an, wo es sich um eine schnelle Verbreitung der Wärme handelt. In Metallgefäßen kommen beispielsweise Flüssigkeiten rascher zum Sieden als in anderen; ein Metallnetz, das in eine Flamme geschoben wird, schneidet die Flamme vollständig ab, indem es der Flamme Wärme entzieht und sie nach allen Seiten ableitet, so dass jenseits des Gitters die Gase nicht mehr die Anzündungstemperatur haben (s. auch DAVY'S Lampe, Bd. III, pag. 414). Mit schlechten Wärmeleitern umgibt man einen Körper, den man vor Erwärmung oder Abkühlung von aussen bewahren will. Besonders eignen sich für solche Zwecke Gefässe mit doppelten Wänden, deren Zwischenraum mit Asche, Kohle oder am besten mit Watte ausgestopft ist. Bei der Anwendung von Watte ist eine sehr lockere Ausfüllung, welche gerade nur die Strömung der Luft verhindert, wirksamer als eine dichtere, da im ersten Fall die Luft, im zweiten die besser leitende Watte die Wärme abhaltende Material abgibt. Die Strohumwicklung bei Brunnen, Wasserleitungsröhren und Pflanzen zur Winterszeit, die Anwendung von Holzfassungen und Griffen an verschiedenen, beim Gebrauch einer höheren Temperatur ausgesetzten Metallgegenständen, das Belegen der Steinböden mit Brettern u. v. a. dient zur Erzielung ähnlicher Wirkungen. Ferner schützt eine Schneedecke die Pflanzen vor dem Erfrieren und eine Eisdecke die darunter befindliche Wassermasse vor weiterer Abkühlung. Von zwei Körpern gleicher Temperatur, aber verschiedenem Wärmeleitungsvermögen, scheint der bessere Wärmeleiter beim Anfühlen kühler, da er dem Tastorgan beständig Wärme entzieht und sie über seine ganze Masse ausbreitet.

Die Verbreitung der Wärme durch Strömung geht in Flüssigkeiten und Gasen vor sich, wenn durch die Art der Erwärmung die tiefer gelegenen Theile der Masse eine höhere Temperatur erlangen als die oberen, in Folge der damit verbundenen Verringerung des specifischen Gewichtes aufsteigen und ihre Wärme in höhere Regionen tragen.

Pitsch.

**Wärmemesser** = Thermometer.

**Wärmemessung.** Die Messung der specifischen Wärme geschieht nach Calorien (s. spec. Wärme, Bd. IX, pag. 348), die der absoluten Wärme nach Temperaturgraden durch das Thermometer (s. d.).

**Wärmemischungen.** Als solche werden Gemenge von chemischen Stoffen bezeichnet, welche die Eigenschaft besitzen, beim Zusammenmischen ein exothermisches Reactionsproduct zu bilden. Solche Mischungen werden in der Praxis selten und meist nur da gebraucht, wo die directe Wärmezufuhr aus irgend einem Grunde unthunlich erscheint. Eine solche Wärmemischung ist z. B. der mit Wasser besprengte Aetzkalk, welcher zum Aufthauen eingefrorener Wasserleitungsröhren dient. In ähnlicher Weise kann dort, wo die Anwendung einer verdünnten Säure zulässig ist, eine Mischung aus Wasser und concentrirter englischer Schwefelsäure verwendet werden. In beiden Fällen ist es die gebildete Hydratationswärme, welche zur Wirkung gelangt. Die Wärmemischungen haben übrigens nicht annähernd den Werth der Kältemischungen.

Ganswindt.

**Wärmeschutzmassen** sind empirische Gemenge von Körpern, welche sich durch ihr geringes Wärmeleitungsvermögen auszeichnen. In der Praxis dienen dieselben zur Umhüllung von Dampfrohren behufs Verhinderung der Wärmeausstrahlung; der Zweck der Wärmeschutzmassen ist also Verhütung des Wärmeverlustes auf dem Wege von der Wärmequelle bis zur Stelle des Wärmeverbrauches, und in letzter Linie Ersparniss an Brennmaterial. Eine der einfachsten Wärmeschutzmassen ist z. B. der Filz; in neuerer Zeit dient als Hauptmasse Infusorienerde und Mischungen aus derselben. Eine Vorschrift hierfür lautet nach dem „Württemb. Gewerbeblatt“: 1.5 kg Syrup, 2.5 kg Roggenmehl, 10 kg Lehm,

5 kg Kuhhaare, 50 kg Kieselguhr. Andere Wärmeschutzmassen bestehen aus Papiermasse und Kieselguhr oder auch aus Korkabfällen, Asbest, gebranntem Thon, Cement, Kienruss etc. Die Zahl der Wärmeschutzmassen ist eine sehr grosse.

**Wärmetönung**, eine bisweilen gebrauchte Bezeichnung für Wärmewerth oder Energiedifferenz oder Reactionswärme. — Weiteres s. unter Energie, Bd. IV, pag. 45 und 46, und Reactionswärme, Bd. VIII, pag. 507.

**Wärmewerth**, s. Energie, Bd. IV, pag. 45 und 46, und Reactionswärme, Bd. VIII, pag. 507.

**Wärmetrichter**, s. Filtriren, Bd. IV, pag. 362.

**Wäschezeichentinte**, s. Tinte, pag. 47.

**Wage**. Wage heisst jedes auf dem Princip des gleicharmigen oder ungleicharmigen Hebels basirende Instrument zur Bestimmung des Gewichts eines Körpers, und zwar sowohl des absoluten Gewichts: gewöhnliche oder Gewichtswage, als auch des specifischen Gewichts: hydrostatische Wage. Von letzterem Gesichtspunkte ausgehend, werden schliesslich im gewöhnlichen Sprachgebrauch fälschlich auch anderweite Vorrichtungen zur Bestimmung des specifischen Gewichts von Flüssigkeiten, obgleich sie mit dem Princip des Hebels nichts gemein haben, als Wage bezeichnet, z. B. die verschiedenen Formen des Aräometers, wie die NICHOLSON'sche Senkwage, die Spirituswage, Mostwage, Oelwage u. dergl.

In Nachstehendem kommen die zuletzt genannten aräometrischen Instrumente nicht in Betracht, und von den hydrostatischen nur diejenigen, welche auf dem Princip des Hebels beruhen. Auch die Zeigerwage, welche das absolute Gewicht eines Körpers durch den Druck auf eine Spirale und Uebertragung dieses Ausschlages auf den Zeiger einer kreisförmigen empirischen Scala angeben, gehören nicht in den Kreis dieser Betrachtung.

Die Bestimmung der gewöhnlichen oder Gewichtswage ist die, das Gewicht eines Körpers durch Vergleichung mit einer bekannten Gewichtseinheit zu ermitteln. Die hydrostatische Wage dagegen bezweckt die Feststellung der Gewichts-differenz eines Senkkörpers in der Luft und in der zu untersuchenden Flüssigkeit.

Der wichtigste Bestandtheil einer jeden Wage ist der Hebelarm, in diesem Falle als Wagebalken bezeichnet; er besteht gewöhnlich aus Messingguss, seltener aus Aluminiumbronze; für Handlungswagen werden vielfach auch eiserne Balken verwendet. Befindet sich der Drehungspunkt des Wagebalkens in dessen Mitte, so dass sowohl die Entfernungen der beiden Arme von diesem Drehungspunkte bis zu dem Endpunkte, wie auch die absoluten Gewichte beider Hälften des Wagebalkens gleich sind, so entsteht die gleicharmige oder gewöhnliche Wage. Ist der Wagebalken dagegen ungleicharmig, so dass das absolute Gewicht eines Körpers erst aus dem statischen Moment durch Rechnung gefunden werden muss, so entstehen — da dann in der Praxis der eine Hebelarm ceteris paribus entweder 10 oder 100mal so lang gefertigt wird als der andere — die in der Praxis zur Wägung grösserer Lasten viel gebrauchten Decimal- und Centesimalwagen.

Der Wagebalken einer jeden gleicharmigen Wage besitzt 3 wichtige Punkte: den Drehungspunkt, um welchen der Balken drehbar ist (das sogenannte Hypomochlion), und die Endpunkte oder Angriffspunkte, auf welche die Kraft einerseits, die Last andererseits wirken. Das Hypomochlion ist der mathematische Drehpunkt des Balkens; in der Praxis wird die Drehung des Balkens dadurch bewirkt, dass an der Stelle desselben ein kleines Stahlprisma senkrecht zur Balkenfläche eingefügt wird, welches mit seiner scharfen unteren Schneide auf einer gegebenen Unterlage, dem Stützpunkt der Wage, aufliegt. Ein derartiger auf der Schneide ruhender Wagebalken ist jedoch noch nicht im Stande, zu balanciren, noch weniger zu schwingen, sondern er vermag dies erst

dann, wenn oberhalb oder unterhalb des Drehungspunktes, und zwar senkrecht zur Längsaxe des Wagebalkens, an demselben die Zunge angeschraubt wird. — Die Angriffspunkte der beiden Hebelarme brauchen mit den thatsächlichen Endpunkten nicht zusammenzufallen; in der Praxis befinden sich die Angriffspunkte thatsächlich in geringer Entfernung vom Endpunkte nach dem Drehungspunkte zu gelegen. An den Angriffspunkten hängen die beiden Wageschalen; zu diesem Zweck ist der Balken an dieser Stelle durchbrochen und mit einem Stift versehen, an welchem sich ein Haken befindet, in den die Wageschale gehängt wird; bei feineren Wagen befindet sich an der Oberseite des Balkens, oberhalb des mathematischen Angriffspunktes, je ein Prisma mit nach oben gerichteter Schneide, und auf dieser Schneide schwebt das sogenannte Gehänge, ein kleiner viereckiger oder halbkreisförmiger Metallrahmen, an dessen Schwerpunkt die Wageschale angeschraubt oder mittelst eines kleinen Hakens angehängt wird. Als Lager für die Schneide des durch den Drehungspunkt gehenden Prismas fungirt bei hängender Wage die Scheere, ein gabelförmiges Metallstück mit 2 Stahlpfannen, oder bei Säulenwagen eine massive polirte Stahl- oder Achatplatte, welche den höchsten Punkt der stehenden Säule bildet. Durch diese Verschiedenheit in der Construction entstehen im ersten Falle die hängenden Tarirwagen mit nach oben schwingender Zunge, im anderen Falle die Säulenwagen mit nach unten schwingender Zunge.

Die Gewichtsbestimmung eines Körpers mittelst der Wage heisst Wägen und wird in der Weise ausgeführt, dass der zu wägende Körper auf die eine Wageschale gelegt wird, während auf die andere Wageschale Gewichte aufgelegt werden, so lange, bis durch dieselben die Wage im Gleichgewicht erhalten wird. Das gefundene, durch eine bestimmte Anzahl von Gewichtseinheiten — als welche bei uns das Gramm gilt — ausdrückbare Resultat der Wägung entspricht jedoch nur dann dem wirklichen Gewicht des Körpers, wenn die Wage richtig construirt und genügend empfindlich ist, also gewissen Voraussetzungen entspricht, welche nunmehr erörtert werden sollen.

Eine richtig construirte Wage muss folgende Bedingungen erfüllen:

1. Der Balken muss in allen seinen Theilen gleichartig, d. h. aus dem gleichen Material bestehend und von gleicher Dichtigkeit sein; er muss in allen Theilen entweder aus Gussmetall oder aus gehämmertem Metall bestehen; er darf aber nicht aus Guss bestehen, der durch theilweises Schmieden an einzelnen Stellen eine grössere Dichte besitzt.

2. Die Arme des Wagebalkens müssen gleich lang sein, d. h. der Drehpunkt des Balkens oder, mit anderen Worten, die Schneide, auf welcher der Balken ruht, muss genau in der Mitte der Längsaxe liegen, respective von dem einen Angriffspunkte genau so weit entfernt sein, als von dem anderen.

3. Die Zunge muss von der Mitte des Wagebalkens genau in der Richtung des Lothes, also in einem Winkel von  $90^\circ$  angebracht sein, und sie muss in der Schwingungsebene des Wagebalkens liegen. Bei einer guten Wage muss die Zunge also in der Ruhelage des Balkens auf den Null-Punkt der kleinen Scala zeigen.

4. Der Drehungspunkt und die beiden Angriffspunkte des Balkens müssen in einer Ebene liegen, d. h. die Schneide, auf welcher der Balken ruht, und die Angriffspunkte für Kraft und Last müssen sich durch eine gerade Linie verbinden lassen.

5. Der Schwerpunkt des Wagebalkens muss unterhalb des Drehungspunktes liegen.

6. Der Wagebalken muss so stark gearbeitet oder aus so starrem Material gefertigt sein, dass er bei der zulässigen Maximalbelastung keine merkliche Biegung erleidet.

Ist die Bedingung sub 1 nicht erfüllt, so ist selbst bei Innehaltung aller übrigen Bedingungen die Wage keine richtige; die Homogenität des Wagebalkens-

materia  
balken  
Prüfung  
der Bed  
erfüllt e  
man an  
Wagesch  
gehalten  
Schalen  
gleichar  
Besitzt  
dieser  
dieser  
sie ma  
einen A  
Zeigers  
Ist dur  
damit  
Stände  
führt a  
Balken  
Rechnu  
Das  
den zu  
körner,  
Gleichg  
und sub  
hergest  
Körper  
Um  
Längen  
Bezeich  
zeigt d  
anfliegt  
Ver  
und re  
Hier  
oder  
Die  
erfüllte  
 $\delta = 0$   
Wil  
den z  
Gewich  
das Ge  
Real

materials ist vielmehr die nothwendige Voraussetzung, wenn anders der Wagebalken den Gesetzen des gleicharmigen Hebels entsprechen soll. Eine besondere Prüfung hierauf braucht nicht stattzufinden, da eine Prüfung auf die Erfüllung der Bedingungen sub 2 und 3 bei gutem Resultat auch die Bedingung sub 1 als erfüllt erscheinen lässt. — Um zu prüfen, ob ein Wagebalken gleicharmig ist, legt man auf die eine Wagschale einen beliebigen Körper ( $k$ ) und auf die andere Wagschale soviel Gewichte ( $g$ ), dass durch dieselbe der Körper im Gleichgewicht gehalten wird, so dass die Zunge auf 0 zeigt; nun nimmt man von beiden Schalen die Belastung herunter und vertauscht  $k$  mit  $g$ . Ist der Wagebalken gleicharmig, so wird auch nach dieser Vertauschung die Zunge wieder auf 0 zeigen. Besitzt man 2 genau gleiche Gewichte, so genügt auch das einmalige Auflegen dieser Gewichte, um die Gleicharmigkeit des Balkens festzustellen. Die Erfüllung dieser Bedingung ist nicht ganz leicht; kleine Fehler sind kaum zu vermeiden; sie machen sich dadurch bemerkbar, dass man beim Vertauschen von  $k$  mit  $g$  einen Ausschlag erhält und zur Einrückung des Balkens in die Ruhelage und des Zeigers auf 0 auf die eine Wagschale noch ein kleines Gewicht hinzulegen muss. Ist durch diesen Versuch eine Wage als ungleicharmig erkannt, so werden den damit ausgeführten Wägungen kleine Wägefehler anhängen. Man ist jedoch im Stande, auch mit einer unrichtigen Wage richtige Wägungen auszuführen; man führt alsdann die Wägung durch Substitution aus, oder man corrigirt die Balkenlänge oder bei jedesmaliger Gewichtsbestimmung die Wägefehler durch Rechnung.

Das Wägen durch Substitution geschieht nach BORDA in folgender Weise: Man legt den zu wägenden Körper auf die eine Wagschale und bringt die Wage durch Schrotkörner, Sand, Papierschnitzel etc., die man auf die andere Wagschale legt, ins Gleichgewicht. Ist dies geschehen, so nimmt man den zu wägenden Körper weg und substituirt statt seiner soviel Gewichte, dass das Gleichgewicht dadurch abermals hergestellt wird. Diese neu aufgelegten Gewichte geben genau das Gewicht des Körpers an, auch wenn der Wagebalken nicht gleicharmig ist.

Um bei einer ungleicharmigen Wage die Länge zu corrigiren, muss man das Längenverhältniss der Arme zu einander ermitteln, und zwar auf folgende Weise: Bezeichnet man die Länge des linken Armes mit  $L$ , die des rechten mit  $R$ , und zeigt die Wage auf Null, wenn links der Körper  $k$  und rechts das Gewicht  $g$  aufliegt, so ist

$$k \cdot L = g \cdot R.$$

Vertauscht man nun  $k$  mit  $g$  und zeigt die Wage nun auf 0, wenn links  $g$  und rechts  $k + \delta$  aufliegt, so ist

$$g \cdot L = (k + \delta) R.$$

Hieraus folgt:

$$\frac{L^2}{R^2} = \frac{k + \delta}{k} = 1 + \frac{\delta}{k}$$

oder

$$\frac{L}{R} = \sqrt{1 + \frac{\delta}{k}} = 1 + \frac{\delta}{2k}.$$

Diesen letzteren Werth kann man statt der Wurzel einsetzen, unter der immer erfüllten Voraussetzung, dass  $\frac{\delta}{2k}$  eine kleine Grösse ist. Ist z. B.  $k = 100$  g,  $\delta = 0.02$ , so ist  $\frac{L}{R} = 1 + \frac{\delta}{2k} = 1 + \frac{0.02}{200} = 1.0001$ .

Will man dagegen die Wägefehler durch Rechnung corrigiren, so legt man den zu wägenden Körper zunächst auf die linke Wagschale und bestimmt mit Gewichten das Gewicht  $g$ ; dann legt man ihn auf die rechte Schale und bestimmt das Gewicht  $g_1$  in gleicher Weise. Das wahre Gewicht  $G$  ist dann:

$$G = \frac{g + g_1}{2}.$$

Genau genommen ist diese Formel nicht richtig; eigentlich ist  $G = \sqrt{g \cdot g_1}$ . Da aber  $g - g_1$  stets eine kleinere Grösse ist als  $g$ , so kann man statt  $\sqrt{g \cdot g_1}$  ohne merklichen Fehler die bequemere obige Formel setzen.

Um die lothrechte Stellung der Zunge in der Mitte des Balkens zu constatiren, muss die Zunge der unbelasteten Wage bei der Ruhelage auf 0 zeigen und, aus dieser Stellung entfernt, nach einer Anzahl von Schwingungen in dieselbe zurückkehren. Zeigt die Zunge in der Ruhelage jedoch nicht auf Null, so kann man bei besseren Wagen eine Correctur herbeiführen; es findet sich dort nämlich über der Mitte des Wagebalkens eine kleine Messingfahne, welche nun nach der Seite, auf welcher der beobachtete Ruhepunkt gefunden wurde, und zwar so weit zu drehen ist, bis die Zunge in der Ruhelage der unbelasteten Wage auf 0 zeigt.

Die Nothwendigkeit der sub 4 gestellten Bedingung ergibt sich aus folgender Betrachtung. Liegen die Angriffspunkte höher als die Schneide, so wird bei zunehmender Belastung des Balkens, respective der Schalen, der Schwerpunkt des ganzen Systems, welcher ursprünglich unter dem Drehungspunkt liegt, fortwährend in die Höhe rücken und sich dem Drehungspunkt beständig nähern, so lange, bis bei einer bestimmten Belastung Schwerpunkt und Drehungspunkt zusammenfallen, in welchem Falle die Schwingungen sofort aufhören, oder so lange, bis schliesslich der Schwerpunkt des Systems höher fällt, als der Drehungspunkt, wo dann die Wage überschnappt. Liegen dagegen die Aufhängepunkte der Schalen tiefer als die Schneide, so wird der Schwerpunkt bei zunehmender Belastung beständig tiefer rücken; dadurch wird die durch Verbindung des Drehungspunktes mit dem Schwerpunkte gebildete Pendellinie verlängert und die Folge davon ist eine fortwährende Abnahme der Empfindlichkeit der Wage. Liegen aber alle 3 Punkte in einer Ebene, so wird zwar bei zunehmender Belastung der Schwerpunkt der Wage dem Drehungspunkt näher kommen, aber niemals ihn erreichen; die Wage wird unter solchen Verhältnissen also weder zu schwingen aufhören, noch bei zunehmender Belastung an Empfindlichkeit einbüssen. Die Prüfung, ob bei einer Wage der Drehungspunkt und die beiden Angriffspunkte in einer Ebene liegen, wird also derart vorzunehmen sein, dass man das Gleichbleiben der Empfindlichkeit auch bei grösserer Belastung constatirt.

Dass der Schwerpunkt des Wagebalkens unterhalb des Drehungspunktes liegen muss, leuchtet ohne weiters ein, denn mit einer Wage, bei der diese Bedingung nicht zutrifft, würde man überhaupt nicht wägen können. Fiele nämlich der Schwerpunkt mit dem Drehungspunkt zusammen, so würde der Balken in jeder ihm gegebenen Lage im Gleichgewicht sein; der Balken würde kein Bestreben zeigen, in die horizontale Lage zurückzukehren, er würde nicht schwingen. Fällt aber der Schwerpunkt gar über den Drehungspunkt, so wäre eine horizontale Lage des Balkens nur so lange möglich, als derselbe sich absolut senkrecht über jenem befände. Der geringste Anstoss auf der einen Seite, schon ein blosser Hauch, würde den Balken auf die Seite fallen lassen, ohne dass er auch nur den Versuch macht, in seine ursprüngliche Stellung zurückzukehren. Liegt aber der Schwerpunkt unter der Drehungsaxe, so bildet die Verbindungslinie beider ein am Drehungspunkte inserirtes Pendel; eine einseitige Belastung des Balkens aber bringt dieses Pendel aus seiner lothrechten Lage. Wie nun aber jedes aus seiner Ruhelage gebrachte Pendel nach dem Gravitationsgesetz bestrebt ist, wieder in seine Ruhelage zurückzukehren, so muss auch bei der Wage, wenn sie einen Anstoss bekommt, der Schwerpunkt bestrebt sein, senkrecht unter den Drehungspunkt zu kommen. Dieses einfache Pendelgesetz erklärt die Schwingungen des Wagebalkens und die schliessliche horizontale Einstellung desselben, da die Längsrichtung des Balkens mit dem durch Verbindung des Umdrehungs- und des Schwerpunktes gedachten Pendel in jeder Stellung des Balkens einen rechten Winkel bildet.

Alle vorerwähnten und begründeten Punkte machen in ihrer Gesamtheit die Richtigkeit einer Wage aus. Das zweite für die Beurtheilung einer Wage wichtige Moment ist deren Empfindlichkeit. Die Empfindlichkeit einer

Wage  
welche  
des Wa  
des Ar  
dachter  
nadelfö  
einem  
auf we  
0 beze  
Ende  
er bes  
Einthe  
Zeiger  
winkel  
wenn  
deutlic  
Die  
man k  
a)  
b)  
c)  
Die  
1.  
Dreh  
kürzer  
licher  
der S  
näher  
struirt  
Diese  
beweg  
pensirt  
ände  
fernun  
eine V  
Es be  
Drehu  
entspr  
schein  
Versch  
samme  
dass  
Drehu  
2.  
grösse  
schlag  
der Z  
Richti  
rung  
als sc  
compe  
3.  
Es en  
der S  
Diese

Wage wird durch ihre Beweglichkeit und durch die Grösse des Ausschlages, welchen die Zunge gibt, ausgedrückt, wobei unter „Aus Schlag“ die Abweichung des Wagebalkens aus seiner Ruhelage verstanden wird. Zur bequemen Messung des Ausschlages dient die Zunge, welche als eine Verlängerung des oben gedachten Pendels betrachtet werden kann und bei feineren Wagen in eine feine nadelförmige Spitze ausläuft. Während der Balken schwingt, spielt die Zunge vor einem mit Scala versehenen Gradbogen, der so eingetheilt ist, dass der Punkt, auf welchen die Spitze des Zeigers in der Ruhelage des Wagebalkens zeigt, mit 0 bezeichnet wird. Dieser Gradbogen ist bei hängenden Wagen am obersten Ende der Scheere, bei Säulenwagen an der unteren Hälfte der Säule befestigt; er besteht aus vernickeltem Messing, Knochen oder Milchglas und ist mit einer Eintheilung in Grade versehen, so dass durch die Anzahl Grade, welche der Zeiger beim Spielen rechts und links von 0 anzeigt, die Grösse des Ausschlagwinkels genau angegeben wird. Eine Wage ist als genügend empfindlich anzusehen, wenn das kleinste beim Abwägen benutzte Gewicht als Uebergewicht noch einen deutlichen Ausschlag gibt.

Die Ansprüche an die Empfindlichkeit einer Wage sind ungemein verschieden; man kann gewissermaassen 3 grosse Classen unterscheiden:

- a) Chemische und physikalische Wagen.
- b) Apothekerwagen.
- c) Handelswagen.

Die Empfindlichkeit einer Wage ist von den folgenden Bedingungen abhängig:

1. von der Entfernung des Schwerpunktes der Wage von dem Drehungspunkt. Je näher nämlich diese beiden Punkte aneinanderliegen, desto kürzer wird das Pendel, desto lebhafter also die Schwingung und desto empfindlicher die Wage. Da nach früheren Ausführungen durch grössere Belastung der Schwerpunkt des ganzen Systems höher gerückt, also dem Drehungspunkt genähert wird, so folgt nach dem vorher Gesagten, dass bei einer richtig construirten Wage die Empfindlichkeit mit der Belastung zunimmt. Diese Zunahme wird jedoch durch andere Factoren, durch die Zunahme der zu bewegenden Masse und den grösseren Reibungswiderstand an den Schneiden compensirt, so dass man sagen kann: Die Empfindlichkeit einer guten Wage ändert sich nicht mit der Belastung. Bei der Wichtigkeit, die die Entfernung des Schwerpunktes vom Drehungspunkt hat, hat man an feineren Wagen eine Vorrichtung, welche eine Regulirung der Lage des Schwerpunktes gestattet. Es befindet sich daselbst nämlich am höchsten Punkte des Balkens oberhalb des Drehungspunktes eine feine Schraube angebracht, an welcher ein den Umständen entsprechendes Gewicht auf- und abgeschraubt werden kann, womit augenscheinlich eine Verrückung des Schwerpunktes verbunden ist. Natürlich darf die Verschraubung nicht soweit gehen, dass Schwerpunkt und Drehungspunkt zusammenfallen. Dagegen gestattet diese Vorrichtung den experimentellen Nachweis, dass bei Zusammenfall dieser beiden Punkte das geringste Uebergewicht eine Drehung des Balkens um  $90^\circ$  hervorbringt;

2. von der Länge der beiden Arme. Je länger die Hebelarme, desto grösser wird naturgemäss das statische Moment, desto grösser auch der Ausschlag sein und desto empfindlicher die Wage. Theoretisch würde demnach mit der Zunahme der Länge der Hebelarme auch die Empfindlichkeit wachsen. Die Richtigkeit dieses Satzes ist jedoch nur eine begrenzte, denn mit der Verlängerung des Hebelarmes wird auch dessen Gewicht wachsen; die Wage würde also als solche schwerer werden, wodurch die Zunahme der Empfindlichkeit wieder compensirt werden würde. Denn die Empfindlichkeit einer Wage hängt auch ab

3. von dem Gewicht der Wage, respective des Wagebalkens. Es ergibt sich das aus folgender Betrachtung: Mit zunehmender Belastung wird der Schwerpunkt des Balkens bekanntlich dem Drehungspunkt näher gerückt. Diese Verrückung des Schwerpunktes wird um so leichter erfolgen, je weniger

der Balken durch seine eigene Schwere dem entgegenwirkt; je grösser das Eigengewicht des Balkens ist, desto geringer wird die Verrückung des Schwerpunktes nach oben zu, desto geringer also auch die Empfindlichkeit. Auch darf hierbei nicht übersehen werden, dass mit dem Gewicht des Wagebalkens auch die zu bewegende Masse wächst, dass aber bei gleicher bewegender Kraft eine geringere Masse leichter bewegt wird als eine grössere. Um in der Praxis den Wagebalken möglichst lang und dabei doch möglichst leicht zu machen, wird derselbe durchbrochen gefertigt;

4. von der Reibung der Schneiden auf ihren Lagern oder Pfannen. Es leuchtet sofort ein, dass mit dem Wachsen des Reibungswiderstandes die Empfindlichkeit abnehmen muss.

Natürlich darf man bei Beachtung von 2. und 3. auch nicht gewisse Grenzen überschreiten, da im ersteren Falle die Wage wegen zu grosser Länge der Balken unbequem für den Gebrauch werden, im zweiten Falle in Folge zu grosser Leichtigkeit die nöthige Haltbarkeit verlieren würde.

Nachdem im Vorstehenden die Bedingungen erläutert worden sind, welche eine Wage erfüllen muss, kann nunmehr zu den Anforderungen übergegangen werden, welche an eine Wage gestellt werden dürfen. Diese sind ungemein verschieden je nach dem Zwecke, welchem die Wage dienen soll; insbesondere sind die Anforderungen an den Grad der Empfindlichkeit bedingt durch den Werth, welchen das Wägeresultat einzunehmen hat. Diese Anforderungen werden am besten bei den einzelnen Kategorien von Wagen erörtert.

#### Analysenwagen.

Wagen zum chemischen und physikalischen Gebrauch.

Diese Wagen dienen wissenschaftlichen Zwecken; die damit erzielten Wägeresultate dienen als Grundlagen wissenschaftlicher Forschung, vornehmlich aber in der quantitativen Analyse zur Ermittlung der quantitativen chemischen Zusammensetzung der Körper.

An derlei Wagen müssen die höchsten erfüllbaren Bedingungen gestellt werden. So erachtet man hinsichtlich der Empfindlichkeit für erforderlich, dass durch den zehnten Theil eines Milligramms noch ein unzweideutiger Ausschlag hervorgerufen werde. Um diese Empfindlichkeit zu erreichen, müssen alle eben erläuterten Bedingungen im höchsten zulässigen Umfange erfüllt sein. Wir finden daher das gesammte Eigengewicht einer Analysenwage gering gegenüber dem Eigengewicht einer Apothekerswage. Der Balken ist stets durchbrochen, die Zunge ist ein feiner nadelförmiger Zeiger, fast von der Länge der Säule, auf der der Balken ruht; der Gradbogen oder Index befindet sich in geringer Höhe über dem Fuss der Säule. Hinsichtlich der Balkenlänge machen sich bei Analysenwagen zwei Systeme geltend: das alte BERZELIUS'sche System mit möglichst langen Wagebalken und das neuere System mit ganz kurzem Balken, die sogenannte BUNGE'sche Wage. Bei allen Analysenwagen ist das Lager, auf welchem die Schneide des Wagebalkens ruht, von polirtem Achat, wodurch die Reibung auf das geringste Maass reducirt ist; gleicherweise ist der innere Theil der Gehänge, so weit er der seitlichen Schneide aufzuliegen hat, mit polirtem Achat gefüttert. Die Wagschalen sind besonders leicht und die Schalenteller verhältnissmässig klein; Balken sowohl wie Schalen sind massiv vergoldet oder platinirt, um etwaige Oxydations- oder Hydratationsvorgänge unmöglich zu machen. Charakteristisch für die Analysenwagen ist die Arretirung, d. h. eine Vorrichtung, durch welche die Schneide des Balkens von ihrem Achatlager abgehoben wird, so lange die Wage nicht thatsächlich zu Wägungen gebraucht wird (Balkenarretirung); die Schalen bleiben in der Schwebe oder werden durch eine zweite Arretirung, sogenannte Schalenarretirung, von unten gestützt.

Da die Analysenwage vor ungleicher Erwärmung der Hebelarme, vor Luftzug, vor Feuchtigkeit und Staub zu schützen ist, so steht sie niemals frei,

sondern befindet sich in einem Gehäuse von Glas, dessen Vorderwand entweder in die Höhe zu schieben geht (was wegen der Erschütterung nicht empfehlenswerth ist) oder aus zwei nach vorn zu öffnenden Thüren besteht; doch finden sich auch Wagen im Handel, welche nur an den beiden schmalen Seitenwandungen durch Thüren zu öffnen sind. Dieses Gehäuse pflegt stets auf drei durch Schrauben verstellbaren Metallfüßen zu stehen, durch deren Regulirung die Wage horizontal gestellt werden kann. Zu diesem Zweck ist die Wage mit einem kleinen Pendel versehen, einem an einer seidenen Schnur hängenden kleinen cylindrischen Gewicht, welches in einem etwas grösseren Ringe sich frei bewegen kann. Um horizontale Stellung der Wage zu erzielen, muss das Pendelgewicht in dem Innenraum des Ringes so hängen, dass die Entfernung zwischen Gewicht und Ring überall eine gleich weite ist. Wo die Pendelvorrichtung fehlt, muss die horizontale Einstellung mit Hilfe einer Wasserwage (s. d.) bewirkt werden. — In der Mitte des Unterrandes der Vorderwand befindet sich eine grosse Metallschraube zur Handhabung der Arretirung, so dass man die Arretirung sowohl wie auch die Wiederaufhebung derselben bequem bewerkstelligen kann, ohne die Thüren der Wage öffnen zu müssen. Bei besseren Analysenwagen ist entweder nur der rechte Balkenarm oder beide Arme mit Decimaltheilung versehen, um mit Centigrammhäkchen, sogenannten Reitern, Milligramme und deren Bruchtheile wiegen zu können. Bei besseren Wagen findet sich zu diesem Zwecke die sogenannte Reiterverschiebung angebracht, eine in der rechten Seitenwand verschiebbare, um ihre Längsaxe drehbare Messingstange mit endständigem Seitenarm, mittelst welcher man die Reitergewichte aufsetzen und wieder abheben kann, ohne die Wage öffnen zu müssen.

**Prüfung der Analysenwagen.** Um eine Analysenwage auf ihre Richtigkeit und Empfindlichkeit zu prüfen, bringt man sie zunächst in horizontale Stellung (s. oben) und untersucht dann den Ruhpunkt der Wage bei unbelasteten Schalen, indem man die Arretirungsvorrichtung behutsam ausser Kraft setzt; ist dies mit der nöthigen Vorsicht geschehen, so wird gar kein oder ein kaum nennenswerther Ausschlag stattfinden; ist die Aufhebung der Arretirung zu hastig erfolgt oder kommen unvorhergesehene Erschütterungen und dergleichen hinzu, dann wird die Wage allerdings in Schwingung gerathen, welche bei normalen Verhältnissen beiderseits gleich gross sein müssen; nach einer Reihe von Schwingungen wird die Wage zur Ruhe kommen und der Zeiger dann auf 0 zeigen. Ist dies nicht der Fall, dann steht die Wage entweder noch nicht ganz horizontal oder die Arme sind nicht absolut genau gleich lang. Ersterem Umstand ist durch ernes Drehen der Stellschrauben abzuhelpen; um bei Ungleichheit der Armlänge eine Correctur anbringen zu können, befindet sich an den beiden Endpunkten des Balkens, und zwar in dessen Längsaxe je ein kleines Schraubchen; diese Vorrichtung gestattet eine völlige Ausgleichung der hier stets nur geringfügigen Differenzen.

Ist der Ruhpunkt der Wage ermittelt, respective auf 0 gestellt, so arretirt man zunächst die Wage und legt auf die eine Schale 1 mg. Soll die Wage brauchbar sein, so muss sie nach Aufhebung der Arretirung einen deutlichen, beträchtlichen Ausschlag geben. Sodann beschwere man die Wage auf beiden Schalen mit der höchsten zulässigen Belastung (Analysenwagen werden fast stets zu 50 oder 100 g Belastung gearbeitet), vergleiche, ob auch bei dieser Belastung die Wage denselben Ruhpunkt hat als bei unbelasteten Schalen und lege zu diesem Maximum auf die eine Schale 1 mg. Der zu erhaltende Ausschlag hat ebenso deutlich und beträchtlich zu sein wie vorher bei unbelasteten Schalen.

**Gebrauch der Analysenwagen.** Der Ingebrauchnahme hat stets die horizontale Stellung und die richtige Einstellung der Wage auf 0 voranzugehen. Man mache es sich zur Pflicht, vor jeder Wägung die Bestimmung des Ruhpunktes zu wiederholen. Beim Wägen selbst wird zunächst der zu wägende Körper auf

die linke Wagschale gestellt und auf die rechte Seite so viel Gewichte, als man den zu wägenden Körper annähernd schätzt, gelegt, dann die Arretirung aufgehoben und der Ausschlag beobachtet; dann werden nach jedesmaliger vorheriger Arretirung so lange Gewichte zugelegt oder abgehoben, bis Gleichgewicht vorhanden ist. Bei der Wahl der zu verwendenden Gewichte ist es von Vortheil, wenn man nicht willkürlich, sondern systematisch verfährt, „so dass man das zu findende Gewicht in immer engeren Grenzen kennen lernt, bis man es zuletzt genau hat“ (FRESKNIUS), d. h. bis die Schwingungen des Zeigers ganz regelmässig um den Nullpunkt stattfinden. Wagen mit langem Balken schwingen sehr langsam; wollte man bei jeder Wägung den Balken ausschlagen lassen, bis er auf 0 zeigt, so würde das Wägen eine sehr zeitraubende Arbeit sein. Man wartet daher in der Praxis die Einstellung des Balkens in die Ruhelage gar nicht erst ab, sondern bestimmt dieselbe genauer und schneller durch Rechnung, und zwar in folgender Weise: Da die Weite der Schwingung mit jeder folgenden Schwingung abnimmt, so ist zur Ermittlung der Ruhelage immer eine ungerade Anzahl von Schwingungen erforderlich, mindestens also 3; man notirt dann einfach die Weite mindestens dreier Ausschläge nach Graden links und rechts von 0 auf dem Index nach folgendem Beispiel. Der Zeiger geht

	links bis	rechts bis
	3.3	3.1
	2.9	2.7
	2.5	—
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>
Mittel	$\frac{8.7}{3} = 2.9$	$\frac{5.8}{2} = 2.9$
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>
Ruhelage	$\frac{2.9 - 2.9}{2} = 0.$	

Führt diese einfache Rechnung zu einem anderen Resultat als 0, so ist die Wägung als noch nicht beendet zu betrachten und es muss mit dem Zuliegen oder Abnehmen von Gewichten fortgefahren werden, oder man berechnet das schliessliche Körpergewicht aus der Ausschlagsdifferenz. Angenommen, man finde die Ruhelage des Zeigers mit Hilfe obiger Rechnung bei  $g$  eg Belastung bei 3.5 rechts vom Nullpunkt, dagegen nach weiterer Auflage von 1 eg bei 2.3 links vom Nullpunkte, so hat die Belastung der Wage um 1 eg eine Verschiebung des Zeigers um 5.8 Theilstriche bewirkt. Die Belastung von  $g$  eg war also noch nicht genügend, die Belastung  $g + 1$  dagegen schon zu gross; die dem wirklichen Gewicht entsprechende Belastung wird  $g + \frac{3.5}{5.8} = (g + 0.6034)$  eg sein.

Die letzten Decimalen pflegt man durch Aufsetzen der Reiter auf den graduirten Balken zu bestimmen, da diese Operation bei geschlossenem Wagenkasten vorgenommen werden kann und zugleich die Dauer des Wägens bedeutend abkürzt.

Der zu wägende Körper darf niemals direct auf die Wage gegeben werden; Glüh- oder Trockenrückstände werden daher mit dem Tiegel, der Inhalt eines Filters nach dem Trocknen im Exsiccator oder Luftbad wird mit dem Filter gewogen werden; da aber auch das Filter nicht direct auf die Wage gelegt werden darf, so gibt es zum Wägen von Filtern mit dem Inhalt besondere, vor der Lampe geblasene Wägegläschen mit eingeschlifftenem hohlem Glasstopfen.

Weitere Regeln für das Wägen, so weit sie das directe Verhältniss zur Wage nicht betreffen, gehören in das Capitel der quantitativen Analyse.

#### Apothekerwagen.

Wenschon die Apothekerwagen zu den feineren Wagen gezählt werden, so werden an dieselben doch entfernt nicht die Anforderungen gestellt, wie an eine Analysenwage. Die Apothekerwagen dienen auch weniger dazu, das Gewicht eines Körpers bis auf Centigramm und Milligramm genau festzustellen, sondern fast stets dazu, von einem gegebenen Körper eine bestimmte Gewichts-

menge abzuwägen. Je nachdem es sich um das Abwägen flüssiger oder fester Körper handelt, unterscheidet man **Tarirwagen** und **Handwagen**.

**Tarirwagen.** Die Tarirwagen bestehen aus Balken, Zunge und Bügelschalen. Die Zunge spielt entweder nach oben zwischen einer Scheere bei den hängenden Tarirwagen, oder nach unten bei den Säulenwagen. Der Balken ist bei feineren Wagen für die Receptur wohl auch durchbrochen gearbeitet; doch findet man häufig auch massive Balken. Das Material zu den Balken ist Gelbguss, welcher halb polirt und mit Wagenlack überzogen wird; Vergoldung und Platinirung kommen hier nicht vor, wohl aber Vernickelung der Metalltheile, welche jedoch weniger empfehlenswerth ist, als Ueberziehen mit Messinglack. Achatpfannen kommen hier nicht vor, sondern sind durch Stahlpfannen ersetzt; der Balken besitzt keinerlei Decimaltheilung; die Schalen sind Bügelschalen, deren Durchmesser im Durchschnitte der Länge eines Balkenarmes entspricht. Die Zunge ist nie so lang und so fein, wie bei Analysenwagen; ein Index zur Messung des Ausschlages ist nur bei feinen Recepturwagen vorhanden; öfter ist der Index rudimentär, indem ein hervortretender Stift den Nullpunkt bezeichnet; bei hängenden Wagen fehlt er gemeinhin ganz; hier wird die Ruhelage dadurch bezeichnet, dass sich die Zunge zwischen die beiden Schenkel der Scheere parallel einstellt. Arretirung, sowie Gehäuse finden sich bei Tarirwagen nicht. Dagegen pflegt die Tarirwage, insonderheit die Säulenwage, auf einem Wagekasten aus polirtem Holz mit einer oder mehreren Schubladen festgeschraubt zu sein, in denen sich Gewichte und kleine Utensilien für die Receptur befinden.

Die Prüfung der Tarirwagen erfolgt nach den gleichen Principien, wie bei den Analysenwagen, vollzieht sich aber wesentlich leichter und schneller, da das jedesmalige Arretiren und die jedesmalige Bestimmung des Ruhepunktes hier in Wegfall kommen, auch die geringere Empfindlichkeit ein schnelleres Ausschlagen der Wage gestattet. Bei der Prüfung auf die Empfindlichkeit gilt auch hier als Regel, dass das kleinste beim Wägen benutzte Gewicht — hier also 1 cg — als Uebergewicht noch einen deutlichen Ausschlag gibt. Die Tarirwagen werden zu 250 g, 500 g, 1 kg, 2 kg, 5 und 10 kg Belastung gearbeitet; die drei ersten Wagen sollen, auf jeder Schale mit dem Maximalgewicht belastet, nach völliger Gleichstellung der Schalen noch einen Ausschlag geben, wenn auf die eine Schale 1 cg gelegt wird. In der Praxis hat diese Empfindlichkeitsprüfung keinen Zweck, da in Apotheken auf einer Tarirwage thatsächlich niemals 1 cg gewogen wird. Auch dürfte eine Prüfung einer Tarirwage seitens eines Apothekers selten vorkommen, da die Aichämter ihm diese Arbeit abnehmen. In der That ist die Aichung oder Eichung nichts anderes, als eine Prüfung der Wagen auf ihre Richtigkeit und Empfindlichkeit unter Benützung von Normalgewichten. (NB. Bei Analysenwagen findet eine Aichung nicht statt.) Nichtsdestoweniger wäre eine Nachprüfung seitens des Apothekers geboten, da die Wage durch die Einprägung des Aichstempels wahrlich nicht besser wird.

Wenn aber eine derartige Prüfung vorgenommen wird, dann ist zunächst festzustellen, ob die Wage ohne Belastung im Gleichgewicht sich befindet; ist das nicht der Fall, so muss es durch Auflegen von Tarirmaterial herbeigeführt werden. Dann folgt die Empfindlichkeitsprüfung bei der Maximalbelastung. Gibt die Wage dabei einen deutlichen Ausschlag, dann vertauscht man die Belastungen der beiden Schalen mit einander; spielt die Wage jetzt nicht mehr ein, so sind die Arme des Balkens nicht gleich lang. Die Differenz muss dann durch Gewichtszulagen ausgeglichen werden. Die Hälfte dieser Differenz bedeutet die Abweichung der Wage von einer normalen Wage. Bewegt sich diese Abweichung innerhalb der weiter unten angegebenen Grenzzahlen, so ist sie nicht zu beanstanden, d. h. die Wage ist innerhalb der erlaubten Fehlergrenzen richtig.

Diejenigen Tarirwagen, welche auf ein Maximalgewicht bis zu 1 kg Belastung geeicht sind, werden gemeinhin als Recepturwagen bezeichnet, Tarirwagen für grössere Belastung dagegen als Handverkaufswagen.

Beim Wägen auf der Tarirwage dient die rechte Schale zur Aufnahme der Gefässe und der zu wägenden Körper, und die linke Schale zum Aufsetzen der Gewichte (also umgekehrt wie bei den Analysenwagen). Zuerst wird das Gefäss, welches zur Aufnahme der Substanzen dienen soll, tarirt, d. h. es wird dessen Gewicht festgestellt, und dann werden die verschiedenen Fluida mit der Maassgabe hineingewogen, dass man mit den kleineren Gewichtsmengen beginnt, und bei der grössten Menge aufhört. Ausnahmen von dieser Regel sollen nur dann gemacht werden, wenn zwei Flüssigkeiten in unmittelbarer Berührung sich zersetzen, während bei zuvoriger Verdünnung eine Zersetzung oder Fällung nicht stattfindet. Beim Wägen selbst besorgt ein Finger der linken Hand des Wägenden eine Art Controle; ein sanfter Druck auf die rechte Schale lässt den Wägenden das Herannahen des Ruhepunktes, respective des Gleichgewichts fühlen und nöthigt ihn, mit den Herannahen dieses Momentes im Zugiessen des Medicaments mit grösserer Vorsicht zu verfahren, um das richtige Gewicht nicht zu überschreiten.

Da es dem Wägenden leicht passiren kann, dass er einmal Flüssigkeit verschüttet, oder dass solche an der Aussenwand des tarirten Glases herunterläuft, und da manche Flüssigkeiten, z. B. Säure, das Metall der Schale angreifen, andere, z. B. Spiritus, den Messinglack lösen und so die Wage beschädigen und deren Empfindlichkeit und Richtigkeit vermindern, so legt man in jede Schale eine Unterlage, Tarirteller genannt, aus Horn, Hartgummi oder Papiermaché, wohl auch aus Wachspapier, und bringt die Wage, ehe sie zu Wägungen benutzt wird, durch Papierschnitzel, dünnen Korkscheiben u. dergl., wenn nöthig, in's Gleichgewicht. Direct auf die Schalen sollen weder Gefässe, noch Gewichte gelegt werden.

**Handwagen.** Als Handwagen werden kleine Wagen zur Abwägung fester Körper bezeichnet, deren Balken einfach, massiv und glatt sind, mit nach oben spielender Zunge; die Wagschalen sind kalottenförmig, rund oder oval, aus Horn, Hartgummi (Hartgummischalen sollten nicht gestattet sein, da sie durch Abwischen mit einem Tuch bereits elektrisch werden und dann in Folge der elektrischen Anziehung direct zu Wägefehlern Veranlassung geben), Papiermaché, wohl auch aus Porzellan oder aus Silber, und hängen an den Angriffspunkten des Wagebalkens an grünseidenen Schnüren; am obersten Ende der Scheere befindet sich ein S-förmig gebogener Haken, an welchem die Wage während des Wägens mit der Hand gehalten wird, woher auch der Name. Ein Index ist nicht vorhanden; dessen Stelle vertreten 2 Finger des Wägenden, je einer an den beiden Seiten rechts und links der Scheere; die Spitze der Zunge gibt diesen Fingern deutlich zu erkennen, nach welcher Seite die Wage ausschlagen will und ob die Gleichgewichtslage erreicht sei; die Endprüfung aber geschieht mit dem Auge. Nur bei feinen Handwagen erweitert sich der vordere Schenkel der Scheere oben zu einem kleinen offenen Ringe, welcher am höchsten Punkt des Innenrandes einen kleinen Stift als Bezeichnung für die Ruhelage besitzt. Die Handwagen werden in verschiedenen Balkenlängen vorräthig gehalten von 9 bis zu 32 cm. Die Wagschalen haben einen Durchmesser, der mit der Länge des einen Balkenarmes annähernd übereinstimmt, z. B. bei einer Balkenlänge von 12 cm ein Durchmesser von circa 5.5 cm; die Länge der Schnüre vom Angriffspunkt des Balkens bis zum Wagschalenrande soll der Länge des Wagebalkens gleich sein. Mit der Länge des Wagebalkens nimmt die Belastung zu, die Empfindlichkeit dagegen ab, da die theoretische Zunahme der Empfindlichkeit der Wage bei verlängerten Balken durch die Zunahme der Gewichtsmasse des Balkens und des Eigengewichtes der massiven Schalen mehr als paralsirt wird.

Die Prüfung der Handwagen durch den Apotheker ist unbedingt nothwendig; während das Aichamt bei Tarirwagen den Balken sammt den Schalen einer Prüfung unterzieht, wird bei den Handwagen lediglich der Balken ohne die Schalen geacht; der Aichstempel auf Handwagen gibt also keine Gewähr für die Richtigkeit der Handwage, sondern blos des Balkens. Die Prüfung hat darin zu bestehen, dass man zunächst die Gleichgewichts-

lage fe  
belastet  
Schale  
Belastu  
bei Auf  
Die Ju  
besorge  
der obe  
unwick  
zinntem  
Abkratz  
Gleichg  
Siegella  
Auf  
Gewicht  
z. B. a  
so heis  
sondern  
an je  
Apothe  
Beim  
abgewi  
Haken  
sehr le  
das W  
das Ho  
am be  
Tab. I  
müssen  
schen  
Sublim  
Ein  
aber v  
verseh  
„Sattel  
Wird  
Hebela  
Gewich  
von O  
bis 1  
flach  
nicht  
Bei  
eine I  
möglich  
höchst  
übrige  
und H  
die ver  
fang  
Abwei  
richtig  
bei Pr

lage feststellt, und, wenn dieses erreicht, die eine unbelastete Schale mit 1 g belastet; es muss ein deutlicher Ausschlag erfolgen. Dann legt man auf jede Schale das auf dem Balken angegebene Höchstgewicht und prüft, ob bei dieser Belastung noch Gleichgewicht vorhanden, und — wenn dieses der Fall — ob bei Auflegen von 1 g auf die eine Schale noch ein deutlicher Ausschlag eintritt. Die Justirung der Handwagen kann der Apotheker ohne Schwierigkeit selbst besorgen; bei geringen Differenzen ist dies durch Abschneiden der freien Enden der oberen Schleife der grünseidenen Schnur zu erreichen; bei grösseren Differenzen unwickelt man an eben jener Schleife die Schnur mit etwas ganz feinem verzinnem Draht; bei Verwendung starker Hornschalen ist eine Justirung auch durch Abkratzen der Unterseite der einen Schale mit einem Stück Fensterglas bis zum Gleichgewicht zu erreichen. Eine Justirung durch Auftröpfeln von geschmolzenem Siegellack ist nicht gestattet.

Auf jedem Handwagebalken befindet sich ausser dem Aichstempel noch eine Gewichtsbezeichnung, welche von den Meisten irrthümlich aufgefasst wird. Wenn z. B. auf einem Balken von 10 cm Balkenlänge die Angabe 15 g sich befindet, so heisst das nicht, dass man auf dieser Wage bis zu 15 g abwägen könne, sondern es bedeutet, dass der Balken für eine Belastung von je 15 g an jedem Angriffspunkt geeicht ist. Es wird keinem vernünftigen Apotheker einfallen, auf einer solchen Wage mehr als 2 dg abzuwägen.

Beim Gebrauch der Handwagen ist darauf zu achten, dass die Schalen sauber abgewischt sind, und dass an der Aufhängestelle der Schnüre in dem S-förmigen Haken des Balkens keine Abnormitäten der Lage vorhanden sind, ein Fall, der sehr leicht eintritt und zu grossen Wägefehlern Veranlassung gibt, wenn nicht das Wägen überhaupt unmöglich macht. Bei der Abwägung von Substanzen, welche das Horn der Schale angreifen, wie z. B. Jod, Höllenstein etc., verwendet man am besten Porzellanschalen. Für die Abwägung kleiner Mengen von Stoffen der Tab. B sind in Preussen sogar Porzellan-Wagschalen vorgeschrieben; dieselben müssen den Anforderungen der Tab. B entsprechend mit schwarzer Emaille versehen sein und mit durchradirter weisser Schrift die Bezeichnungen: Arsenik, Sublimat, Veratrin u. dergl. tragen.

Eine besondere Form der Handwagen sind die Sattelwagen mit feinem, aber verhältnissmässig langem Balken, dessen linker Arm mit einer Decimalscala versehen ist, ähnlich wie bei den Analysenwagen. Auf diesem Arm ist ein „Sattel“, d. h. ein reiterförmiges Metallstück von genau 1 g Gewicht, verschiebbar. Wird dieser Sattel auf den letzten Strich der Scala verschoben, so ist der linke Hebelarm mit 1 g belastet und man kann auf der rechten Schale das gleiche Gewicht abwägen; verschiebt man ihn auf 5, so entspricht das einer Belastung von 0.5 g u. s. f. Auf einer solchen Sattelwage kann man alle Gewichte von 1 g bis 1 g abwägen, ohne Gewichte zu benützen. Die Schalen der Sattelwagen sind flach und von Neusilber. Die Wagen sind sehr bequem, aber in Deutschland nicht aichfähig.

#### Gesetzliche Bestimmungen über Apothekerwagen.

Bei allen Culturvölkern wird eine Aichung der Wagen vorgeschrieben, d. h. eine Prüfung auf Richtigkeit und Empfindlichkeit und — wenn das nöthig und möglich — eine Justirung der Wagen. Analysenwagen, an welche obnein die höchsten Ansprüche gestellt werden, sind von der Aichung ausgeschlossen. Alle übrigen Wagen theilt das Aichamt in zwei Kategorien: Präcisionswagen und Handelswagen. Diese beiden Classen unterscheiden sich von einander durch die verschiedenen Anforderungen an Empfindlichkeit und durch den verschiedenen Umfang der gestatteten Fehlergrenzen, wobei unter Fehlergrenze die thatsächliche Abweichung der betreffenden Wage von den Anforderungen an eine absolut richtige Wage zu verstehen ist. Diese gestatteten Abweichungen von der Norm sind bei Präcisionswagen wesentlich kleiner, als bei den Handlungswagen. Sämmtliche

Apothekerwagen gehören zu den Präcisionswagen. Das Gesetz sagt: Andere als Präcisionswagen dürfen in den Officinen nicht verwendet werden. Demnach müssen sowohl Recepturwagen wie Handwagen, wie auch die Handverkaufswagen mit dem Präcisionsstempel — einem Stern zwischen den Buchstaben D und R — geaicht sein. Handelswagen, sowie die gleicharmigen Tafelwagen und Decimalwagen sind in den Apothekenräumen nicht gestattet; die Anwendung solcher Wagen der letztgenannten Kategorie ist dagegen in dem Laboratorium, Materialkammer und Keller durch das Gesetz nicht verboten.

Die Fehlergrenzen, d. h. die grösste zulässige Gewichtszulage bei der Prüfung auf Richtigkeit und Empfindlichkeit der Präcisionswagen, betragen nach der Aichordnung vom 27. December 1884 für jedes Gramm der grössten zulässigen Last:

$\frac{1}{500}$	oder 2.0 mg,	wenn dieselbe 20 g oder weniger beträgt.
$\frac{1}{1000}$	„ 1.0 „ „	„ mehr als 20 g, aber nicht mehr als 200 g beträgt.
$\frac{1}{2000}$	„ 0.5 „ „	„ mehr als 200 g, aber nicht mehr als 2 kg beträgt.
$\frac{1}{5000}$	„ 0.2 „ „	„ von mehr als 2 bis inclusive 5 kg beträgt.
$\frac{1}{10000}$	„ 0.1 „ „	„ mehr als 5 kg beträgt.

Diese Fehlergrenzen sind diejenigen, welche bei der Aichung noch zulässig sind. Die Fehlergrenzen für in Gebrauch befindliche Präcisionswagen sind durch Verordnung vom 22. Juli 1885 gerade auf das Doppelte obiger Fehlergrenze ausgedehnt.

In Oesterreich betragen die Fehlergrenzen bei Präcisionswagen für jedes Gramm der grössten zulässigen Last wenn dieselbe

	bei der ersten Aichung	bei der periodisch. Nachaichung
weniger als 20 g beträgt . . . . .	1 mg	2 mg
20 g und weniger als 250 g beträgt . . . . .	0.4 „	0.8 „
250 g und weniger als 5 kg beträgt . . . . .	0.2 „	0.4 „
5 kg und mehr beträgt . . . . .	0.1 „	0.2 „

#### Handelswagen.

Diese unterscheiden sich von den Präcisionswagen in jedem Falle durch ihre geringere Empfindlichkeit, in vielen Fällen auch durch abweichende Construction und durch ihre Grösse. Alle Handelswagen lassen sich eintheilen in:

1. Gleicharmige. a) Unterschälige.  $\alpha$ ) Tarirwagen.  $\beta$ ) Handwagen.  
b) Oberschalige.  $\alpha$ ) Balkenwagen.  $\beta$ ) Tafelwagen.
2. Ungleicharmige. a) Decimalwagen. b) Centesimalwagen.

Die feineren Handelswagen haben die Construction der Präcisionswagen, sind auch aus gleichem Material gefertigt und unterscheiden sich nur durch die geringere Empfindlichkeit. Minder feine unterschälige Tarirwagen sind aus anderem Material, meist broncirtem Eisen, gefertigt; bei Wagen für grössere Belastung hängen die kupfernen oder messingenen Schalen an Ketten. Die Handwagen sind meist mit eisernen Balken, mit ovalen Messingblechschalen an grünen wollenen Schnüren.

Die oberchaligen Wagen beruhen zwar auch auf dem Princip des gleicharmigen Hebels, aber die Schalen befinden sich nicht am Bügel befestigt und am Angriffspunkt inserirt, sondern sie befinden sich senkrecht über den Angriffspunkten an der Oberseite des Balkens befestigt. Dadurch würde der Schwerpunkt des Systems über den Drehungspunkt zu liegen kommen, die Wage würde also unbrauchbar sein, wenn nicht durch eine unterhalb der Angriffspunkte wirkende Last der Schwerpunkt wieder unter den Drehungspunkt herabgedrückt würde. Bei der oberchaligen Balkenwage ist diese Compensation noch eine ziemlich einfache; bei der Tafelwage geschieht die Compensation durch mehrfache Hebelübersetzung; das System der Uebertragung der Last ist hier ein so

complicirtes, der Reibungswiderstand ein derartig vervielfachter, dass die Richtigkeit des statischen Moments dadurch in Frage gestellt wird. Zum Wägen kleiner Mengen sind die Tafelwagen geradezu unbrauchbar. Sie sollten daher in den Materialwarenläden als Handverkaufswage nur von etwa 100 g an gestattet sein, in Apotheken sollten sie auch in den Vorrathsräumen nicht geduldet werden. Tafelwagen werden in neuerer Zeit zur Aichung nicht mehr zugelassen.

Die ungleicharmigen Wagen beruhen auf dem Princip des ungleicharmigen Hebels (s. d. Bd. V, pag. 154), und zwar ist bei Decimalwagen der Hebelarm 10mal, bei der Centesimalwage 100mal länger als der andere. An dem kurzen Hebelarm wirkt die Last (der zu wägende Körper), an dem 10fach langen die Kraft (die aufzulegenden Gewichte). Die Decimalwage gestattet also die Feststellung des Körpergewichtes durch eine 10mal kleinere Gewichtseinheit. Sie dient daher in der Hauptsache zum Wägen grösserer Mengen und hat dann die Form der Brückenwage. Doch werden auch Decimalwagen für kleinere Lasten gefertigt, z. B. zum Wägen von 2 kg ab; diese führen den Namen Decimaltischwage. Sie nehmen einen sehr geringen Raum in Anspruch und gestatten dabei doch ein weit genaueres Wägen als die Tafelwagen; sie sind zum Gebrauch in den Vorrathsräumen der Apotheken zu empfehlen; die Brückenwagen eignen sich mehr zum Abwägen von Ballons, grosser Kisten u. s. w. Centesimalwagen geben das wirkliche Gewicht der Last von  $\frac{1}{100}$  an; 1 kg auf der Schale entspricht 100 kg der Last, sie werden nur zum Wägen schwerer Lasten, z. B. ganzer Fuhrwerke oder Eisenbahnwaggons mit dem Inhalt verwendet. Die ungleicharmigen Wagen sind für den Handelsstempel aichfähig.

Fehlergrenzen der Handelswagen. Die grösste zulässige Gewichtszulage bei deren Prüfung auf Empfindlichkeit beträgt für je 100 g der grössten zulässigen Last:

bis zu 200 g Belastung . . . . .	0.2 g
„ „ 5 kg „ . . . . .	0.1 „
über 5 „ „ . . . . .	0.05 „

Alle Handelswagen tragen den Handelsstempel des Aichamts, welcher sich von dem Präcisionsstempel durch das Fehlen des Sternes zwischen dem D und dem R unterscheidet.

#### Hydrostatische Wagen.

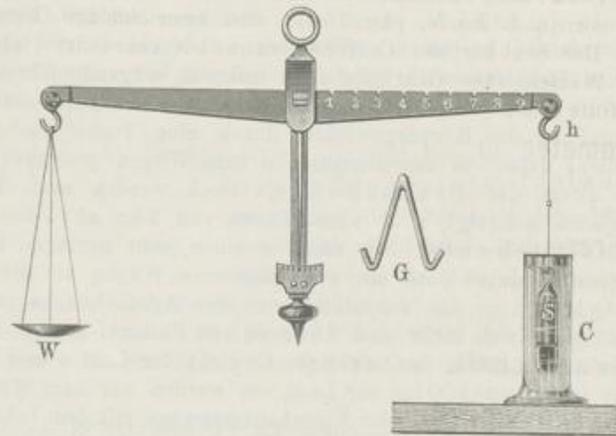
Sie dienen zur Bestimmung des specifischen Gewichtes von festen Körpern und Flüssigkeiten und fassen auf den hydrostatischen Gesetzen, welche in den Artikeln Hydrostatik, Bd. V, pag. 330, Aräometrie, Bd. I, pag. 547 und Specifisches Gewicht, Bd. IX, pag. 344 näher begründet sind. In dem Artikel Hydrostatik ist auch die NICHOLSON'sche Senkwage beschrieben, welche der Vorläufer unserer jetzigen hydrostatischen Wage ist.

Hier sollen nur die beiden, in der pharmaceutischen Praxis viel angewendeten Wagen zur Bestimmung des specifischen Gewichtes von Flüssigkeiten erwähnt werden: die MOHR'sche und die WESTPHAL'sche Wage.

Die MOHR'sche Wage (Fig. 40) besitzt einen gleicharmigen Wagebalken und hängt an einem (in der Figur nicht gezeichneten) Messingstativ. Auf rechten Arm hängt an einem feinen Platindraht das Senkgläschen *S*, dessen Einrichtung in Bd. IX, pag. 232 näher beschrieben ist, und welches durch die Wagschale *W* genau im Gleichgewicht erhalten wird. Der rechte Arm der Wage ist durch verticale Theilstriche in 10 gleiche Theile getheilt. Die Punkte sind durch Feileinschnitte bezeichnet und, von der Mitte beginnend, mit 1—10 markirt. Zu dieser Wage dienen statt der Präcisionsgewichte besondere Gewichtshaken (Reiter), und zwar 2, von welchen jedes soviel wiegt (*G*), als der Gewichtsverlust *D* des Senkgläschens *S* in Wasser beträgt und je ein kleines Häkchen, welches  $\frac{1}{10}$  d und  $\frac{1}{100}$  d wiegen.

Soll nun das spezifische Gewicht einer Flüssigkeit ermittelt werden, so wird dieselbe in den Cylinder *C* gegossen, das Senkgläschen hineingehängt und nun mittelst der Reiter die Wage genau aequilibrirt. Da der grösste Haken  $G = d$  ist, so wird, wenn man das Senkgläschen in Wasser taucht,  $G$  beim Haken *h* angehängt, die Wage in's Gleichgewicht bringen. Bei Flüssigkeiten, welche schwerer sind als Wasser, wird das Anhängen von  $G$  bei *h* noch nicht zum Gleichgewicht

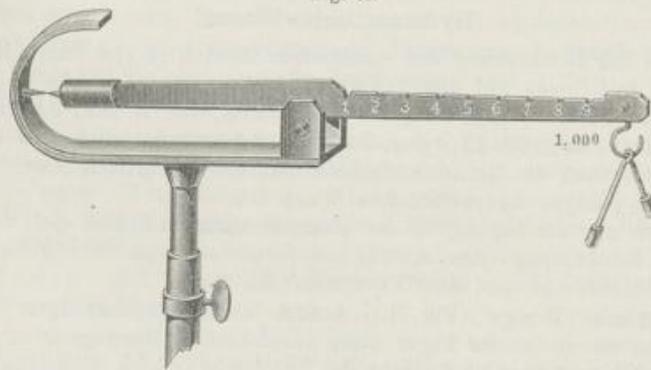
Fig. 40.



Mohr'sche Wage.

hinreichen. In officineller Chlorwasserstoffsäure von 1.124 wird ausser  $G$  bei *h* noch ein zweites Gewicht  $G$  auf 1,  $\frac{1}{10}$  g auf 2 und  $\frac{1}{100}$  g auf 4 gesetzt werden müssen, um die Gleichgewichtslage herzustellen. Bei Flüssigkeiten dagegen, welche leichter sind als Wasser, würde das Senkgläschen bei Anhängen von  $G$  an *h* bis auf den Boden des Cylinders *C* sinken,  $G$  ist also in diesem Falle schon zu schwer. Bei officinellem Essigäther (0.904) würde  $G$  auf 9 und  $\frac{1}{100}$  g auf 4 zu sitzen kommen, während  $\frac{1}{10}$  g gar nicht in Gebrauch käme; bei Aethylnitrit

Fig. 41.



Balken der Westphal'schen Wage.

(0.947) käme  $G$  auf 9,  $\frac{1}{10}$  g auf 4,  $\frac{1}{100}$  g auf 7. Das Aufsetzen des kleinsten Gewichtes auf einen Balkentheil zwischen zwei Zahlen gestattet sogar unter Umständen das Schätzen der vierten Decimale. Das gefundene spezifische Gewicht bezieht sich allemal nur auf die vom Senkgläschen direct abzulesende Temperatur und muss an der Hand von Tabellen auf die Normaltemperatur von  $15^\circ$  umgerechnet werden.

Die WESTPHAL'sche Wage ist nur eine Modification der MOHR'schen. Während bei der MOHR'schen Wage der Senkkörper durch die Wagschale *W* im Gleichgewicht gehalten wird, also das statische Moment am linken Hebelarm ein ganz constantes bleibt, ist bei der WESTPHAL'schen Wage das Aequivalent für den Senkkörper durch eine einfache Verkürzung und entsprechende Verdickung des linken Hebelarmes bewerkstelligt; es fällt die Wagschale und auch die Zunge fort; dagegen läuft dieser verkürzte Arm seitlich in einen spitzen Dorn aus, welcher mit einem zweiten, an der Innenwand eines Metallbogens correspondirenden Dorn die Gleichgewichtslage bezeichnet, wie Fig. 41 zeigt. Der Senkkörper der WESTPHAL'schen Wage ist 10 g schwer und verdrängt 5 g Wasser. Die Gewichtshaken und die Wägemethode sind dieselben wie bei der MOHR'schen Wage. Ganswindt.

**Wagebarometer** ist ein Instrument zur Bestimmung des Barometerstandes nach dem Gewicht einer vom Luftdruck getragenen Quecksilbersäule. — S. Barometer, Bd. II, pag. 150.

**Wagner-Fresenius' Reagens** ist Jodjodkaliumlösung.

**Wahl's Kindermehl**, s. Bd. V, pag. 690.

**Wahler'sche Frostsalbe**, s. Bd. IV, pag. 433.

**Wahlverwandtschaft**, s. Affinität, Bd. I, pag. 174 und Verwandtschaft, Bd. X, pag. 297.

**Wahnsinn** bezeichnet im Allgemeinen eine krankhafte Störung der normalen Geistesthätigkeit. In seiner wissenschaftlichen Bedeutung ist das Wort bei den verschiedensten Formen geistiger Alteration angewendet und von den einzelnen Forschern in verschiedenster Weise gebraucht worden. Die neueren Autoren vermeiden das Wort fast gänzlich und WESTPHAL consolidirt diejenigen Krankheitsformen, unter welche die meisten früher als Wahnsinn beschriebenen Geistesstörungen fallen, in die Formen der originären und primären Verrücktheit. Dabei ist das Auftreten von Wahnvorstellungen wichtig. Der Inhalt derselben hat früher zu einer willkürlichen Eintheilung in Verfolgungswahnsinn, religiösen Wahnsinn, erotischen Wahnsinn u. s. w. geführt, welche sich aber als nach unwesentlichen Merkmalen gebildet herausgestellt hat.

Forensisch hat der Wahnsinn besonders dann eine Bedeutung, wenn es sich um die Zurechnungs- und Dispositionsfähigkeit eines Individuums handelt; allein auch im Gesetze findet sich der Ausdruck „Wahnsinn“ fast nirgends und wird durch „krankhafte Störung der Geistesthätigkeit“ ersetzt.

**Waid**, in der Indigofärberei benützt, besteht aus den Blättern von *Isatis tinctoria* L. und *I. lusitanica* L. (s. d. Bd. V, pag. 518).

**Waidasche**, frühere Bezeichnung für die aus veraschten Weintrestern und eingäschelter Hefe ausgelaugte Rohpottasche; der Name kam daher, dass diese Rohpottasche zum Ansetzen der Waidküpe benützt wurde.

**Waidküpe**, s. Indigo, Bd. V, pag. 424.

**Waifa**, sogenannte chinesische Gelbbeeren, sind die Blütenknospen von *Sophora japonica* L. Sie enthalten Rutin. Die echten chinesischen Gelbbeeren (s. d. Bd. IV, pag. 551) sind die Früchte von *Gardenia*-Arten.

**Wakmah** ist der indische Name einer *Aconitum*-Art, in deren Knollen SHIMOYAMA dasselbe Alkaloid (Atesin) gefunden hat, welches in den Knollen von *Aconitum heterophyllum* Wall. enthalten ist.

**Waldameisen**, s. Formica, Bd. IV, pag. 422.

**Waldmeister** ist *Asperula odorata* (Bd. I, pag. 690).

**Waldquelle**, s. Marienbad, Bd. VI, pag. 550.

**Waldrebe**, volksth. Bez. für *Clematis*-Arten.

**Waldstatt**, in der Schweiz, besitzt eine Eisenquelle mit  $\text{FeH}_2(\text{CO}_3)_2$  3.448 in 10000 Th.

**Waldwolle**, *Lana Pini*, im Jahre 1840 zuerst von J. WEISS in Ziegenhals dargestellt, gegenwärtig von LAIRITZ in Remda (Thüringen) in grösserem Maassstabe fabricirt, besteht aus den prosenchymatischen Gewebetheilen der Nadeln einheimischer Coniferen (hauptsächlich der Kiefer, *Pinus silvestris* L.), die durch Einwirkung des Wasserdampfes auf die Nadeln und durch weitere Behandlung mit einem Schlagapparat isolirt werden. Das wollartige, bräunliche Product dient als Polstermaterial für Bettdecken und Fussteppiche und wird auch mit Baum- oder Schafwolle gemischt zu Garn versponnen, aus dem man den sogenannten Gesundheitsflanell darstellt; es kommt auch als Vorgespinnst, mit Waldwollöl parfümirt, als Waldwollwatte in den Handel; diese soll gegen rheumatische und gichtische Leiden sich als heilsam erweisen, was durch den (geringen) Gehalt der Waldwolle an Gerbsäure, ätherischem Oele und Ameisensäure (?) erklärt wird. Auch die bei der Gewinnung der Waldwolle sich ergebende, terpenartig riechende Flüssigkeit wird verwendet, indem man sie eindampft und als Waldwollextract zu stärkenden Bädern benutzt, ebenso das als Nebenproduct auftretende Waldwollöl, Kiefernadelöl, *Oleum foliorum Pini*, das dem Terpeninöl sehr nahe steht.

T. F. Hanausek.

**Walfischleim**. Aus der bei der Gewinnung des Walfischthranes mit überhitztem Wasserdampf in den Kesseln zurückbleibenden Leimbrühe wird in neuerer Zeit Leim gewonnen. Das Zerschneiden der erstarrten Gelatine in Tafeln und das völlige Austrocknen an der Luft nach dem gewöhnlichen Verfahren ist in Port-Wladimir auf der russischen Insel Jeretike, wo die ersten Versuche im Grossen angestellt worden sind, wegen der auch im Sommer feuchten Witterung nicht möglich. Der Walfischleim kommt daher vorläufig in Form einer dichten Gallerte, mit Conservierungsmitteln versetzt und in Blechbüchsen verpackt, in den Handel.

Der Walfischleim hält sich in dieser Form selbst in offenen Büchsen gut und schmilzt auf dem Wasserbade, ohne dass es vorher nöthig wäre, ihn in kaltem Wasser anquellen zu lassen. Der Walfischleim besitzt einen ziemlich intensiven Fischgeruch und ergab nach CULMANN bei mechanischer Prüfung auf Widerstandsfähigkeit geleimter Stellen bei Belastung, Werthe, die denselben als eine brauchbare Leimsorte bezeichnen lassen.

**Walfischthran**, s. Thran, Bd. X, pag. 10.

**Walke's Legirung**, s. Wismut.

**Walkererde**, s. Thon, Bd. IX, pag. 714.

**Walnuss** ist *Juglans regia*. — **Walnuss, indische**, ist *Aleurites triloba*.

**Walnussöl**, s. Nussöl, Bd. VII, pag. 364.

**Walnusschale**, s. *Cortex nucum Juglandis*, Bd. V, pag. 527.

**Wallwurzel** ist *Rad. Symphyti*.

**Walpurgisöl**, ein „Klostermittel“ von geheim gehaltener Zusammensetzung, dürfte nichts anderes als ein mit etwas Birken- oder Wachholdertheer versetztes Olivenöl sein.

**Walrat** ist die wachsähnliche Masse aus den Fetthöhlen von *Catodon macrocephalus* Gr. u. a. Pottwalen. Das Nähere darüber enthält der Artikel *Cetaceum* (Bd. II, pag. 639).

Th. Husemann.

**Walratöl**, das bei der Gewinnung des Walrats als Nebenproduct erhaltene Oel (s. Cetaceum, Bd. II, pag. 639): es ist gelb, riecht eigenthümlich, verdickt sich nicht und besteht aus dem Glycerid einer eigenthümlichen Säure, Physetölsäure (s. d. Bd. VIII, pag. 194); es wird wie Fischthran benutzt.

**Walross**. Das in den nördlichen Polarmeeren einheimische Walross, *Trichechus rosmarus* L., ein 5—6 m langes und 10—15 Centner schweres Thier, wird theils wegen seiner 0.6—0.8 m langen, wie Elfenbein zu verarbeitenden Stosszähne (Walrosszähne), theils wegen seines Specks gejagt. Aus diesem gewinnt man den Walrossthran, *Oleum Trichechi s. Rosmari*, Morse oil, von dem ein Thier circa 10 Centner liefert. Der Walrossthran ist dem Robbenthran ähnlich, aber weniger dickflüssig, von 0.925 spec. Gew., in frischem Zustande nicht sauer, in 100 Vol. kaltem und 10—12 Vol. heissem Alkohol löslich und setzt erst bei  $-2^{\circ}$  festes Fett ab.

Th. Husemann.

**Walther'sche Pastillen**, eine in Sachsen sehr beliebte Specialität, s. Pastilli Opii, Bd. VII, pag. 696.

**Wandflechte**, s. Physcia, Bd. VIII, pag. 193.

**Wanklyn's Sprengstoff**, ein neuer Explosivstoff, besteht nach der Patentschrift aus einer Mischung von salpetersaurem Harnstoff mit Schiessbaumwolle oder anderer Nitrocellulose oder Dynamit. Der Sprengstoff verbrennt rauchlos und hinterlässt beim Abrennen wenig oder gar keinen Rückstand.

**Wannen, pneumatische**, s. Bd. VIII, pag. 281.

**Warangbast**, von *Kydia calycina* Roxb. (Büttneriaceae), im westlichen Indien gebräuchlich, kann den Lindenbast ersetzen.

T. F. Hanausek.

**Warasdin-Teplitz**, in Kroatien, besitzt eine Schwefelkalktherme von 56 bis 57.5° mit kohlen-saurem Kalk 0.2943, schwefelsaurem Kalk 0.0308 und  $H_2S$  4.93 in 1000 Th.

**Warburg's Fiebertinctur**. Je 4 g Aloë, *Radix Angelicae* und *Rhizoma Zingiberis*, je 0.3 g *Crocus* und *Camphora* werden mit 100 g *Spiritus dilutus* digerirt, in der Colatur werden 2 g *Chininum sulfuricum* gelöst. In Amerika, wo sich diese Tinctur besonderen Ansehens erfreut, werden der Digestion noch mit unterzogen Rhabarber, Alant, Enzian, Zedoaria, Fenchel, Cubeben, Myrrha, Lärchenschwamm etc., auch wohl kleine Mengen von Opium.

**Warmbrunn**, in Preussen, besitzt drei natürliche und eine erbohrte Quelle von 36.2—36.9°; es sind indifferente Thermen.

**Warner's Laudanum** = Tinctura Opii ammoniata.

**Warner's Safe Cure-Medicinen**. Die mit colossaler Reclame vertriebenen, alle möglichen Krankheiten sicher heilenden Mittel bestehen aus einer Mixtur und aus Pillen. Erstere besteht (nach New Idea, 1885) in 16 Unzen, dem Inhalte jeder Flasche, aus einer Infusion von etwa 1 Unze der Blätter von *Hepatica triloba* und vielleicht noch den Blättern von *Gaultheria procumbens*, nahezu  $\frac{1}{2}$  Unze Kalisalpeter,  $1\frac{1}{2}$  Unze Glycerin und 2 Unzen Spiritus mit etwas Wintergrünöl parfümirt. Die Pillen sind überzuckerte Aloëpillen.

**Warneria**, mit *Hydrastis* L. synonyme Gattung der *Ranunculaceae*, s. Bd. V, pag. 318.

**Warras oder Wars**. Dem Bd. V, pag. 630 über diese Droge Gesagten ist noch nachzutragen: Ausser der l. c. genannten *Flemingia rhodocarpa* Baker liefert auch *Flemingia congesta* Roxb. Warras. Die ebenfalls am genannten Orte erwähnte, als Wurs bezeichnete Droge wird von ARTHUR MEYER und FLÜCKIGER für gekochte, mit rothem Sand vermengte Stärkekörnerchen der Flemingiasamen gehalten.

HOOPER fand im Warras 72.63 Procent Harz (Kamala 78.10 Procent), Cellulose 9.50 Procent (Kamala 7.14 Procent), Eiweissstoffe 8.20 Procent (Kamala 7.34 Procent), Wasser 3.44 Procent (Kamala 3.49 Procent), Asche 6.03 Procent (Kamala 3.84 Procent). Aetherisches Oel Spuren, spec. Gew. 1.37 (Kamala 1.32) Lösung in Alkohol tieforangeroth (Kamala orangeroth), in Alkali dunkelbraun (Kamala dunkelorangeroth), bei 100° wird Warras schwarz, Kamala verändert sich nicht, beim Erhitzen mit Soda riecht Warras nach Citronen, Kamala nach bitteren Mandeln. Zum Färben eignet sich Warras weniger als Kamala.

Hartwich.

**Warren's blutstillender Balsam** (zum innerlichen Gebrauche) ist eine Mischung aus 25 Th. *Acidum sulfuricum dilutum*, 10 Th. *Oleum Terebinthinae* und 10 Th. *Spiritus*.

**Warze** (lat. *verruca*) ist die Bezeichnung für kleine, mehr oder minder hervorragende, solide Hautgebilde, welche aus der abnormen Wucherung der Hautpapillen hervorgegangen sind. Ihre Oberfläche ist entweder glatt oder zerklüftet, ihre Farbe gewöhnlich dunkler als die Hautfarbe, ihre Form sehr verschieden. Sie können an allen Körperstellen vorkommen, haben aber ihren Lieblingssitz an den Fingern. Oft bestehen sie während des ganzen Lebens, oft verschwinden sie jedoch spontan, sowie sie gekommen sind. Der Volksglaube hält sie ihres manchmal zahlreichen Auftretens halber für übertragbar, und die neueste Forschung will thatsächlich einen Spaltpilz als ihre Ursache entdeckt haben. Zur Beseitigung der Warzen kann man sich der Aetzmittel (Salpetersäure, Chromsäure, Kalium causticum u. a.) bedienen. Diese Methode ist jedoch eine langwierigere, schmerzhaftere und weniger gründliche als die chirurgische Entfernung, welche durch Abbindung oder mit dem Messer oder durch Auskratzung mit dem scharfen Löffel erfolgen kann. Eine moderne, schmerzlose Art der Entfernung ist jene, nach welcher die Warze durch mehrere Tage in Berührung mit Salicylsäure in Substanz gebracht wird, worauf sie nach einiger Zeit in gequollenem Zustand von selbst abfällt. Recidiven nach Abtragung von Warzen sind nicht selten.

**Warzenkraut** ist *Calendula*.

**Waschblau**, zum Bläuen der Wäsche, ist wasserlöslicher Indigearmin, mit Stärkemehl vermischt und in Täfelchen geformt. Auch wird verdünnte Indigolösung, als Zusatz zum Waschwasser bestimmt, Waschblau genannt. Als Waschblaupapier war vor einigen Jahren mit Indigolösung getränktes Papier im Handel. — Als **Waschextract** ist hier und da eine ordinäre mit Quillajaextract versetzte Waschseife im Handel. — Unter dem Namen **Waschkristall** ist krystallisirte Soda im Handel, welche meist reichlich Natriumsulfat enthält. — **Waschlaugenpulver** heissen Mischungen von zerfallener Soda und Seifenpulver. Das Raunersdorfer Waschblau ist (nach GAWALOWSKI) eine Mischung von gleichen Theilen calcinirter Soda und gelöschtem Kalk. — **Waschpulver** für Wäsche ist, wie voriges, ein Gemisch von zerfallener Soda und Seifenpulver oder ein pulveriges Gemisch aus etwa 90 Th. zerfallener Soda, 10 Th. Natriumhyposulfit und 2 Th. Borax; auch Boraxpulver allein wird als Waschpulver verlangt. Waschpulver für cosmetische Zwecke sind Mischungen von Reismehl, Seifenpulver, Iriswurzelpulver, Borax u. s. w., nach Belieben gefärbt und parfümirt. — **Waschsoda** von HENCKEL & COMP. ist ein Gemisch aus Soda und Wasserglas. — **Waschtinctur** ist eine wässrige Lösung des löslichen Berliner Blaus.

**Waschecht**, s. *Echte Farben*, Bd. III, pag. 581.

**Waschflaschen** sind Glasgefäße, welche die zum Waschen von Gasen bestimmte Waschlöslichkeit enthalten. Jede einfache Glasflasche kann zur Waschflasche werden, wenn man in ihren Hals einen doppelt durchbohrten Kork oder Gummistopfen mit 2 Glasröhren steckt, von denen die eine bis ziemlich auf den

Boden d  
sche F  
Wasche  
flaschen  
holt zu  
die nach

Was  
Wasche  
indifere

Was  
massen

Was  
nariae  
Sapon

Was  
an der  
1.256

Was  
Verbren  
des Wa  
tative Z  
Wasser  
flüssig  
gebunde

Das  
Mengen  
einfache  
Verdicht

reine W  
Was

Was  
dickeren  
von der  
Gewicht

760 m  
des Dru  
bei 2

sphären  
wo de  
bei 84

das Ge  
form de  
Flüssigk

Zusamm  
erreicht  
so dehn

man W  
über 4  
wandelt

Wasser  
Volums  
Temper

Raum  
Körper

Real-

Boden des Gefässes reicht; vielfach verwendet man als Waschflaschen WOLFFsche Flaschen (s. d.) mit 2 Hälsen. Um aber den eigentlichen Zweck, das Waschen des Gases, recht intensiv ausführen zu können, hat man eigene Glasflaschen construirt, in denen das Gas gezwungen ist, die Waschflüssigkeit wiederholt zu passiren. Zu den bekanntesten Waschflaschen der letzteren Art gehören die nach DREHSEL und nach MUENCKE.

**Waschflüssigkeit** heisst die in der Waschflasche vorgelegte Flüssigkeit zum Waschen von Gasen; die Waschflüssigkeit muss gegen das zu waschende Gas möglichst indifferent sein, und ihr Absorptionsvermögen für dasselbe darf nur ein geringes sein.

**Waschgold**, das durch Fortschwemmen verwitterter goldführender Gesteinsmassen in Alluvionen sich findende gediegene Gold; s. d. Bd. IV, pag. 682.

**Waschholz** ist *Cortex Quillajae*. — **Waschkraut** ist *Herba Saponariae*. — **Waschrinde** ist *Cortex Quillajae*. — **Waschwurzel** ist *Radix Saponariae*.

**Wassenach**, in Rheinpreussen, besitzt drei kalte Stahlquellen; die Quelle an der Mühle enthält  $\text{FeH}_2(\text{CO}_3)_2$  1.049, die Quelle oberhalb der Mühle 1.256 und der Stahlbrunnen 0.501 in 10000 Th.

**Wasser**,  $\text{H}_2\text{O}$ . Im Jahre 1780 beobachtete CAVENDISH, dass Wasser das Verbrennungsproduct des Wasserstoffes ist, woraus WATT die Zusammensetzung des Wassers folgerte, während erst LAVOISIER 1783 die qualitative und quantitative Zusammensetzung des Wassers aus Wasserstoff und Sauerstoff nachwies. Wasser findet sich in grossen Mengen in der Natur vor, fest als Eis und Schnee, flüssig als Meer-, Quell- und Flusswasser und gasförmig in der Atmosphäre, gebunden in vielen organischen Verbindungen und Mineralien.

Das natürlich vorkommende Wasser enthält stets grössere oder geringere Mengen fester und gasförmiger Körper gelöst, von welchen es durch eine sehr einfache Operation, durch Destillation, Verwandlung des Wassers in Dampf und die Verdichtung des Dampfes zu Wasser, befreit werden kann. Das so erhaltene vollkommen reine Wasser wird destillirtes Wasser (*Aqua destillata*) genannt.

Wasser ist geruchlos und geschmacklos, in dünnen Schichten ungefärbt, in dickeren Schichten von blauer Farbe. Bei  $15^\circ$  ist es 819mal dichter als Luft von derselben Temperatur; sein specifisches Gewicht wird bei Angabe des specifischen Gewichtes fester und flüssiger Körper gleich 1 gesetzt. Unter einem Drucke von 760 mm siedet das Wasser bei  $100^\circ \text{C.} = 80^\circ \text{R.} = 212^\circ \text{F.}$  Bei Verminderung des Druckes erniedrigt sich der Siedepunkt, und umgekehrt. So siedet das Wasser bei 2 Atmosphären bei  $121.5^\circ \text{C.}$ , bei 3 Atmosphären bei  $134^\circ \text{C.}$ , bei 4 Atmosphären bei  $144^\circ \text{C.}$  und bei 10 Atmosphären bei  $180^\circ$ . Auf dem Montblanc, wo der mittlere Barometerstand nur 423 mm beträgt, siedet das Wasser schon bei  $84.4^\circ$ , auf dem Brocken bei  $98.2^\circ \text{C.}$  Bei  $0^\circ$  erstarrt das Wasser zu Eis; das Gefrieren des Wassers ist eine Krystallisation, und zwar ist die Krystallform des Eises ein Rhomboëder. Beim Abkühlen zieht sich das Wasser wie andere Flüssigkeiten zusammen, aber abweichend von anderen Flüssigkeiten erfolgt die Zusammenziehung nur bis zur Temperatur von  $+4^\circ \text{C.}$  Bei dieser Temperatur erreicht das Wasser seine grösste Dichtigkeit; wird es noch weiter abgekühlt, so dehnt es sich wieder aus, bis es  $0^\circ$  erreicht und dann gefriert. Erwärmt man Wasser von  $0^\circ$  auf  $4^\circ$ , so findet umgekehrt eine Volumverminderung statt, über  $4^\circ$  findet aber eine gleichmässige Ausdehnung statt und bei  $100^\circ$  verwandelt das Wasser sich in Dampf. Beim Gefrieren des auf  $0^\circ$  abgekühlten Wassers ist die Ausdehnung plötzlich eine viel bedeutendere, etwa um  $\frac{1}{11}$  seines Volums. 1 Volum Wasser von  $0^\circ$  bildet 1.09082 Volumina Eis von derselben Temperatur. Durch dieses Verhalten des Wassers ist bedingt, dass Eis einen grösseren Raum als Wasser von  $0^\circ$  und  $4^\circ$  einnimmt und dass es als specifisch leichterer Körper auf Wasser schwimmt, dass Gefässe, welche mit Wasser vollkommen

gefüllt und fest verschlossen sind, beim Abkühlen auf 0° bersten, und Felsen, deren Spalten mit Wasser gefüllt sind, auseinandergetrieben werden. Das Verhalten des Wassers bei seiner Abkühlung ist auch von grosser Wichtigkeit für den Haushalt der Natur, es ist die Ursache, warum unsere Flüsse, Seen, Teiche im Winter nicht vollständig ausfrieren. Bei dem Abkühlen unserer Gewässer im Winter sinken die oberen abgekühlten und dadurch schwerer gewordenen Schichten zu Boden und machen den leichteren wärmeren Schichten Platz, die nun ebenfalls abgekühlt werden und zu Boden sinken. Dieser Process wiederholt sich so lange, bis die Temperatur des gesammten Wassers auf + 4° abgekühlt ist. Jetzt dehnt sich bei weiterer Abkühlung das Wasser auf der Oberfläche aus, bleibt oben, weil es leichter geworden ist, schützt so die unteren Wasserschichten vor weiterer Abkühlung, bis die Oberfläche gefriert. Das Eis wird zwar nach und nach dicker, aber in einer Tiefe von nur wenigen Fuss hat das Wasser nicht unter 4°. Würde nun die Dichte des Wassers bei der Abkühlung unter 4° gleichmässig zunehmen, so würde auch die ganze Masse gleichmässig bis auf 0° abgekühlt werden, um schliesslich vollkommen zu einer Eismasse zu erstarren, welche durch unsere Sommerwärme nicht geschmolzen werden könnte.

Zur Ermittlung des Volumens und der Dichte des Wassers bei verschiedenen Temperaturen dient die nach Kopp's Untersuchungen berechnete, in dem Folgenden im Auszuge wiedergegebene Tabelle.

Temperatur	Volum (bei + 4° = 1)	Spec. Gewicht (bei + 4° = 1)	Temperatur	Volum (bei + 4° = 1)	Spec. Gewicht (bei + 4° = 1)
0°	1.00012	0.99988	13°	1.00055	0.99945
1	1.00007	0.99993	14	1.00068	0.99932
2	1.00003	0.99997	15	1.00082	0.99918
3	1.00001	0.99999	16	1.00097	0.99903
4	1.00000	1.00000	17	1.00113	0.99887
5	1.00001	0.99999	18	1.00131	0.99869
6	1.00003	0.99997	19	1.00149	0.99851
7	1.00006	0.99994	20	1.00169	0.99831
8	1.00011	0.99989	21	1.00190	0.99810
9	1.00017	0.99983	22	1.00212	0.99789
10	1.00025	0.99975	23	1.00235	0.99766
11	1.00034	0.99966	24	1.00259	0.99742
12	1.00044	0.99956	25	1.00284	0.99717

Das Gewicht von 1 cem Wasser bei + 4° im luftleeren Raume ist die Einheit des deutschen Gewichtes, das Gramm. 1 cem Wasser bei + 4° ist also = 1 g. Das Gewicht eines Cubikcentimeters bei anderer Temperatur erfährt man aus der vorstehend mitgetheilten Tabelle.

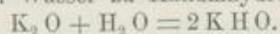
Wie alle flüchtigen Körper verdampft das Wasser auch unterhalb seines Siedepunktes, wo es noch flüssig ist, aber auch im festen Zustande, als Eis, verdampft es. Die Verdampfung findet in umso grösserem Umfange statt, je höher die Temperatur und je geringer die Wasserdampfmenge ist, welche die Atmosphäre bereits aufgenommen hat. Der Wasserdampf übt durch sein Bestreben, sich auszudehnen, einen Druck auf seine Umgebung aus, diesen bezeichnet man als Spannkraft oder Tension des Wasserdampfes und misst ihn, indem man die Höhe der Quecksilbersäule angibt, welche diesem Drucke das Gleichgewicht halten kann. Es beträgt die Tension des Wasserdampfes:

Temperatur	Tension in Millimetern	Temperatur	Tension in Millimetern	Temperatur	Tension in Millimetern
- 20	0.927	+ 20	17.391	+ 65	186.945
- 15	1.400	+ 25	23.550	+ 70	233.093
- 10	2.093	+ 30	31.548	+ 75	288.517
- 5	3.113	+ 35	41.827	+ 80	354.643
- 0	4.600	+ 40	54.906	+ 90	525.392
+ 5	6.534	+ 45	71.391	+ 100	760.000
+ 10	9.165	+ 50	91.982	+ 110	1075.370
+ 15	12.699	+ 55	117.478	+ 120	1491.280
+ 18	15.357	+ 60	148.791	+ 150	3581.230

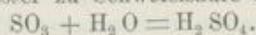
Zum Messen feuchter Gase ist es bekanntlich von grosser Wichtigkeit, die Tension des Wasserdampfes unterhalb des Siedepunktes des Wassers genau zu kennen, um das wirkliche Volum des trockenen Gases zu berechnen (s. Bd. IV, pag. 516).

Das Wasser besitzt weder saure, noch basische Eigenschaften, ist vielmehr ein sogenannter indifferenten Körper. Der galvanische Strom zerlegt es in 2 Volum Wasserstoff und 1 Volum Sauerstoff, welche sich auch durch Einwirkung des elektrischen Funkens zu 2 Volum Wasser vereinigen. Kalium und Natrium zerlegen das Wasser schon bei gewöhnlicher, Eisen erst in höherer Temperatur unter Entwicklung von Wasserstoff.

Unter Hydratwasser versteht man Wasser, welches sich mit den wasserfreien Oxyden oder Säuren zu den sogenannten Hydraten vereinigt hat. Kaliumoxyd vereinigt sich mit dem Wasser zu Kaliumhydroxyd:



Schwefeltrioxyd tritt mit Wasser zu Schwefelsäure zusammen:



Das Hydratwasser bezeichnet man wohl auch als *Constitutionswasser*.

Da nach unseren jetzigen Anschauungen das Wasser von den Hydratwasser enthaltenden Verbindungen nicht als solches, sondern nur die Elemente desselben aufgenommen werden, so ist die Bezeichnung Hydrat- oder Constitutionswasser eigentlich nicht mehr zulässig.

Krystallisirte Verbindungen enthalten oft sehr bedeutende Mengen von Wasser; dieses Wasser bezeichnet man als *Krystallwasser*, da die Krystallform des betreffenden Körpers durch das Wasser bedingt wird und bei Verlust des Wassers verloren geht. Solche Salze, welche ihr Krystallwasser ganz oder theilweise schon an der Luft verlieren, nennt man verwitternde Salze.

Wasser ist das allgemeinste Lösungsmittel, es vermag aber von den verschiedenen löslichen Körpern sehr verschieden grosse Mengen zu lösen; zwischen sehr reichlich und wenig löslichen Körpern gibt es zahlreiche Uebergänge. Auch Flüssigkeiten und Gase lösen sich in Wasser; löst sich eine Flüssigkeit in jedem Verhältniss in Wasser, so sagt man, sie ist mit Wasser mischbar (beziehungsweise nicht mischbar); bei Gasen spricht man nicht von Lösung, sondern meist von einer Absorption durch Wasser (s. Bd. VI, pag. 383).

Ueber reines destillirtes Wasser (*Aqua destillata*) s. Bd. I, pag. 532. Das natürliche Wasser unterscheidet man nach dem Vorkommen, den wesentlichen Bestandtheilen etc. als Regen- und Schneewasser, Brunnenwasser, Quellwasser, Flusswasser, Mineralwasser, Soolwasser und Meerwasser.

Regen- und Schneewasser ist das reinste der natürlich vorkommenden Wasser. Es enthält die Bestandtheile der Luft und des in der Luft vorkommenden Staubes, nämlich Kohlensäure, Sauerstoff, Stickstoff, kohlensaures, salpetrigsaures und salpetersaures Ammon, ferner Chlornatrium, Calciumsalze und Magnesiumsalze, Organismen und Keime soleher.

Die Beschaffenheit des Brunnenwassers ist namentlich abhängig von der Beschaffenheit des Erdreiches, in welchem der Brunnen gegraben wurde, da das durch die Erde sickende Wasser von den löslichen Bestandtheilen des Erdreiches aufnimmt. Desgleichen ist die Beschaffenheit des Quellwassers von der Beschaffenheit des Erdreiches abhängig, aus welchem die Quelle stammt. So gibt es von Erdbestandtheilen ganz freie, aber auch daran sehr reiche Quellwässer. Gelangt das im Inneren der Berge herabfliessende Wasser unter die aufgeschwemmten Schichten der Ebenen und findet sich in diesen Schichten eine für Wasser undurchdringliche Schicht, so verhindert diese das Aufsteigen des Wassers an die Oberfläche; durchbohrt man nun diese Schicht, so wird das Wasser aus dem Bohrloch getrieben, es entsteht ein artesischer Brunnen.

Enthalten die Brunnen- und Quellwässer viel Calcium- und Magnesiumsalze, so bezeichnet man das Wasser als hartes Wasser. Die Härte des Wassers wird

bedingt durch den Gehalt desselben an Calcium- und Magnesiumbicarbonat, sowie an Calciumsulfat. Ein Wasser, welches nur geringe Mengen dieser Salze enthält, bezeichnet man als weiches Wasser. Hartes Wasser eignet sich nicht zum Waschen, weil die vorhandenen Erdalkalisalze mit den Fettsäure-Alkalisalzen der Seife unlösliche Erdalkalisalze der Fettsäuren geben. Beim Kochen trübt sich hartes Wasser in Folge der Zersetzung der Bicarbonate des Calciums und Magnesiums in Kohlensäure und unlösliche Monocarbonate. Man unterscheidet die durch den Gesamtgehalt an Calcium- und Magnesiumsalzen bedingte Härte als Gesamthärte von der bleibenden oder permanenten Härte, welche das gekochte Wasser noch zeigt und auf den Gehalt des Wassers an Nitraten, Chloriden und Sulfaten des Calciums und Magnesiums zurückzuführen ist. Der Unterschied zwischen beiden ist die temporäre Härte, sie drückt eben den Gehalt des Wassers an in Form von Bicarbonaten vorhandenen kohlensauren Salzen des Calciums und Magnesiums aus.

Um den Einfluss zu veranschaulichen, welchen die verschiedenen geognostischen Formationen auf die aus denselben entnommenen Wässer üben, mögen hier die Ergebnisse REICHARDT'S, welche derselbe bei einer Anzahl Wasseranalysen erhalten hat, Platz finden.

100000 Th. Wasser enthielten Th.:

Bei Quellwasser aus der Formation des	Abdampf-Rückstand	Salpetersäure N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Chlor Cl	Schwefelsäure S O <sub>3</sub>	Kalk Ca O	Magnesia Mg O	Reductionsvermögen für K Mn O <sub>4</sub>
Granits . . . . .	a	2.44	—	0.33	0.39	0.97	0.31
	b	7.0	—	0.12	0.34	3.08	0.91
	c	21.0	—	Spur	1.03	4.48	2.10
Melaphyrs . . . . .	16	—	0.84	1.71	6.16	2.25	0.38
Basalts . . . . .	15	—	Spur	0.34	3.16	2.8	0.04
Thonsteinporphyrs . . . . .	2.50	—	—	0.34	0.56	0.18	0.16
Thonschiefers . . . . .	a	12.0	—	0.25	2.4	5.04	0.73
	b	6.0	—	0.88	0.17	0.28	0.36
	c	7.0	Spur	0.20	0.50	0.56	0.18
	d	18.0	Spur	1.06	1.00	4.40	1.08
bunten Sandsteins . . . . .	a	22.50	0.98	0.42	0.88	7.30	4.80
	b	30.00	0.40	0.32	0.34	9.52	0.72
	c	19.00	Spur	0.89	2.75	3.92	2.80
	d	9.00	—	0.75	—	1.00	0.36
Muschelkalks . . . . .	32.50	0.02	0.37	1.37	12.9	2.9	0.14
dolomitischen Kalks . . . . .	41.8	0.23	Spur	3.4	14.0	6.50	0.11
bei einer Gypsquelle . . . . .	236.5	Spur	1.61	110.8	76.6	12.25	Spur

Das Flusswasser enthält die Bestandtheile des Regenwassers und Quellwassers neben grösserer Menge organischer Substanzen, namentlich unterhalb bewohnter Städte. Der Gehalt an Calcium- und Magnesiumsalzen ist geringer als der im Quellwasser, da sich aus dem Flusswasser, ähnlich wie beim Stehen des harten Wassers, beim Fliessen Calcium- und Magnesiumcarbonat ausscheiden. Flusswasser ist daher in der Regel ein weiches Wasser.

Als Mineralwasser bezeichnet man solches Wasser, welches wegen gewisser Bestandtheile zu Heilzwecken benutzt wird. Kommen solche Wässer aus bedeutender Tiefe oder aus vulkanischen Gegenden, so haben sie eine höhere Temperatur und heissen dann Thermen oder Thermalwässer (Karlsbad, Wiesbaden, Vichy). Haben die Mineralwässer ihren Ursprung im Innern der Erde, wo Kohlensäure in reichlicher Menge vorhanden ist, so absorbiren sie dieselbe in reichlichem Maasse, können sie aber beim Aufsteigen, bei Verminderung des Druckes nicht zurückhalten und perlen in Folge dessen, sobald sie an die Oberfläche treten. Nach den Bestandtheilen, wegen der die Mineralwässer Anwendung finden, unterscheidet man Sauerlinge, d. h. kalte, an Kohlensäure reiche, an Mineralbestandtheilen arme Wässer, alkalische Sauerlinge, welche neben freier Kohlensäure grössere Mengen von Natriumbicarbonat enthalten, alkalisch-muriatische Sauer-

linge, welche ausser Natriumbicarbonat noch Kochsalz enthalten, alkalisch-erdige Säuerlinge, welche neben kohlensauren alkalischen Erden kohlensaure Alkalien enthalten; Stahl- oder Eisensäuerlinge enthalten Ferrobicarbonat, Bitterwasser Magnesiumsulfat, Chlormagnesium, Schwefelwasser neben Schwefelwasserstoff leicht zersetzbare Schwefelverbindungen der Alkalien.

An Kochsalz reiche Wässer, aus welchen man Kochsalz gewinnt, heissen Salzsoolen, welche bisweilen auch nennenswerthe Mengen Brom- und Jodverbindungen enthalten, die nach Ausscheidung des grössten Theiles des Kochsalzes in den Mutterlaugen, beziehungsweise in den daraus gewonnenen Salzen verbleiben. Indifferenten Wässer heissen solche Quellen, deren Gehalt an löslichen Salzen nur sehr gering ist, und die nur ihrer hohen Temperatur halber als Heilmittel Verwendung finden (Pfäfers, Gastein).

Das Meerwasser enthält circa 3.5 Procent Salze, worunter den grössten Theil, nämlich 2.7 Procent, das Kochsalz ausmacht, der Rest wird aus Brom-, Jod- und Chlorverbindungen der Alkalien und alkalischen Erden gebildet. Die Binnenmeere, wie Ostsee und Schwarzes Meer, besitzen einen etwas geringeren Salzgehalt als das Weltmeer.

H. Beckurts.

**Wasser (Bestimmung).** Die Bestimmung des Wassergehaltes ist eine sehr häufig vorkommende und sehr wichtige Aufgabe der quantitativen Analyse. Die Ausführung geschieht entweder indirect aus dem Gewichtsverlust, welchen die Substanz beim Trocknen oder Glühen erleidet, oder direct durch Wägung des Wassers.

Am häufigsten bestimmt man das Wasser aus dem Gewichtsverlust, und zwar nach den folgenden Methoden. Lässt die Substanz sich glühen, ohne ausser Wasser anderweite Bestandtheile zu verlieren und ohne Sauerstoff aufzunehmen, so glüht man eine abgewogene Menge derselben im Porzellan- oder Platintiegel bei anfangs gelinder, allmählig verstärkter Hitze, bringt den Tiegel noch warm in den Exsiccator, lässt erkalten und wägt. Man glüht nochmals, wägt nach dem Erkalten wiederum und wiederholt diese Operationen so lange, bis die beiden letzten Wägungen übereinstimmende Zahlen geben. Der Gewichtsverlust entspricht dem vorhandenen Wasser. Körper, wie z. B. manche Silicate, verlieren ihr Wasser erst in Gelbgluth vollständig, sind daher über dem Gasgebläse zu glühen. Verliert der Körper beim Glühen anderweite Substanzen, so darf man dieselben nur bei solcher Temperatur erhitzen, bei welcher eine anderweite Zersetzung desselben nicht stattfindet. Man erhitzt in diesem Falle die Substanz in einem Luftbade, dessen Temperatur durch ein Thermometer jeder Zeit genau bestimmt werden kann, so lange, bis ebenfalls zwei aufeinanderfolgende Wägungen übereinstimmen. Wenn aber durch ein solches gelinderes Erhitzen das Wasser sich nicht austreiben lässt, so kann man eventuell eine Wasserbestimmung in der Weise ausführen, dass man das Glühen unter Zusatz einer Substanz ausführt, welche den oder die anderen sich verflüchtigen Bestandtheile bindet. So lässt sich z. B. der Gehalt an Wasser in dem käuflichen Jod ermitteln dadurch, dass man dasselbe mit der etwa 8fachen Menge Quecksilber zusammenreibt und dann bei 100° trocknet. Enthält der Körper auf verschiedene Weise gebundenes Wasser, welches sich sonach auch bei verschiedenen Temperaturen verflüchtigt, so muss man zuerst bei 100° im Trockenschranke erhitzen, bis keine Gewichtsabnahme mehr stattfindet, bei 150°, 200° und 250° erwärmen und zuletzt über der Flamme glühen. In solchen Körpern, welche beim Erhitzen Sauerstoff aufnehmen (Eisenoxydul), bestimmt man den Wassergehalt am besten auf directem Wege.

Zur Bestimmung des Wassers auf directem Wege durch Wägung desselben erhitzt man die Substanz, deren Wassergehalt ermittelt werden soll, in einer Kugelhöhre von schwer schmelzbarem Glase, während ein langsamer Strom zuvor durch concentrirte Schwefelsäure und Chlorcalcium entwässerte Luft durch dieselbe streicht. Das entweichende Wasser wird in einer mit scharf getrocknetem Chlor-

calcium gefüllten und zuvor genau gewogenen Kugelhöhre aufgefangen. Ist alles Wasser ausgetrieben, so lässt man die Luft noch bis zum Erkalten der Kugelhöhre langsam durch den Apparat gehen, nimmt diesen dann auseinander und wägt das Chlorcalciumrohr wieder. Seine Gewichtszunahme gibt die Menge des vorhandenen Wassers an. An Stelle der aus einem Gasometer austretenden Luft zum Fortführen und Verdrängen des Wasserdampfes aus der Röhre kann man auch die beim Erhitzen von kohlensaurem Blei entweichende Kohlensäure benutzen, wenn man die Substanz nebst Bleicarbonat in einer trockenen Röhre erhitzt und dieselbe mit einer genau gewogenen Chlorcalciumröhre verbindet. Man wendet diese Art der Ausführung dann an, wenn es erforderlich ist, eine Säure, welche sich mit dem Wasserdampf verflüchtigen würde, zurückzuhalten. Selbstverständlich kann auf diesem directen Wege nur in solchen Substanzen das Wasser bestimmt werden, wenn die neben Wasser entweichenden Körper sich nicht auch ganz oder theilweise in der Chlorcalciumröhre verdichten.

H. Beckurts.

**Wasser (Reinigungsmethoden).** Die Reinigung von Wässern kann je nach der Verunreinigung, beziehentlich der beabsichtigten Verwendung derselben im gereinigten Zustande auf mechanischem oder chemischem Wege oder nach einem auf diesen beiden Grundlagen zugleich beruhenden Verfahren geschehen.

Die vornehmste Aufgabe der Filtration eines Wassers für Genusszwecke ist die Entfernung von Infectionsstoffen, welche der Mehrzahl nach in Bakterien bestehen. Es ist daher die Leistungsfähigkeit eines Wasserfilters im Wesentlichen darnach zu beurtheilen, was es in der Abhaltung der im Wasser vorhandenen Bakterien zu leisten vermag. Eine Unterscheidung in pathogene und nichtpathogene Bakterienarten kommt hierbei zunächst nicht in Betracht, da kein Grund vorliegt, anzunehmen, dass ein Filter, welches nichtpathogene Arten durchgehen lässt, pathogene Arten völlig zurückhalten werde, wohl aber ist anzunehmen, dass ein Filter, welches alle übrigen Bakterien zurückhält, auch gegen die Infectionsstoffe einen sicheren Schutz gewährt. Der qualitative und quantitative Nachweis von Bakterien im filtrirten Wasser erfolgt nach den pag. 374 ff. angegebenen Methoden.

Es hat sich ergeben, dass alle die verschiedenen Filtrirapparate für Trinkwasser, welche genügend viel Wasser zu liefern vermögen, keineswegs keimdicht sind, ja sogar Brutstätten für Bakterien abzugeben vermögen.

Eine Anzahl Apparate, welche wegen geringer Lieferung von filtrirtem Wasser praktischen Zwecken kaum genügen, liefern zwar anfangs eine Zeit lang völlig keimfreies Wasser, aber nach einiger Zeit treten doch auch Keime im filtrirten Wasser auf. Es besteht die Vermuthung, dass die Erscheinung des später erfolgenden Durchganges von Bakterien nicht auf ein Durchschlüpfen von Bakterien oder Sporen durch die Poren des Filters, sondern auf Durchwachsen des Filterkörpers zurückzuführen ist, indem die äusserst feinen Keimschläuche auf gewundenen Wegen vorzudringen im Stande sind.

Auch die aus Kies und Sand bestehenden Wasserfilter der Wasserversorgungsanlagen grosser Städte sind im Punkte der Keimdichtigkeit nicht völlig zuverlässig, doch bietet eine gute centrale Wasserleitung deshalb grosse Vorzüge, weil deren Ueberwachung eine stetige und zuverlässige ist und in den Händen von sachverständigen Personen liegt, während die Behandlung der Hausfilter in weniger aufmerksamer Weise erfolgt, so dass dieselben z. B. bereits ein schlechtes Wasser liefern können und doch noch als wirksam angesehen werden.

In nachstehender Beschreibung sind nur die bekannteren der Hauswasserfilter erwähnt, von denen es eine sehr grosse Anzahl in den verschiedenartigsten Abänderungen gibt.

Das Filter CHAMBERLAND (System PASTEUR) besteht aus einer 20 cm langen, 25 mm im Durchmesser haltenden, einseitig geschlossenen und an dem anderen

Ende verjüngten Röhre aus gebranntem unglasirtem Porzellan von 4—5 mm Wandstärke. Diese sogenannten Filterkerzen werden, einzeln oder zu Batterien vereinigt, in der Weise in Gebrauch gezogen, dass das Wasser die Röhre von aussen bespült und in ihrem Inneren sich das filtrirte Wasser ansammelt. Entweder wird diese Filterkerze mit einem Metallmantel umgeben, damit verschraubt und mit der Wasserleitung in Verbindung gebracht, so dass die Filtration unter dem Drucke der Wasserleitung von Statten geht, wobei täglich von einer Filterkerze 40—50 l Wasser geliefert werden, oder die Filterkerze wird, ohne Metallmantel, vermittelst Gummischlauch zu mehreren mit einem Querstück verbunden und diese Batterie in ein Gefäss mit Wasser untergetaucht. Nachdem sich der Innenraum gefüllt hat, wird durch Senken des Gummischlauches durch Heberwirkung das filtrirte Wasser erhalten; das Abfliessen geschieht in diesem Falle langsamer als im vorigen, indem von einer Filterkerze nur einige Liter täglich geliefert werden.

Durch Abwaschen eines an der äusseren Wand der Filterkerze sich ansetzenden, schleimigen Niederschlages mittelst der Bürste, oder durch Auskochen oder Ausglühen nach längerer Zeit, wird eine Reinigung der Filterkerzen bewirkt.

Dem Filter von CHAMBERLAND ähnlich ist das Filter von MAILLÉ, bei welchem jedoch das filtrirende Wasser seinen Weg aus dem Innern der Röhre nach aussen nimmt. Aus diesem Grunde ist eine Reinigung viel weniger leicht möglich.

OLSCHESKY'S Filtrirkörper „Hygiea“ besteht aus einem länglichrunden hohlen Körper aus einer hart gebrannten porösen Thonmasse, der entweder in ein Gefäss voll Wasser eingelegt oder, nachdem ein Metallmantel umgelegt worden ist, mit der Wasserleitung direct verbunden wird. Die Anwendung ist also dieselbe, wie bei dem Filter von CHAMBERLAND; durch einen Gummischlauch fliesst das filtrirte Wasser ab. Der Filtrirkörper wird nach einigem Gebrauch durch einstündiges Verweilen in siedendem Wasser oder nach längerer Zeit durch Ausglühen gereinigt.

Bei dem Mikromembranfilter von BREYER dient Asbest in feinsten Vertheilung als Filtermaterial. Die Unterlage für den Asbest bildet ein auf einem Metallrahmen befestigtes, höchst feines Sieb von vernickeltem Messingdrahtnetz, auf welches der feinst gemahlene, in Wasser aufgeschlämmte Asbest gebracht wird. Zwei solcher Asbest-Drahtnetzplatten werden mit der Asbestseite nach Aussen auf einen Rahmen aufgeschraubt und bilden so ein Filtrirelement. Das Ganze ist zum Schutze der Asbestschicht mit einem Metallmantel umgeben und wird zum Gebrauche an die Wasserleitung geschraubt. Das zu filtrirende Wasser durchläuft die Mikromembran von der Seite des Asbestes her. Die höchst feinen Asbestnadelchen, die für dieses Filter in Gebrauch kommen, nennt BREYER „Mikrolithen“. Das grösste Filter, welches BREYER fertigt, ist 2 m hoch, 1 m breit und liefert (aus fünf solchen Elementen bestehend) in der Stunde 250—500 l Wasser für industrielle Zwecke.

PIEFKE verwendet zu seinem Filter Scheiben von Asbestpapier, welche auf ein System von Kammern beiderseitig durch Anpressen befestigt werden.

Das Filter von MIGNEN besteht aus einem durchlöchernten Thongefäss, über welches ein sehr engmaschiges Asbestgewebe befestigt ist; auf dem Asbestgewebe ist eine Schicht Holzkohlepulver in der Weise angebracht, dass man die Holzkohle mit Kalkmilch kocht und den Brei auf den Asbest bringt, wodurch nach dem Abfließen der Flüssigkeit eine dünne Schicht Kohle und Kalk (daher der Name Carbo Calcis) den Asbest überzieht. Hierauf folgt nach aussen eine Schicht grobkörniger, vom Calciumphosphat befreiter Knochenkohle.

Die in verschiedener Form und Anordnung hergestellten Kohlenfilter bestehen aus Holzkohle, Knochenkohle, Blutkohle oder sogenannter plastischer Kohle. Die letztere wird in der Weise hergestellt, dass ein Gemisch aus Holzkohle und Knochenkohle, Sägespänen, Steinkohlentheer oder Asphalt in Formen die gewünschte Gestalt bekommt; bei dem hierauf folgenden Erhitzen verkohlt die

organische Substanz, und die Kohle bleibt feinst vertheilt als sehr poröse Masse zurück.

Noch viele andere Stoffe sind in gleicher Weise als Filtrirmaterialien benützt worden, so z. B. mit Wasserglas behandelte Kohle (Silicated carbon), Sandstein, Kieselguhr, Mangansuperoxyd, Eisenschwamm (bei der Reduction von Eisenoxyd mittelst Kohlenoxyd bei nicht zu heller Glühhitze als graue schwammige Masse erhaltenes metallisches Eisen), Kohlenpapier (mit Kohle gemischtes, dickes Filtrirpapier) u. s. w.

Die Sandfilter für die Filtration des Wassers im Grossen, also für die Wasserversorgung von Städten, bestehen aus mehreren (5—6) je 20 cm hohen Schichten verschieden grosser Steine bis zum feinsten Sand. Die Grösse der Steine, Steinchen und des Sandes ist so gewählt, dass die obenliegenden nicht in die Zwischenräume der darunter liegenden fallen können. Es dient also jede Schicht nur der darüberliegenden als Unterlage; die oberste Schicht feinsten Sandes bildet die Unterlage für den aus dem Wasser sich darauf ablagernden feinsten Schlamm, welcher erst das wirkliche Filtrirmaterial darstellt. Daher kommt es, dass die Sandfilter ihre grösste Wirksamkeit (Keimdichtigkeit) erst erlangen, wenn sich eine genügend dicke Schicht Schlamm abgesetzt hat.

Diesen Sandfilteranlagen vollständig an die Seite zu stellen ist die künstliche Beschaffung von Grundwasser, welche dadurch erreicht wird, dass der natürliche Erdboden selbst an Stellen, wo sich unter ihm Grundwasserzüge befinden, als Filter benützt wird. Zu dem Zwecke wird der Boden mit Bäumen bepflanzt oder mit Rasen versehen und aus einem Flusslauf reichlich überschwemmt. Das Wasser sickert durch die Erdschichten, wobei es filtrirt wird; an geeigneten Stellen ist das Grundwasser in vermehrter Menge zu entnehmen.

Dem Betriebe der Wasserversorgungsanlagen stellen sich mitunter Schwierigkeiten in den Weg. Wenn z. B. das Wasser sehr weich ist, so löst es aus den für die Hausleitungen gewöhnlich verwendeten Bleiröhren Blei auf. Diesem Uebelstande ist im Grossen (Dessau) mit Erfolg dadurch abgeholfen worden, dass dem Wasser, bevor es von der Pumpe aufgenommen wird, um in das Reservoir befördert zu werden, gewisse Mengen von Calciumcarbonat in Form von feinst gepulvertem Kalkspath zugesetzt werden. Das auf diese Weise künstlich „hart“ gemachte Wasser greift erfahrungsgemäss die Bleiröhren nicht mehr an.

Ein verhältnissmässig viel Eisenoxydulcarbonat enthaltendes Wasser bewirkt ebenfalls Störungen im Betrieb, indem sich das Wasser im Reservoir trübt; dieser hohe Eisengehalt wird dadurch beseitigt, dass man das Wasser, bevor es in das Reservoir kommt, aus einer Brause in Form eines Regens ausströmen lässt (Charlottenburg). Durch die hierbei stattfindende Aufnahme von Luftsauerstoff wird die Abscheidung von Eisenoxydhydrat beschleunigt. Auf gleiche Weise wird ein Schwefelwasserstoffgehalt des Wassers entfernt (Charlottenburg).

Für grosse Städte ist die Beseitigung der Abfallstoffe oft eine grosse Schwierigkeit. Wenn die Abfuhr der menschlichen Abfallstoffe nicht direct geschieht, indem dieselben in Gruben oder Tonnen aufgesammelt werden (eine hygienisch wegen der langdauernden Aufspeicherung solcher leicht zersetzlicher Stoffe inmitten der bewohnten Städte höchst bedenkliche Methode), sondern deren Entfernung mittelst der Schwemmcanalisation (s. d. Bd. IX, pag. 169) stattfindet, können in diesem letzteren Falle zwei Methoden zur schliesslichen Beseitigung in Anwendung kommen. Die eine, wo es die örtlichen Verhältnisse zulassen, am meisten zu empfehlende Methode ist die Berieselung (s. d. Bd. VIII, pag. 581); die andere Art der Beseitigung besteht in dem Ablassen der Abgänge in die Flussläufe. Diese letztere Methode bedingt grosse Uebelstände, wenn grossen Städten zu diesem Zwecke nur kleine Wasserläufe zur Verfügung stehen oder wenn diese langsam fliessen, beziehungsweise durch Stauung — Flutherscheinungen — bei Flüssen nahe an ihrer Mündung, z. B. Themse für London,

am baldigen Abfluss gehindert sind. Wenn die Flussläufe reichlich Wasser führen und dabei noch schnell fließen (z. B. Isar für München) ist in der sogenannten „Selbstreinigung der Flüsse“ ein treffliches Mittel zur raschen Zerstörung (Oxydation) der organischen Bestandtheile vorhanden.

Für gewisse technische Betriebe kann eine Reinigung des Wassers in Frage kommen. Für die Verwendung eines Wasser als Kesselspeisewasser kommt hauptsächlich die Frage nach dessen Gehalt an die Härte bedingenden Salzen (Calcium- und Magnesiumsalzen), wie überhaupt dessen unorganischen Stoffen in Betracht. Ueber die zur Verhütung der Ablagerung von Kesselstein brauchbaren Mittel s. Bd. V, pag. 664.

Zur Reinigung der mit stickstoffhaltigen organischen Stoffen beladenen Schmutzwässer, städtischen Abgangswässer, Abfallwässer aus gewissen Industrien sind eine grosse Anzahl chemischer Fällungsmittel vorgeschlagen worden. Die Wirkungsweise aller dieser chemischen Fällungsmittel beruht darauf, dass dieselben durch Zusatz zu den Schmutzwässern entweder unter sich oder mit Bestandtheilen der Schmutzwässer unlösliche Verbindungen eingehen, welche zu Boden fallen und hierbei die aufgeschwemmten Schlammstoffe der Schmutzwässer mit niederreißen (Sedimentir-Verfahren, Abklärung, Präcipitations-Methode).

Die Methoden zur Reinigung der Abfallwässer der chemischen Industrie sind ebenso zahlreich, wie diese selbst und müssen in jedem einzelnen Falle genau den durch Analyse zu ermittelnden Bestandtheilen des Abfallwassers angepasst sein. Die weiteste Anwendung zu solchen Zwecken findet der Kalk; derselbe stumpft freie Säuren ab; seine klärende Wirkung ist darauf zurückzuführen, dass der Kalk mit dem in Schmutzwässern vorhandenen gelösten Calciumcarbonat, ferner mit der freien und der an Alkalien gebundenen Kohlensäure sich zu einfach kohlen-saurem Kalk verbindet. Indem derselbe als unlöslicher Körper zu Boden fällt, reisst er die schwebenden Theilchen mit nieder.

Vielfache Verwendung neben dem Kalk finden Eisensalze (Eisenvitriol, Eisenchlorid) und Thonerdesalze (Aluminiumsulfat, Alaun). Die entstehenden Verbindungen: Eisenoxydulhydrat, beziehungsweise Thonerdeoxyhydrat unterstützen die mechanische Ausfällung der Schlammtheile. Gleichzeitig wird durch das Eisenoxydulhydrat der Schwefelwasserstoff gebunden.

Dem Kalk in der Wirkung ganz gleich zu achten ist das Magnesiumoxydhydrat, welches sich bildet, wenn Kalk mit Chlormagnesium gemischt wird.

Der Zusatz von Gyps bewirkt eine Umsetzung des in Schmutzwässern als Zersetzungsproduct vorhandenen (flüchtigen) Ammoniumcarbonats in das (nicht-flüchtige) Ammoniumsulfat, gleichzeitig geht der Gyps in Calciumcarbonat über. Als Fällungsmittel für Ammoniak hat man ferner den Zusatz von löslicher Phosphorsäure, Magnesiumsalzen und Kalkmilch versucht, indem man annahm, dass sich unlösliches phosphorsaures Ammonium-Magnesium bilde. In der grossen Verdünnung, in der sich das Ammoniak in solchen Schmutzwässern jedoch vorfindet, wird es durch diese Mittel nicht oder nur in geringer Menge gefällt. Die für die Reinigung von Abwässern maassgebenden Gesichtspunkte sind bereits Bd. I, pag. 13 niedergelegt; die zu diesem Zwecke verwendeten Stoffe sind zahlreich, im Nachstehenden sollen nur einige der bekannteren Zusammensetzungen erwähnt werden.

Alaun, Blut, Kohle und Thon (Alum, Blood und Charcoal oder Clay, woher der Name A-B-C-Process), wozu noch Magnesiumsalze, Eisenvitriol, Aluminiumsulfat kommen (nach SILLAR und WIGNER).

SÜVERN'sche Masse: Kalk, Chlormagnesium und Theer.

Kalk und überschüssiges Magnesiumcarbonat nach OPPERMANN; durch Umsetzung entsteht Magnesiumoxydhydrat, das nicht zersetzend und lösend auf Eiweissstoffe einwirkt, wie es der Kalk thut.

LENK's Fällungsmittel: Aluminiumsulfat, Zinkchlorid und Soda.

Fällung mit Aluminiumsulfat und Natriumaluminat (nach MAXWELL LYTE). Bei diesem Verfahren wird jegliche alkalische Beschaffenheit des Wassers ver-

mieden, auch erlangt das gereinigte Wasser nicht wie bei Anwendung von Alaun und Kalk, wobei sich Gyps bildet, eine grosse Härte.

Das Fällungsmittel von NAHNSEN-MÜLLER besteht aus Aluminiumsulfat und löslicher Kieselsäure (aufgeschlossenem Thon, beziehungsweise Abfall bei der Alaunfabrikation) und aus Kalkmilch. Der entstehende Niederschlag setzt sich, wahrscheinlich in Folge der Bildung eines specifisch schweren, unlöslichen Kalkthonerde-Silicates rasch ab. Ein Zusatz von Thomasschlackenmehl hat eine noch stärkere fällende Wirkung auf Stickstoffsubstanzen.

Diesen chemischen Reinigungsverfahren sind noch die mechanisch wirkenden anzureihen, von denen als die bekannteren folgende zu nennen sind:

Das Verfahren von ROECKNER-ROTHE, dasjenige von ALEX. MÜLLER, von HULWA u. A.

Mit diesen Verfahren wird häufig, wenn gleichzeitig Fäcalien zu beseitigen sind, noch eine besondere Desinfection vereinigt; siehe hierüber Bd. III, pag. 437.

Literatur: König, Die Verunreinigung der Gewässer, deren schädliche Folgen, nebst Mitteln zur Reinigung der Schmutzwässer. 1887. A. Schneider.

**Wasser (Untersuchung).** Untersuchungen von Wasser werden in hygienischem und technischem Interesse veranlasst. Betrachten wir zunächst die Untersuchungen, welche im hygienischen Interesse verlangt werden.

Das Wasser der Brunnen und Quellen besteht im Wesentlichen aus den atmosphärischen Niederschlägen, welche den Boden bis zu einer meist schon in geringer Tiefe vorhandenen, für Wasser undurchdringlichen Erdschicht, am häufigsten bis zu einer Thonlage durchdringen, verunreinigt mit allen löslichen oder durch fermentative Prozesse löslich gewordenen Stoffen, welche dem Boden direct als Schmutz- und Küchenwasser, wie als flüssiger Inhalt undichter Senkgruben oder als Dünger übergeben werden. In welchem Grade diese Abfallstoffe das Wasser verunreinigen, hängt von der Beschaffenheit des Bodens ab, ob fein- oder grobkörnig, kalkhaltig oder thonig, leicht oder schwer durchlässig, ferner auch von der Höhe der zu durchsickernden Schicht, der Temperatur und Häufigkeit der Niederschläge. Sehr verschieden ist auch die sanitär so wichtige Nitrificationsfähigkeit des Bodens. Ein gut nitirender Boden macht toxische Faulflüssigkeiten unschädlich, während einem schlecht nitirenden Boden diese Eigenschaft fehlt; ist aber die Menge der Fäulnisstoffe eine zu grosse, so versagt auch ein gut nitirender Boden seine Wirkung. Die von dem Boden aufgenommenen organischen Substanzen können entweder als solche oder in Form von Zersetzungsproducten, als salpetrige Säure, Salpetersäure oder Ammoniak in das Wasser gelangen. Jede solche Beimischung macht das Wasser eventuell aus sanitären Gründen für den Gebrauch untauglich. Deshalb ist schon von jeher die chemische Beschaffenheit des Wassers als einer der wichtigsten Factoren für den Gesundheitszustand der Menschen der betreffenden Oertlichkeit angesehen worden. Wenn nun die Beschaffenheit eines Wassers sich durch das Fehlen oder Vorhandensein bestimmter Stoffe charakterisirte, dann genügte der qualitative Nachweis dieser und die Untersuchung wäre eine einfache. Dies könnte aber nur dann der Fall sein, wenn man gewisse Stoffe, die in dem Wasser vorkommen, als Infectionsubstanzen von Krankheiten ansehen dürfte. Die Aufsuchung solcher, welche man immer mehr als Ursache epidemischer Krankheiten kennen lernt, hat sich die moderne Trinkwasseranalyse als ihr letztes Ziel gesteckt. Man kann sich diese als nicht organisirte Gebilde denken — ich erinnere in dieser Beziehung nur an die von BRIEGER und Anderen unter den Producten der Fäulnis von Proteinsubstanzen aufgefundenen organischen Basen (Ptomaine), an deren directen Nachweis im Trinkwasser aber wohl noch nicht gedacht werden kann, — oder als organisirte Gebilde, deren Nachweis alsdann der bacteriologischen und mikroskopischen Untersuchung zufällt. Aber auch ohne die inficirenden Stoffe selbst nachweisen zu können, versucht die chemische Analyse durch Reactionen festzustellen, ob ein Wasser gesundheits-schädlich ist oder nicht. Viele nehmen an, dass die Infectionskeime hauptsächlich

aus mit excrementiellen Stoffen verunreinigtem Boden, respective aus Abzugscanälen, Gruben etc. in das Wasser gelangen, und dass ein Wasser daher umso gefährlicher sei, je mehr solcher für die sogenannte „Stadtlauge“ charakteristischer Bestandtheile (wie Kochsalz, Schwefelsäure, Kalk, Magnesia) sich darin finden. Andere nehmen an, dass die schädliche Wirkung des Trinkwassers auf fermentative Prozesse im Wasser selbst oder in dem den Brunnen umgebenden Boden beruhe. Zu solchen Processen sind aber gewisse organische Stoffe erforderlich, die geeignet sind, als Nährmaterial der Fermente zu dienen, und die je nach ihrer Menge die Vermehrungsfähigkeit der Fermente bedingen. Alsdann lässt sich entweder die Disposition für fermentative Vorgänge dadurch bestimmen, dass die in dem Wasser vorhandenen, zu Fermentwirkungen geeigneten Stoffe nach ihrer Menge bestimmt werden, oder aber man kann gewisse constante Producte jener fermentativen Prozesse aufzufinden suchen, die als charakteristische Symptome derselben gelten dürfen.

Als zu Fermentwirkungen besonders geeignete organische Stoffe sieht man die an, welche leicht zersetzlich sind, energisch Sauerstoff absorbiren und reducirend wirken. Als charakteristische Symptome vorhandener oder abgelaufener fermentativer Prozesse betrachtet man Ammoniak, salpetrige Säure, Salpetersäure und Kohlensäure, welche ihren Ursprung ganz oder theilweise der fortschreitenden Zersetzung organischer Substanzen verdanken, ferner die Menge von Sauerstoff, welche von den in Zersetzung befindlichen organischen Substanzen verbraucht wird.

Deshalb führt man bei der Wasseruntersuchung im hygienischen Interesse ausser der mikroskopischen und bacteriologischen Untersuchung noch eine chemische, respective chemisch-physikalische Untersuchung aus, welche alle auf verschiedenen Wegen dasselbe, eine Orientirung über die Tauglichkeit des Wassers zu erreichen suchen.

Die chemische Analyse, welcher wir uns zunächst zuwenden wollen, hat nicht nur den Zweck, die Stoffe zu präcisiren, welche für verdächtig angesehen werden müssen, sie hat auch, da jene Stoffe theilweise in geringer Menge in jedem Wasser vorkommen, die Grenzwerte zu bestimmen, bis zu welchen selbst jene verdächtigen Stoffe in jedem Wasser enthalten sein können, ohne das Wasser als ein gefährliches erscheinen zu lassen. Die chemische Prüfung erstreckt sich zunächst auf eine Vorprüfung, welche Temperatur, Geruch, Geschmack, Reaction, Farbe und Klarheit des Wassers ermittelt, dann auf die Bestimmung der organischen Substanzen, besonders der leicht zersetzlichen organischen Substanzen, die im Stande sind, Fermentwirkungen zu unterstützen, und endlich auf eine Bestimmung derjenigen Körper, welche als Symptome fermentativer Prozesse angesehen werden können. Die Grenzzahlen, bis zu welchen das Wasser solche Stoffe enthalten darf, sind auf Grund zahlreicher Untersuchungen festgestellt. Ebenso ermangelt es nicht an genügend zuverlässigen Methoden zur Bestimmung jener Stoffe. Die Bestimmung des in dem Wasser gelösten Sauerstoffes ist erst in neuerer Zeit als Mittel zur Bestimmung der Brauchbarkeit des Wassers zur Ausführung gekommen. Die Menge der vom Wasser unter dem gewöhnlichen atmosphärischen Drucke aufgenommenen Luft ist eine ganz bestimmte. Nun ist aber der Sauerstoff der Atmosphäre bedeutend reichlicher in Wasser löslich, als der Stickstoff; die im Wasser aufgelöste Luft enthält auf 34.09 Sauerstoff nur 65.09 Stickstoff. Aendert sich nun dieses Verhältniss wesentlich, nimmt der Sauerstoff ab, der Stickstoff zu, so müssen Veränderungen eingetreten sein, welche mit der sonstigen Beschaffenheit des Wassers im engen Zusammenhange stehen. Eine solche Veränderung kann durch in Fäulniss und Verwesung befindliche organische Substanz herbeigeführt sein; da zum Eintritt derselben Sauerstoff verbraucht wird, so muss der Sauerstoffgehalt in den gelösten Gasen abnehmen oder ganz verschwinden, je nachdem der Gehalt an organischen Substanzen grösser oder kleiner ist.

Der mikroskopischen und bacteriologischen Untersuchung fällt der Nachweis organisirter Gebilde zu, welche man in der Neuzeit immer mehr

als Ursache epidemisch auftretender Krankheiten kennen gelernt hat. Es genügt in dieser Beziehung nicht immer eine einmalige Untersuchung, zweckmässig lässt man die vorhandenen Keime erst zur weiteren Entwicklung kommen und untersucht sie auf dem Höhepunkte dieser der Untersuchung. Man stellte mit dem Wasser Culturversuche an, meist unter Zusatz von Nährlösung.

Sehr oft lässt die einmalige Untersuchung eines Brunnenwassers noch keine weitergehenden Schlüsse für die Beurtheilung desselben als Trinkwasser zu, da die Zusammensetzung von Brunnenwasser oft zu verschiedenen Zeiten eine sehr wechselnde ist. Temperatur, Regentage, Häufigkeit des Gebrauchs spielen, ganz abgesehen von den oft temporären Zuflüssen aus Aborten etc., eine grosse Rolle. Die Fälle, dass sonst gute Brunnen langsam oder plötzlich eine bedeutende und bedenkliche Verschlechterung erfahren, stehen ebenso wenig vereinzelt da, wie die Thatsache, dass auch das Wasser schlechter Brunnen sich allmählig wieder bessern kann.

#### Chemische Untersuchung.

Zur Entnahme der Proben dienen gereinigte Glasflaschen mit eingeschliffenen Glasstöpseln oder mit zuvor mit Paraffin überzogenen Korkstopfen. Diese werden beim Füllen in das zu untersuchende Wasser eingetaucht, wobei die staubige Oberfläche oder trüber Untergrund zu vermeiden ist. Bei Brunnenwässern lässt man das zunächst auslaufende, längere Zeit in den Röhren gestandene Wasser fort. Vor endgiltiger Füllung werden die Flaschen mehrmals mit dem zu untersuchenden Wasser umgeschwenkt. Bei längerer Aufbewahrung finden in dem Wasser fermentative Prozesse weiter statt, im Verlaufe welcher Ammoniak und salpetrige Säure in Salpetersäure verwandelt werden, weshalb man Wasser möglichst bald nach der Probenahme untersuchen muss, um ein richtiges Bild von der Zusammensetzung desselben zu erhalten. Um dieses aufzuheben, lässt E. SALKOWSKI das Wasser mit wenig Chloroform schütteln, worauf es zur Erzielung richtiger Resultate nicht erforderlich ist, dasselbe sofort nach der Probenahme zu untersuchen.

#### Qualitative Prüfung.

Die Farbe erkennt man am besten im Wasser, wenn man mit demselben einen 70 cm langen und etwa 20 mm weiten Glaseylinder (Glasröhre) von farblosem Glase füllt, und von oben hinab durch die Wasserschicht auf ein untergelegtes Blatt weisses Papier sieht. In zweifelhaften Fällen stellt man neben diesen einen gleich grossen, welcher mit klarem destillirtem Wasser gefällt ist.

Auf Geruch prüft man Wasser durch Erwärmen von 200 ccm in einer weithalsigen Flasche auf 40—50° (Schwefelwasserstoffgeruch, Leuchtgasgeruch, fauliger Geruch).

Den Geschmack ermittelt man in der Regel nach dem Erwärmen auf 18—20°; an Kohlensäure armes Wasser besitzt einen faden Geschmack.

Die Reaction stellt man mittelst empfindlichem Lackmus- oder Curcumpapier fest, welches man 10 Minuten in dem Wasser liegen lässt; Gegenreaction mit destillirtem Wasser ist zweckmässig.

Auf Kohlensäure prüft man das in einer verschliessbaren Flasche befindliche Wasser mit Kalkwasser (weisse Trübung oder Niederschlag von Calciumcarbonat).

Schwefelsäure erkennt man in der mit Salzsäure angesäuerten Flüssigkeit an weisser Trübung auf Zusatz von Baryumchlorid; Chlorwasserstoff an Trübung oder käsigen Niederschlag auf Zusatz von Silbernitrat zu dem mit Salpetersäure angesäuerten Wasser.

Zur Erkennung von salpetriger Säure dienen die folgenden Reactionen: 1. Zusatz von verdünnter Schwefelsäure und Jodzink-Stärkelösung zu 100 ccm Wasser (Blaufärbung), 2. Zusatz von 1—2 ccm verdünnter Schwefelsäure und 1 ccm farbloser Lösung von Metaphenyldiamin zu 100 ccm Wasser, welche sich im hohen Glaseylinder befinden (gelbbraune Färbung in Folge Bildung von Triamidoazobenzol).

Bei gleichzeitiger Anwesenheit von salpetriger Säure lässt sich Salpetersäure bestimmt nicht nachweisen, bei Abwesenheit derselben aber durch die folgenden Reactionen: 1. Zusatz von verdünnter Schwefelsäure und einigen Stückchen reinen Zinks, sowie von Jodzinkstärkelösung zu 100 ccm Wasser (Bläuung in Folge Reduction der Salpetersäure zu salpetriger Säure durch den nascirenden Wasserstoff); 2. Zusatz von einigen Körnchen Diphenylamin und zweimal je 0.5 ccm reiner concentrirter Schwefelsäure zu 1 ccm des in einer Porzellanschale befindlichen Wassers (Blaufärbung in Folge Oxydation des Diphenylamins bei Anwesenheit von nur 1 Th.  $N_2O_5$  in 100000 Th.  $H_2O$ ); 3. Zusatz von Brucin an Stelle von Diphenylamin (Rothfärbung, die bald verschwindet).

Zur Prüfung auf Phosphorsäure dampft man 100 ccm Wasser unter Zusatz von Salpetersäure ein, erhitzt den Rückstand kurze Zeit auf  $100^\circ$ , nimmt mit verdünnter Salpetersäure auf und filtrirt. Ein auf Zusatz von Ammoniummolybdat entstehender gelber Niederschlag zeigt Phosphorsäure an.

Schwefelwasserstoff. Man bringt  $\frac{1}{4}$  l des Wassers in einen Kolben, verschliesst lose mit einem Korke, an deren Unterseite man einen schmalen Streifen Papier befestigt hat, welcher mit einem Tropfen Bleiacetatlösung getränkt ist. Bräunung zeigt freien  $H_2S$  an, tritt diese aber erst ein, nachdem das Wasser mit einer Säure angesäuert ist, so sind alkalische Schwefelmetalle zugegen.

Kalk erkennt man im Wasser am weissen Niederschlage auf Zusatz von Ammoniak und oxalsaurem Ammon. Im Filtrate von diesem Niederschlage (oxalsaures Calcium) erkennt man Magnesia am weissen krystallinischen Niederschlage auf Zusatz von phosphorsaurem Natrium, Chlorammon und noch etwas Ammoniak.

Zum Nachweis von Ammoniak fügt man zu 100—150 ccm Wasser  $\frac{1}{3}$  ccm Aetznatron- und 1 ccm Natriumcarbonatlösung. Das klare Filtrat versetzt man in einem engen Cylinder von farblosem Glase mit 1 ccm NESSLER's Reagens und beobachtet die Farbe der Flüssigkeitsschicht, indem man schräg durch dieselbe auf eine weisse Unterlage sieht. Gelbe oder gar gelbrothe Farbe zeigt Ammoniak an.

Organische Substanzen erkennt man an der Entfärbung mehrerer Cubikcentimeter Kaliumpermanganatlösung ( $\frac{1}{1000}$ ) durch 100 ccm mit Schwefelsäure angesäuertes Wasser, sofern andere reducirende Substanzen, wie salpetrige Säure oder Ferrosalze, nicht zugegen sind, oder auch durch Glühen des Verdampfungsrückstandes von 200 ccm Wasser, wobei Bräunung oder Schwärzung organische Substanz verräth.

Auf mineralische Verunreinigungen, wie z. B. Bleisalze, Kupfer- und Zinkverbindungen, arsenige und Arsensäure prüft man den Verdunstungsrückstand eines grösseren Quantums Wasser nach bekannten Methoden.

#### Quantitative Prüfung.

Die Temperatur bestimmt man mittelst eines in Zehntelgrade getheilten Quecksilberthermometers sofort nach der Probeentnahme in einer grösseren Menge Wasser. Bei Brunnen wird das in Röhrenleitungen stehende Wasser zuvor entfernt.

Zur Bestimmung der suspendirten Substanzen lässt man 2000 ccm des Wassers in einer mit Glasstöpsel verschliessbaren Flasche, welche von dem Wasser vollkommen gefüllt ist, mehrere Tage absetzen und sammelt dann den Absatz auf einem bei  $100^\circ$  getrockneten und gewogenen Filter von bestimmtem Aschengehalt. Die Gewichtszunahme des abermals bei  $100^\circ$  getrockneten Filters ergibt die Menge der suspendirten Substanzen. Um zu erfahren, wie viel von diesen anorganischer Natur sind, verascht man das Filter sammt Inhalt im Platintiegel, befeuchtet mit Ammoncarbonat, um die Oxyde des Calciums und Magnesiums in Carbonate zurück zu verwandeln, trocknet, glüht gelinde, lässt erkalten und wägt.

Bestimmung des Abdampfrückstandes. 300—500 ccm werden an einem staubfreien Orte in gewogener Platin- oder Nickelschale auf dem Wasserbade eingedunstet, die Schale mit Rückstand im Dampfbade bis zu constantem Gewichte getrocknet, d. h. bis zwei Wägungen vollständig übereinstimmende Zahlen ergeben haben. Will man aber, ausgehend von dem Abdampfrückstande, noch andere Bestimmungen ausführen, so muss, da der bei 100° getrocknete Rückstand noch erhebliche Mengen Krystallwasser oder hygroskopisches Wasser enthält, das Trocknen in einem Luftbade (Bd. VI, pag. 399) bei 170—180° so lange ausgeführt werden, bis zwei Wägungen genau dieselben Werthe liefern.

Härtebestimmung. Die Härte des Wassers, bekanntlich bedingt durch die Menge der in demselben vorhandenen Kalk- und Magnesiumsalze, wird ausgedrückt in Härtegraden, von denen deutsche und französische Grade zu unterscheiden sind. Ein deutscher Härtegrad entspricht 1 Th. Calciumoxyd ( $\text{CaO}$ ), ein französischer Härtegrad ist gleich 1 Th. Calciumcarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) oder einer dieser äquivalenten Menge Magnesia oder Magnesiumcarbonat in 100000 Th. Wasser. Da sich Calcium- und Magnesiumsalze beim Zusammenbringen mit Seifenlösungen zu unlöslichen Calcium- und Magnesiumseifen umsetzen, mithin Seifenlösungen beim Schütteln mit Wasser erst dann einen dichten Schaum bilden, nachdem die Calcium- und Magnesiumsalze vollständig ausgefällt sind, so kann mit einer Seifenlösung von bestimmter Concentration die Härte annähernd bestimmt werden.

Durch Kochen wird bekanntlich die grösste Menge der Bicarbonate des Calciums und Magnesiums als Carbonate gefällt, während die Sulfate, Nitrate und Chloride derselben gelöst bleiben. Man nennt nun die Härte, welche ungekochtes Wasser besitzt, seine Gesamthärte, die Härte des gekochten und durch Zusatz von destillirtem Wasser auf das ursprüngliche Volum gebrachten Wassers die bleibende oder permanente Härte, den Unterschied zwischen beiden die vorübergehende oder temporäre Härte. Es gibt drei verschiedene Methoden zur Härtebestimmung mittelst Seifenlösung: diejenige von CLARK, von BOUTRON und BOUDET, und von WILSON.

1. Methode von CLARK, modificirt von FAISST und KNAUSS. Zur Ausführung derselben sind erforderlich:

Baryumchloridlösung, welche 0.5233 g Chlorbaryum,  $\text{BaCl}_2, 2\text{H}_2\text{O}$ , im Liter enthält. 100 ccm enthalten die 12 deutschen Härtegraden (12 mg  $\text{CaO}$ ) entsprechende Menge Chlorbaryum.

Seifenlösung. Man löst 20 g Kaliseife in 11.56 volumprocentigen Alkohols (spec. Gew. 0.922) und stellt diese Lösung gegen Baryumchloridlösung in folgender Weise ein: In ein Glas mit eingeriebenem Glasstopfen von etwa 200 ccm Inhalt gibt man 100 ccm Chlorbaryumlösung und lässt aus einer Bürette die Seifenlösung anfangs rascher, nachher langsamer zufließen. Nach einem jedesmaligen Zusatz wird umgeschüttelt, am besten immer von oben nach unten und beobachtet, ob ein stehender, sich mindestens fünf Minuten unverändert haltender Schaum entsteht. Man merkt sich die hierzu erforderlichen Cubikcentimeter Seifenlösung und verdünnt hiernach letztere mit Alkohol von 56 Volumprocent soweit, dass 45 ccm genau 100 ccm Chlorbaryumlösung (= 12 Härtegraden) entsprechen.

Bei der Ausführung des Versuches lässt man zu 100 ccm des zu untersuchenden Wassers in dem vorstehend beschriebenen Glase so lange Seifenlösung fließen, bis ein stehender, fünf Minuten bleibender Schaum entsteht. Würden hierzu mehr als 45 ccm Seifenlösung verbraucht, so ist die Bestimmung zu wiederholen, nachdem man das zu untersuchende Wasser mit destillirtem Wasser entsprechend verdünnt hat.

Aus den verbrauchten Cubikcentimetern Seifenlösung ersieht man mit Hilfe der nachstehenden Tabelle den entsprechenden Härtegrad, welcher im Falle der ge-

sehenen Verdünnung des Wassers mit dem Verdünnungscoefficienten zu multiplizieren ist.

Verbrauchte Seifenlösung	Härtegrade	Verbrauchte Seifenlösung	Härtegrade
3.4 ccm	0.5	7.4 ccm	1.5
5.4 "	1.0	9.4 "	2.0
(Die Differenz von 1 ccm Seifenlösung entspricht 0.25 Härtegraden.)			
11.3 ccm	2.5	17.0 ccm	4.0
13.2 "	3.0	18.9 "	4.5
15.1 "	3.5	20.8 "	5.0
(Die Differenz von 1 ccm Seifenlösung entspricht 0.26 Härtegraden.)			
22.6 ccm	5.5	28.0 ccm	7.0
24.4 "	6.0	29.8 "	6.5
26.2 "	6.5	31.6 "	8.0
(Die Differenz von 1 ccm Seifenlösung entspricht 0.277 Härtegraden.)			
33.3 ccm	8.0	38.4 ccm	10.0
35.0 "	9.0	40.1 "	10.5
36.7 "	9.5	41.8 "	11.0
(Die Differenz von 1 ccm Seifenlösung entspricht 0.294 Härtegraden.)			
43.4 ccm	11.5	45.5 ccm	12.0
(Die Differenz von 1 ccm Seifenlösung entspricht 0.30 Härtegraden.)			

Die Tabelle lässt erkennen, dass der Verbrauch an Seifenlösung nicht genau in demselben Verhältnisse steigt, wie die Härte zunimmt. Wahrscheinlich hat dies seinen Grund in vorübergehender Bildung löslicher Doppelverbindungen, welche beim Zusammentreffen des fettsauren Alkalis mit den Erdalkalisalzen in verdünnter Lösung entstehen, wodurch Bindung eines Ueberschusses von Seifenlösung veranlasst wird. Um die bleibende oder permanente Härte zu erfahren, werden 500 ccm Wasser in einem 11 Kolben eine halbe Stunde im Sieden erhalten, wobei das verdampfende Wasser zeitweise durch destillirtes Wasser ersetzt wird. Nach dem Erkalten verdünnt man mit Wasser auf das ursprüngliche Volum, lässt absetzen, filtrirt und bestimmt in 100 ccm des Filtrates die Härte in der angegebenen Weise.

2. Methode von BOUTRON und BOUDET. Zur Ausführung sind erforderlich:

Baryumnitratlösung. 0.5749 bei 100° getrocknetes Baryumnitrat in Wasser zu 11 gelöst. 100 ccm dieser Lösung enthalten so viel Baryum, als 22 mg Calciumcarbonat entspricht (= 22 französischen Härtegraden).

Seifenlösung. Man löst 10 g Kaliseife in 260 ccm verdünnten Alkohols von 56 Volumprocenten und stellt die Lösung durch Verdünnen mit 56 volumprocentigem Alkohol, welche sich in einer Tropfbürette, dem Hydrotimeter befindet, so ein, dass auf 40 ccm der Baryumnitratlösung 22 der auf dem Hydrotimeter befindlichen Grade verbraucht werden, entsprechend 8.8 mg Calciumcarbonat in 40 ccm wässriger Lösung oder 22 mg in 100 ccm.

Bei Ausführung des Versuches misst man 40 ccm des Wassers in ein cylindrisches, mit Stöpsel versehenes Glasgefäß ab und fügt so lange aus dem Hydrotimeter\*) Seifenlösung hinzu, bis der nach dem Umschütteln entstehende Schaum nicht mehr verschwindet und sich etwa 5 Minuten wesentlich unverändert auf der Oberfläche der Flüssigkeit hält. Man liest darauf die hierzu verbrauchten Grade Seifenlösung ab. Um die bleibende Härte zu bestimmen, benützt man das ausgekochte und filtrirte Wasser (s. oben) in derselben Weise. In Folge

\*) Der Raum, welchen 2.4 ccm darin einnehmen, ist in 23 gleiche Theile, Grade getheilt. Da 40 ccm destillirtes Wasser 1 Grad Seifenlösung verbrauchen, welches bei jedem Versuch abzuziehen ist, so hat man, um das Ablesen zu erleichtern, den Nullpunkt der auf der Bürette verzeichneten Theilung um einen Grad nach unten verrückt, hat jedoch natürlich die Seifenlösung für jede Titration bis zu dem Kreisstriche über Null aufzufüllen.

des Gebrauches einer concentrirten Seifenlösung und von nur 40 ccm Wasser vermeidet man die bei der CLARK'schen Methode vorkommenden Unregelmäßigkeiten in der Umsetzung der Seifenlösung und bedarf daher bei dieser Methode keiner Tabelle.

3. Bei der Methode von WILSON wird die Regelmässigkeit bei der Umsetzung zwischen Seifenlösung und Erdalkalisalzen durch Zusatz einer gesättigten Sodalösung bewirkt und dadurch der Gebrauch einer Tabelle überflüssig gemacht. Erforderlich sind:

Eine Calciumchloridlösung, erhalten durch Auflösen von 0.215 g Kalkspat in verdünnter Salzsäure, Verdampfen der Lösung zur Trockne, Aufnehmen des Rückstandes mit Wasser zu 11. 100 ccm enthalten genau die 12 Th. Kalk entsprechende Menge Calciumchlorid.

Seifenlösung. 20 Th. Kaliseife werden zu 1000 Th. Alkohol von 56 Volumprocent gelöst. 100 ccm der Calciumchloridlösung bringt man in ein etwa 200 ccm fassendes Stöpselglas, fügt 4 ccm gesättigte Natriumcarbonatlösung hinzu und lässt aus einer Bürette so lange Seifenlösung zufließen, bis der charakteristische Schaum erscheint. Man verdünnt dann die Seifenlösung soweit mit 56 volumprocentigem Alkohol, bis genau 36 ccm 100 ccm der Calciumchloridlösung entsprechen (entsprechend 12 Härtegraden).

Bei Ausführung des Versuches verwendet man 100 ccm des Wassers, fügt 4 ccm der gesättigten Natriumcarbonatlösung hinzu und führt die Bestimmung wie bei der Methode von CLARK aus.

Zur genauen Bestimmung der Menge der die Härte bedingenden Calcium- und Magnesiumsalze ist es erforderlich, dieselben auf gewichtsanalytischem Wege zu ermitteln.

Zur gewichtsanalytischen Bestimmung von Kalk und Magnesia benutzt man 1000 ccm Wasser, dampft diese auf etwa 150 ccm ein, versetzt in der Wärme mit kohlenstoffreiem Ammoniak, filtrirt von dem sich meist ausscheidenden geringen Niederschläge (Kieselsäure, Eisenhydroxyd, Aluminiumhydroxyd) ab und fällt das Filtrat mit oxalsaurem Ammon und Ammoniak. Der entstehende Niederschlag wird nach 12stündigem Stehen auf einem Filter von bekanntem Aschengehalt gesammelt, mit Wasser ausgewaschen, getrocknet, im Platintiegel schwach gegläht und das gebildete Calciumcarbonat gewogen, woraus sich leicht der Gehalt an Calciumoxyd berechnen lässt. Hatte sich durch stärkeres Glühen des Calciumoxalates Kohle ausgeschieden, und dadurch das Calciumcarbonat grau gefärbt, so muss man bei Zutritt der Luft behufs Verbrennung der Kohle stärker glühen. Dadurch wird Kohlenäure ausgetrieben, weshalb man nach dem Erkalten zunächst mit Ammoncarbonat befeuchten, im Wasserbade eintrocknen und darauf schwach glühen muss, bevor man wägt. Das Filtrat vom Calciumoxalatniederschlag wird mit starkem Ammoniak und einem bedeutenden Ueberschuss von Natriumphosphatlösung versetzt. Der namentlich bei vorsichtigem Umrühren mit einem Glasstab entstehende Niederschlag von Ammonmagnesiumphosphat wird nach 12stündigem Stehen gesammelt und mit einer Mischung von 3 Th. Wasser und 1 Th. Ammoniakflüssigkeit ausgewaschen, bis das Filtrat beim Verdampfen auf dem Platinblech einen kaum wahrnehmbaren Hauch eines feuerbeständigen Rückstandes hinterlässt. Nach dem Trocknen glüht man den Niederschlag zunächst gelinde, dann stärker und wägt schliesslich das völlig weisse Magnesiumpyrophosphat ( $Mg_2 P_2 O_7$ ).

Maassanalytisch kann Kalk nach MOHR durch Ausfällen der Calciumverbindungen des Wassers mit einer abgemessenen Menge Oxalsäurelösung von bestimmtem Gehalt und Zurückmessen derjenigen Oxalsäure, welche nicht in den Calciumoxalatniederschlag übergeht, mit Chamäleon bestimmt werden.

Bestimmung der Alkalimetalle. 1000 ccm oder mehr des zu untersuchenden Wassers werden in einer Platinschale auf etwa 150 ccm eingedampft, mit 20 ccm gesättigter Lösung von Baryumhydroxyd versetzt und erhitzt, bis der

aus de  
besteh  
Nieder  
Nach  
diese  
schlag  
Schale  
in die  
von K  
Trockn  
jagung  
und in  
säure,  
Lösung  
Schmel  
in den  
dieselb  
und ei  
man d  
Kalium  
angew  
enthält  
erhält  
chlorid  
gefunde  
Menge  
Zur  
man 10  
den R  
höchste  
Filter  
des W  
lassen.  
das Fi  
über d  
gewoge  
Kiesels  
Die  
versetz  
der a  
gesam  
Man er  
der T  
rücksta  
Wasser  
hinein,  
ab und  
die M  
auf Ei  
menge  
A M  
LAND  
von Jo  
Färbun  
von de  
Real-

aus den Hydraten des Calciums, Magnesiums, der Thonerde und des Eisenoxyds bestehende Niederschlag sich abgesetzt hat. Dann spült man Flüssigkeit sammt Niederschlag in ein 250 ccm-Fläschchen und füllt mit Wasser bis zur Marke auf. Nach dem Absetzen filtrirt man 200 ccm durch ein trockenes Filter ab, versetzt diese in der Platinschale mit Ammoncarbonatlösung, so lange noch ein Niederschlag von Calcium- und Baryumcarbonat entsteht und spült den Inhalt der Schale wieder in das 250 ccm-Fläschchen zurück. 200 ccm des Filtrats werden in die Platinschale zurückgebracht, zur Entfernung noch vorhandener Spuren von Kalk und Baryt mit einigen Tropfen Ammonoxalatlösung versetzt und zur Trockne verdampft. Nach dem Trocknen bei 120° im Luftbade wird zur Verjagung der Ammonsalze geglüht, der Rückstand mit heissem Wasser aufgenommen und in einen gewogenen Platintiegel filtrirt. Unter Zusatz einiger Tropfen Salzsäure, um etwa vorhandene Alkalicarbonate in -Chloride zu verwandeln, wird die Lösung im Wasserbade verdampft und der Rückstand bis zum beginnenden Schmelzen der Alkalicloride geglüht, worauf man erkalten lässt und wägt. Um in den so gewonnenen Alkalicloriden das Chlorkalium zu bestimmen, werden dieselben in Wasser gelöst und die Lösung mit überschüssigem Platinchlorid versetzt und eingedunstet. Der Rückstand wird mit Alkohol von 0.83 spec. Gew., welchem man den fünften Theil Aether zusetzt, aufgenommen und das unlöslich bleibende Kaliumplatinchlorid auf einem gewogenen Filter gesammelt und mit Aetheralkohol ausgewaschen, bis das Filtrat farblos abläuft, also kein Natriumplatinchlorid mehr enthält, dann bei 100° getrocknet und gewogen. Durch Multiplication mit 0.305 erhält man aus dessen Menge die derselben entsprechenden Milligramme Kaliumchlorid. Zieht man von der gefundenen Menge Gesamtalkalimetallchloride die gefundene Menge Chlorkalium ab, so erhält man aus der Differenz die vorhandene Menge Chlornatrium.

Zur Bestimmung von Kieselsäure, Eisenoxyd und Thonerde dampft man 1000 ccm nach dem Ansäuern mit Salzsäure zur staubigen Trockne, befeuchtet den Rückstand mit concentrirter Salzsäure und nimmt nach 10 Minuten mit höchstens 100 ccm Wasser auf. Darauf wird filtrirt und die Kieselsäure auf dem Filter von bekanntem Aschengehalt so lange ausgewaschen, bis einige Tropfen des Waschwassers keinen feuerbeständigen Rückstand auf Platinblech mehr hinterlassen. Nach dem Trocknen wird der Inhalt des Filters in den Platintiegel gebracht, das Filter am Platindraht verascht, der Tiegel sodann schwach, schliesslich stark über der Gebläselampe erhitzt, und nach dem Erkalten im Exsiccator sofort gewogen. Die Gewichtszunahme des Tiegels ergibt die Menge der vorhandenen Kieselsäure als Anhydrid.

Die von der Kieselsäure abfiltrirte Flüssigkeit wird mit Ammoniakflüssigkeit versetzt und bis zum Verschwinden des Geruches nach Ammoniak gekocht, dann der aus Eisen- und Aluminiumhydroxyd bestehende Niederschlag auf einem Filter gesammelt, mit Wasser vollkommen ausgewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen. Man erfährt so die Gesamtmenge des vorhandenen Eisenoxyds und der Thonerde. Zur Bestimmung des Eisenoxyds löst man den Glührückstand in einem Gemische gleicher Volumen concentrirter Schwefelsäure und Wasser, verdünnt die Lösung mit destillirtem Wasser, stellt ein Stück Zink hinein, um Eisenoxyd zu Eisenoxydul zu reduciren, giesst vom überschüssigen Zink ab und titirt das gebildete Eisenoxydul mit Chamäleonlösung, woraus sich direct die Menge des vorhandenen Eisens ergibt. Verrechnet man das gefundene Eisen auf Eisenoxyd und zieht die Menge desselben von der gefundenen Gesamtmenge von Eisenoxyd und Thonerde ab, so ergibt sich die vorhandene Thonerde.

**Ammoniakbestimmung.** Die Prüfung auf Ammoniak geschieht nach FRANKLAND und ARMSTRONG mittelst NESSLER's Reagens. Dieses, eine alkalische Lösung von Jodquecksilberkalium, erzeugt in Ammon enthaltenden Wässern gelbe bis röthliche Färbungen, Trübungen oder Niederschläge in Folge Bildung einer Verbindung von der Zusammensetzung  $\text{HgJNH}_2 + \text{HgO}$ .

Zur Darstellung des Reagens löst man 35 g Jodkalium und 13 g Quecksilberchlorid in etwa 800 ccm siedendem Wasser, setzt zu der Lösung tropfenweise eine kalt gesättigte Lösung von Quecksilberchlorid so lange, bis ein bleibender Niederschlag entsteht, fügt 160 g Aetzkali und noch einige Tropfen Quecksilberchloridlösung hinzu und verdünnt auf 1 l. Die über dem nach einiger Zeit sich absetzenden Bodensatz befindliche klare Lösung wird decantirt oder durch Glaswolle oder langfaserigen Asbest filtrirt. Man muss das Reagens von Zeit zu Zeit auf seine Empfindlichkeit prüfen: 2 ccm müssen in 50 ccm Wasser, welches  $\frac{1}{50}$  mg Ammoniak enthält, sofort eine gelbbraunliche Färbung hervorrufen.

Die quantitative Ammoniakbestimmung geschieht nun auf colorimetrischem Wege. Man vergleicht die Farbennuance, welche der Zusatz einer bestimmten Menge des NESSLER'schen Reagens zu einer bestimmten Menge des zu prüfenden Wassers hervorgerufen hat, mit den Schattirungen, welche auf Zusatz derselben Menge NESSLER's Reagens zu derselben Menge genau gekannte kleine Mengen von Chlorammon enthaltenden Wassers entstanden sind. Man sucht aus der Reihe der Proben mit bekanntem Ammongehalt diejenige heraus, deren Färbung mit der zur Untersuchung vorliegenden Wasserprobe übereinstimmt; beide enthalten die gleiche Menge Ammon. Soll aber eine solche Schätzung möglich sein, dann dürfen die vorhandenen Ammonmengen nach oben und nach unten nicht über gewisse Grenzen hinausgehen. Diese Grenzen sind für 100 ccm Wasser 0.1 mg Ammoniak nach oben und 0.005 mg Ammoniak nach unten. Es muss deshalb ein Wasser, welches mehr als 0.1 mg in 100 ccm enthält, zur Bestimmung eine entsprechende Verdünnung mit ammonfreiem Wasser erfahren, während bei einem Wasser, dessen Gehalt an Ammon weniger als 0.005 mg beträgt, die Bestimmung des Ammoniakgehaltes nicht ausgeführt werden kann. Als Vergleichsflüssigkeit dient eine Lösung von Chlorammonium, welche 0.157 g in einem Liter enthält. 1 ccm dieser Lösung entspricht 0.05 mg Ammoniak. Zur Ausführung der Bestimmung werden 300 ccm Wasser mit 2 ccm Natriumcarbonatlösung gesättigt und 1 ccm Natronlauge zugefügt, von dem entstandenen Niederschlage, nachdem er sich abgesetzt hat, abfiltrirt, und 100 ccm des Filtrats in einem weissen Glaseylinder von 3—5 cm Weite mit 1 ccm NESSLER's Reagens vermischt. Je 100 ccm ammoniakfreies destillirtes Wasser werden sodann in gleichen Glaseylindern mit

0.1 ccm obiger Chlorammoniumlösung	= 0.005 mg NH <sub>3</sub>
0.2 " " "	= 0.010 " "
0.5 " " "	= 0.025 " "
1.0 " " "	= 0.050 " "
2.0 " " "	= 0.100 " "

und dann mit je 1 ccm NESSLER's Reagens versetzt. Die in diesen Cylindern zu beobachtende Gelbfärbung wird dann mit der Färbung verglichen, welche in dem zu untersuchenden, eventuell schon verdünnten Wasser entstanden ist und so annähernd der Gehalt desselben an Ammoniak ermittelt. Die Cylinder stehen beim Vergleiche der Färbungen auf einem Blatte weissen Papiers.

Nach HEHNER benutzt man zweckmässig Cylinder, welche 110 ccm fassen, von unten nach oben in 100 ccm getheilt sind, vom hundertsten Theilstrich bis zum flachen Boden die gleiche Höhe von 20 ccm besitzen und unten seitlich mit einer durch Glashahn absperrbaren Ausflussröhre versehen sind. Man lässt bei dem Versuche aus dem Cylinder, der das zu untersuchende Wasser enthält, so viel Flüssigkeit ausfliessen, bis der Inhalt mit einer anfangs lichter nuancirten Vergleichsprobe gleichgefärbt erscheint. Die Menge des zurückgebliebenen Wassers enthält dann gleichviel Ammoniak, wie die Vergleichsprobe.

Auf ganz gleichem Principe, dass sich der Gehalt an färbender Substanz umgekehrt, wie die Länge der Flüssigkeitssäulen verhält, beruht auch der von C. H. WOLF construirte Colorimeter, welcher natürlich auch zur colorimetrischen Bestimmung des Ammoniaks verwendet werden kann. Der Colorimeter besteht aus zwei gleichen Röhren, welche mittelst zweier fein geschliffener Glashähne

tropfenweise ein Ausfließen in seitwärts darunterstehende Cylinder, ein genaues Ablesen des Höhenunterschiedes an seinen auf die Röhrenwandungen aufgetragenen Scalen und ein scharfes Beurtheilen der Intensitätsgleichheit beider Flüssigkeiten gestatten. Dies geschieht dadurch, dass zwei spiegelnde Prismen über den Röhren, welche letztere von unten das Licht eines Spiegelglasbodens empfangen, die Bilder der Flüssigkeitssäulen zu zwei aneinander grenzenden Hälften des durch ein Ocular betrachteten Gesichtsfeldes vereinen.

Die Bestimmung des Chlors, beziehungsweise des Kochsalzes geschieht nach der Methode von MOHR durch Titration mittelst Silberlösung unter Anwendung von Kaliumchromat als Indicator. Man verwendet 50 ccm Wasser und  $\frac{1}{100}$  Normal-Silbernitratlösung. Die Zahl der verbrauchten Cubikcentimeter Silberlösung ist mit 0.000354 und die vorhandene Menge Chlor mit 0.000584 zu multipliciren, um die dieser entsprechende Menge Kochsalz zu erhalten.

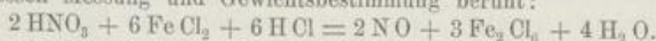
Die Bestimmung der Schwefelsäure geschieht am besten auf gewichtsanalytischem Wege durch Fällen mit Chlorbaryum in salzsaurer Lösung als Baryumsulfat. Man verwendet je nach der Menge der vorhandenen Schwefelsäure 500 bis 1000 ccm Wasser nach zuvorigem Eindunsten auf ein kleines Volum.

Bestimmung der salpetrigen Säure. TROMMSDORFF hat auf die durch salpetrige Säure bewirkte Bläuung von Jodzinkstärkelösung ein colorimetrisches Verfahren zur Bestimmung dieser Säure gegründet. PREUSSE und TIEMANN haben die von PETER GRIESS empfohlene Metaphenylendiaminreaction zu einem colorimetrischen Verfahren benutzt. Dieses wird ausgeführt unter Benutzung einer sehr verdünnten, stets frisch zu bereitenden Lösung von reinem Natriumnitrit, welches durch Wechsellösung von salpetrigsaurem Silber und Kochsalz erhalten wird. Man löst 0.0405 g salpetrigsaures Silber in Wasser, fällt aus der Lösung das Silber mit Kochsalz als Chlorsilber aus und verdünnt das Filtrat auf 1000 ccm, wovon jeder Cubikcentimeter 0.01 mg, d. s. 0.00001 Salpetrigsäureanhydrid entspricht. Es werden nun je 100 ccm von dem zu prüfenden Wasser in einem Cylinder (s. b. Ammoniakbestimmung) mit 1 ccm verdünnter Essigsäure und 2 ccm Jodzinkstärkelösung, respective mit 1 ccm verdünnter Schwefelsäure und 2 ccm Metadiamidobenzollösung versetzt und die entstandene Färbung verglichen mit derjenigen einer gleichgrossen Menge reinen Wassers, dem je 0.2, 0.5 und 1 ccm jener Natriumnitritlösung und obige Reagentien in gleicher Menge zugesetzt sind. Da die Färbungen erst nach einigen Minuten ihre volle Intensität erreichen, so dürfen die entstandenen Farbnuancen nicht sofort verglichen werden. Viel salpetrige Säure enthaltende Wässer sind mit gemessenen Mengen von salpetrigsäurefreiem Wasser zu verdünnen, weil die Intensität der blauen und braunen Färbung einen Vergleich mit einer anderen blauen oder braunen Nuance nicht mehr zulassen würde. Gefärbte Wässer müssen vor Anstellung des Verfahrens von TIEMANN und PREUSSE zunächst entfärbt werden, dies gelingt meist durch Zusatz einiger Tropfen einer Lösung von Alaun, Filtriren, Zusatz von Sodalösung und abermaliges Filtriren. Gelingt die Entfärbung nicht in genügender Weise, dann ist nach TROMMSDORFF auf salpetrige Säure zu untersuchen, in diesem Falle aber vorher auf Eisenverbindungen zu prüfen, da die Ergebnisse der TROMMSDORFF'schen Probe nur bei Abwesenheit dieser verlässliche Resultate geben.

Bestimmung der Salpetersäure. Zur Bestimmung der Salpetersäure nach der von MAYRHOFER modificirten Indigomethode sind erforderlich: a) Eine Lösung von 0.0962 Kaliumnitrat auf 11 Wasser; 5 ccm dieser Lösung entsprechen 0.0002915  $\text{NHO}_3$  oder 0.000257  $\text{N}_2\text{O}_5$ . b) Eine Indigolösung, von welcher 5 ccm der gleichen Menge obiger Salpeterlösung entsprechen. Zur Darstellung derselben wird 1 g Indigotin mit 20—30 g reiner Schwefelsäure innig verrieben, die Mischung 24 Stunden macerirt und dann in 1,5 l Wasser gegossen. Die durch Absetzen und Filtriren geklärte Lösung wird mit Wasser noch so weit verdünnt, dass 5 ccm derselben 5 ccm obiger Salpeterlösung, welche mit 5 ccm reiner concentrirter Schwefelsäure vermischt sind, eben blaugrün färben.

5 ccm des zu untersuchenden Wassers werden im Glaskölbchen von 25—30 ccm Inhalt mit 5 ccm concentrirter Schwefelsäure vermischt und der noch heissen Mischung in rasch aufeinander folgenden Tropfen die Indigolösung aus einer Glashahnbürette zulaufen gelassen, bis die Flüssigkeit eine blaugrüne Farbe angenommen hat. Aus der verbrauchten Menge Indigolösung berechnet sich leicht die Menge Salpetersäure, da 1 ccm der Lösung 0.0000583 Salpetersäure ( $\text{HNO}_3$ ) oder 0.0000514 Salpetersäureanhydrid ( $\text{N}_2\text{O}_5$ ) entspricht. Momentane Ueberschüsse an Indigolösung sind zu vermeiden, da dabei zu niedrige Resultate erhalten werden. An Salpetersäure sehr armen Wässern muss man die Indigolösung sehr langsam zufließen lassen, an Salpetersäure sehr reiche Wässer werden zweckmässig soweit verdünnt, dass 5 ccm des verdünnten Wassers 5 ccm Indigolösung verbrauchen, weil sonst in Folge der grösseren Menge der zuzuführenden Indigolösung eine Temperaturerniedrigung der Mischung eintritt, welche, wenn nicht das Ende der Reaction durch Erwärmen beschleunigt wird, einen zu geringen Verbrauch der Indigolösung gegenüber der vorhandenen Menge Salpetersäure veranlasst. Auch ist bei stark salpetersäurehaltigen Wässern in Folge der starken gelben Färbung der Uebergang in Grün nicht deutlich zu erkennen.

Zur genauen Feststellung des Gehaltes an Salpetersäure dient das von F. SCHULZE angegebene, von F. TIEMANN modificirte Verfahren, welches auf der Zersetzung der Salpetersäure durch Eisenchlorür in salzsaure Lösung zu Stickoxydgas, dessen Messung und Gewichtsbestimmung beruht:



Ueber die Ausführung des SCHULZE-TIEMANN'schen Verfahrens vergl. E. SCHMIDT, Lehrbuch d. Pharmaceutischen Chemie, Bd. I, pag. 135 ff.

Bestimmung der organischen Substanzen. Die im Wasser vorhandenen nichtflüchtigen organischen Substanzen lassen sich annähernd ermitteln, wenn man die Menge der in den Abdampfrückstand des Wassers übergegangenen Mineralbestandtheile bestimmt und das Gesamtgewicht derselben von dem Gewichte des Abdampfrückstandes abzieht. Will man aber auch die mit Wasserdämpfen flüchtigen organischen Substanzen bestimmen, so kann dies nicht direct geschehen, sondern nur indirect durch bestimmbare allgemeine Eigenschaften der organischen Körper. In dieser Beziehung können die folgenden allgemeinen Eigenschaften analytisch verworther werden: 1. Die reducirende Wirkung auf Kaliumpermanganat, dessen rothe Lösung in Folge dessen entfärbt wird. 2. Die Abspaltung von Ammoniak aus den in Wasser löslichen organischen Substanzen bei Einwirkung stark alkalischer Lösungen von Kaliumpermanganat. 3. Ueberführung nicht oder schwer flüchtiger organischer Substanzen durch Erhitzen mit Kaliumdichromat und Schwefelsäure in Kohlensäure.

Zur Bestimmung der leicht zersetzbaren organischen Substanzen mittelst Kaliumpermanganat in saurer Lösung nach KUBEL sind erforderlich  $\frac{1}{100}$  Normal-Oxalsäurelösung und eine annähernd  $\frac{1}{100}$  Normal-Kaliumpermanganatlösung, welche auf die Oxalsäure einzustellen ist. 10 ccm der Oxalsäurelösung werden mit 100 ccm Wasser und 5 ccm verdünnter Schwefelsäure (1 Vol. + 3 Vol.) versetzt, zum Sieden erhitzt und mit der Kaliumpermanganatlösung bis zur beginnenden Röthung titirt. Man erfährt so den Wirkungswerth der Kaliumpermanganatlösung. Die verbrauchten Cubikcentimeter der letzteren entsprechen genau 63 mg Oxalsäure und enthalten genau 3.16 mg Kaliumpermanganat. Diese entsprechen wiederum 0.3 mg zur Oxydation verwendbaren Sauerstoffes.

Um nun die Oxydirbarkeit des zu untersuchenden Wassers festzustellen, werden in einem circa 300 ccm fassenden Kolben 100 ccm desselben mit 10 ccm verdünnter Schwefelsäure und mit Kaliumpermanganatlösung in solcher Menge versetzt, dass die Flüssigkeit stark roth gefärbt erscheint, und die Färbung bei dem nun folgenden Kochen nicht verschwindet. Nachdem man die Flüssigkeit 10 Minuten im Sieden erhalten hat, setzt man 10 ccm der  $\frac{1}{100}$  Normal-Oxalsäure zu und titirt die dadurch farblos gewordene Flüssigkeit mit Kaliumpermanganatlösung bis zur schwachen

Röthung. Man zieht nun von der Gesammtmenge der bei dem Versuche hinzugesetzten Cubikcentimeter Kaliumpermanganatlösung diejenige Anzahl Cubikcentimeter Kaliumpermanganatlösung ab, welche nach obiger Titerstellung von 10 ccm der zugesetzten  $\frac{1}{100}$  Normal-Oxalsäurelösung verbraucht werden und multiplicirt die Differenz in Cubikcentimeter mit  $\frac{3.16}{x}$ , wenn man die Theile Kaliumpermanganat, mit  $\frac{0.8}{x}$ , wenn man die Theile Sauerstoff erfahren will, welche zur Oxydation der in 100000 Th. Wasser vorkommenden organischen Substanzen nothwendig sind, wobei x diejenige Menge Kaliumpermanganat in Cubikcentimetern bezeichnet, welche von 10 ccm  $\frac{1}{100}$  Normal-Oxalsäure in Anspruch genommen werden, sofern Eisenoxydsalze, welche Chamäleon ebenfalls entfärben, in dem untersuchten Wasser nicht zugegen sind.

Da nach Ermittlungen von KUBEL 1 Th. Kaliumpermanganat etwa 5 Th. organischer Substanz, wie sie sich im Cloakenwasser zu finden pflegt, entspricht, so kann man auch das Resultat der Untersuchung in der Weise zum Ausdruck bringen, dass man die bei der Multiplication des verbrauchten Kaliumpermanganates mit fünf sich ergebende Ziffer als die Menge der vorhandenen organischen Substanz betrachtet.

Bei der Methode von SCHULZE bewirkt man die Oxydation der organischen Substanz mit Kaliumpermanganat zuerst in alkalischer Lösung und führt die Oxydation in saurer Lösung zu Ende. Die nach demselben ermittelten Daten weichen nur unerheblich von dem KUBEL'schen Verfahren ab, welches deshalb seiner Einfachheit halber den Vorzug verdient.

Nach WANKLIN, CHAPMAN und SMITH bestimmt man die organischen Substanzen aus dem durch eine alkalische Kaliumpermanganatlösung abspaltbaren Ammoniak. In einer aufwärts gerichteten und mit einem absteigenden Kühler verbundenen Retorte werden 500 ccm Wasser unter Zusatz von 3 ccm ammonfreier Natriumcarbonatlösung destillirt, das Destillat wird in zwei engen Glaszylindern aus farblosem Glase aufgefangen, welche beide durch 100 ccm Wasser bis zu gleicher Höhe (16—18 ccm) angefüllt werden und an dieser Stelle mit einer Marke versehen sind. Sobald diese Cylinder gefüllt sind, unterbricht man die Destillation. Die beiden Cylinder enthalten die Gesammtmenge des in dem Wasser vorhandenen, fertig gebildeten Ammoniaks, welches auf colorimetrischem Wege durch NESSLER's Reagens bestimmt wird. Nun giesst man durch den Tubus der Retorte 50 ccm der stark alkalischen Kaliumpermanganatlösung\*), verschliesst wieder und destillirt 150 ccm über. Man fängt diese in einem Cylinder, welcher bis 100 ccm und in einem zweiten Cylinder, welcher bei 50 ccm mit einer Marke versehen ist, auf. Gewöhnlich gehen in den zweiten Cylinder bestimmbare Mengen Ammoniak nicht mehr über, sollte es aber doch der Fall sein, so muss man weitere 50 ccm abdestilliren, um zu constatiren, ob jetzt die Zersetzung der stickstoffhaltigen organischen Substanzen beendet ist. Das Ammoniak wird auch in diesem Destillat colorimetrisch durch NESSLER's Reagens bestimmt.

Das Verfahren von WOLFF, DEGENER und HERZFELD gründet sich auf den Umstand, dass die in dem Wasser gelösten, nichtflüchtigen, organischen Substanzen sich vollständig in leicht bestimmbare Kohlensäure überführen lassen, wenn man die concentrirte Lösung der organischen Substanzen mit einem Oxydationsgemisch aus Kaliumbichromat und Schwefelsäure längere Zeit erhitzt. Das Verfahren ist von DEGENER und MÄRKER bei einer ausgedehnten Untersuchung von Fabrikwässern benutzt und von A. HERZFELD wesentlich verbessert und zu einem praktischen, bei der Wasseranalyse allgemein anwendbaren Verfahren umgearbeitet worden (vergl. Ber. der deutsch. chem. Ges. XIX, 2618).

\*) 200 g Kaliumhydroxyd und 8 g Kaliumpermanganat werden in 1 l destillirten Wassers gelöst, worauf man von der Lösung 200—250 ccm Wasser abdestillirt. Hierdurch werden Spuren Ammoniak ausgetrieben, stickstoffhaltige Substanzen zerstört. Die erkaltete Lösung wird darauf mit Wasser wieder zu 1 l aufgefüllt.

Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffes. In Anbetracht der schwierigeren Ausführung von BUNSEN's gasometrischem Verfahren und der SCHÜTZENBERGER'schen Titrirung, sowie des nicht genügend präzisen Verfahrens von MOHR mit Ferrosulfat bedient man sich zweckmässig in der Praxis des Verfahrens von L. W. WINKLER. Dieses besteht im Wesentlichen im Folgenden. Man oxydirt durch den in einer gewogenen Menge Wasser gelösten Sauerstoff überschüssiges Manganhydroxyd. Darauf setzt man der Flüssigkeit Jodkalium und Salzsäure zu, wobei sich eine dem gelösten Sauerstoff äquivalente Menge von Jod ausscheidet. Dieses titirt man mit Natriumthiosulfat, woraus sich dann die Sauerstoffmenge genau berechnen lässt. Zur Ausführung sind erforderlich: 1. Eine eisenfreie Manganochloridlösung, welche in 100 ccm 40 g  $MnCl_2 \cdot 4H_2O$  enthält. Diese Lösung darf aus einer angesäuerten Jodkaliumlösung höchstens Spuren Jod ausscheiden. 2. Eine concentrirte nitritfreie Natriumhydroxydlösung, welche etwa 32 g NaOH in 100 ccm enthält. In einem Theile dieser löst man Jodkalium auf, in 100 ccm 10 g. Diese Lösung darf nach dem Uebersättigen mit Salzsäure Stärkekleister nicht bläuen. Man fällt das Wasser in 250 ccm fassende Flaschen, fügt mit Hilfe langstieliger Pipetten, welche man in das Wasser bis nahe an den Boden der Flasche einsenkt, jodkaliumhaltige Natriumhydroxydlösung und darauf Manganochloridlösung hinzu und verschliesst die Flasche sorgfältig. Nachdem sich der Niederschlag möglichst am Boden abgesetzt hat, öffnet man die Flasche und trägt wieder mit einer langstielligen Pipette 3 ccm reine Salzsäure ein. Der Niederschlag löst sich jetzt rasch auf, man erhält eine gelb gefärbte Flüssigkeit, in welcher das Jod in bekannter Weise mit Natriumthiosulfat gemessen wird. 1 ccm  $\frac{1}{100}$  Normal-Natriumthiosulfatlösung entspricht 0.055825 ccm Sauerstoff. Man erhält die in 1000 ccm Wasser gelöste Menge Sauerstoff (A) in Cubikcentimetern, wenn man in die Formel die entsprechenden Werthe einsetzt:

$$A = \frac{(0.055825 \cdot n \cdot 1000)}{V}$$

in dieser bedeutet n die Anzahl der verbrauchten Cubikcentimeter der  $\frac{1}{100}$  Normallösung, V das Volum der Flasche in Cubikcentimetern. Da Manganocarbonat sich dem Sauerstoff gegenüber indifferent verhält, muss bei solchem Wasser, welches grössere Mengen Kohlensäure enthält, mehr Reagens angewendet werden. In der Regel genügen für eine Flasche Brunnenwasser 2—3 Pipetten (1 ccm) Reagens, dessen Sauerstoffgehalt schon in Anbetracht des Umstandes, dass die Menge des Reagens nur 1 Procent der ganzen Flüssigkeit ausmacht, zu einem irgendwie erheblichen Fehler nicht beitragen kann.

Die bei der chemischen Untersuchung gewonnenen analytischen Ergebnisse pflegt man auf 100000 Theile Wasser zu bestimmen, die in Wasser gelösten Gase in Cubikcentimetern in 11 Wasser anzugeben.

#### Bacteriologisch-mikroskopische Untersuchung.

Der chemischen Untersuchung des Wassers geht voraus die mikroskopische Untersuchung desselben. Das zur mikroskopischen Untersuchung dienende Wasser wird in etwa 200 ccm fassenden, enghalsigen Flaschen aufgefangen, deren Hals durch Baumwollenstöpsel, welche fremde, in der Luft enthaltene Verunreinigungen fern halten, verschlossen sind. H. Beckurts.

Die Untersuchung wird auf folgende Weise durchgeführt:

Man nehme zwei Deckgläser, gebe auf jedes mit einer Pipette einen Tropfen von der Wasserprobe, bedecke sie mit einer Glasglocke und lasse sie im Trockenschrank oder ausserhalb desselben trocken werden.

Die getrockneten Deckgläser werden mit der Pincette gefasst und jedes mit der bestrichenen Seite nach aufwärts zweimal durch den BUNSEN-Brenner gezogen. Nun legt man mit der bestrichenen Seite die Deckgläser auf die Farblösung, welche man in ein Schälchen gegeben hatte. Als Farblösung nimmt man meist alkoholische Methylenblaulösung in ziemlich concentrirtem Grade. Nach 3 bis

4 Minuten wäscht man die Deckgläser in Wasser so lange, bis sich das Wasser nicht mehr färbt, legt dann die noch feuchten Deckgläser auf die Objectträger und entfernt das überschüssige Wasser mit Filtrirpapier. Nun werden die Präparate zuerst mit schwachem Objectiv, später mit starken Vergrößerungen betrachtet. Man kann aus der Anzahl der Mikroorganismen, welche man durch das Mikroskop wahrnimmt, schon Schlüsse ziehen auf die Menge der im Wasser enthaltenen Verunreinigungen.

Während der Zeit des Trocknens der Deckgläser, oder unmittelbar nach der eben erwähnten Untersuchung, schreitet man zur Untersuchung im hängenden Tropfen im ungefärbten Zustande. Zu diesem Zwecke bestreicht man den Rand des Hohlsliffes eines hohlen Objectträgers mit Vaseline und gibt mittelst einer sterilisirten Pipette einen Tropfen aus der Wasserprobe auf ein Deckglas und legt dasselbe so auf den Hohlsliff, dass der Tropfen in die Höhle frei hineinragt.

Nun besieht man das Präparat unter dem Mikroskop und erkennt die vorhandenen Algen und grösseren Wasserthiere, wie die pflanzlichen und thierischen Reste.

Man gibt ferner einen Theil des zu untersuchenden Wassers in ein nach abwärts verengtes Glas (Champagnerglas), welches man vorher sterilisirt hat, bedeckt dasselbe mit einer reinen Glasplatte und stellt es an einen Ort, welcher keiner Erschütterung ausgesetzt ist. Man lässt es 12 bis 24 Stunden stehen. Während dieser Zeit werden sich die darin suspendirten Theile absetzen und in manchen Fällen wird sich auch an der Wasseroberfläche ein Häutchen bilden. Man untersucht sowohl das Häutchen wie den Bodensatz im hängenden Tropfen nach der oben angegebenen Weise.

Im Bodensatz wie im Häutchen wird man selbstverständlich mehr Mikroorganismen finden, als sich anfangs in den Wasserproben zeigten.

Die bacteriologische Untersuchung benöthigt zu ihrer Ausführung gewisser Instrumente, Apparate und Behelfe (s. Bacterienkultur, Bd. II, pag. 87).

Das Mikroskop muss mit einem oder mehreren Trockensystemen und mit einem Oel-Immersionssystem, einem ABBÉ'schen Beleuchtungsapparat und einem Ocularmikrometer ausgerüstet sein.

Soll das Resultat der bacteriologischen Untersuchung auf Genauigkeit Anspruch machen, so muss schon bei der Entnahme des Wassers grosse Sorgfalt verwendet werden, damit die Wasserproben wirklich dem Wasser, aus dem sie entnommen wurden, entsprechen.

Vor Allem muss man achten, dass von Aussen keine Bacterien in die Probe gelangen. Aus diesem Grunde nimmt man sterilisirte Kölbchen, welche 30—50 ccm Wasser fassen, deren Hals nach der Füllung zu einer capillär ausgezogenen und zugeschmolzenen Röhre geblasen wird.

Wenn die Wasserproben, bevor sie untersucht werden können, keinem weiten Transporte unterliegen, so genügt statt des Zuschmelzens der Wasserproben deren Verschluss mit Wattepfropf und Kautschukkappe. Zum Transport benützt man eine Blechcassette mit 4 am Boden angelötheten, 3 cm hohen Blechringen, in welche je eine grosse, die Wasserkölbchen enthaltende Blechbüchse passt. Letztere werden mit fein zerstoßenem Eis umgeben und der Deckel, den man mit Gummiringen abdichten kann, aufgesetzt. Das Gefäss wird dann in ein wollenes Tuch eingeschlagen, in eine Kiste mit Stroh verpackt und der Transportanstalt übergeben.

Der Transport der Wasserproben in Eis darf nicht zu lange dauern, da nach den Versuchen WOLFHÜGEL's und RIEDEL's die Keimzahl eines Wassers bei 0° schon nach einem Tage bei den die Gelatine nicht verflüssigenden Bacterien um circa 20 Procent, bei den die Gelatine verflüssigenden um circa 50 Procent sich vermindert. Diese Verminderung der Keimzahl wird mit jedem weiteren Tage merklicher und kann endlich so weit führen, dass nur noch jene Bacterien am Leben sind, deren Temperaturoptimum bei 0° liegt.

Die Temperaturoptima der meisten *Bacterien* fallen in die Temperatur von circa 5° bis zur Bruttemperatur. Jede *Bacterienart* entwickelt sich am besten bei ihrem Temperaturoptimum; würde man die Wasserproben nicht in Eis verpacken, so würden sich die darin befindlichen *Bacterien* bei einem Transporte zur Sommerzeit enorm vermehren.

Bei stehenden Wässern nimmt man die Probe aus der Tiefe und entfernt vom Ufer, bei Brunnen nach einem 10 Minuten langen Pumpen. Auch bei Wasserleitungen lässt man das Wasser circa 10 Minuten fließen, bevor man die Kolben füllt.

Soll das Wasser auf *Bacterien* untersucht werden, welche spärlich darin vorkommen, so kann man bei fließendem Wasser die Glaswollfilter anwenden. Man lässt das Wasser in Glasröhren, die an einer Stelle verengt sind, laufen. An der verengten Stelle befindet sich die Glaswolle. Die Glaswolle wird nach einiger Zeit in sterilisirtem destillirtem Wasser ausgewaschen, und mit dem Waschwasser werden die Culturen angelegt.

Die bacteriologische Untersuchung des Wassers soll womöglich 1—2 Stunden spätestens nach Entnahme vorgenommen werden.

Vor Entnahme mit der Pipette soll das Wasser gut geschüttelt und das Pipettiren rasch ausgeführt werden, da sich die *Bacterien* an den im Wasser suspendirten Theilen meist anheften und mit diesen in die Tiefe gesenkt werden.

Ist die Wasserprobe in einem zugeschmolzenen Kolben, so muss nach dem Feilstriche flambirt und dann erst die Röhre abgebrochen werden. Die nachher in Verwendung kommende Pipette muss vollkommen sterilirt sein.

Die bacteriologische Untersuchung des Wassers hat nach EMMERICH den Zweck:

1. Bestimmung der Zahl der im Wasser enthaltenen *Bacterien*, 2. die Art der im Wasser vorhandenen Spaltpilze und 3. die Herkunft der gefundenen *Bacterien* (ob aus dem Boden, aus Excrementen, Hausabwässern u. s. w. stammend) anzugeben.

Der Nachweis der *Bacterien* geschieht, indem man einen Tropfen Wasser auf je ein Deckglas bringt und nun Präparate im gefärbten, im ungefärbten Zustande und im hängenden Tropfen untersucht.

Die Anzahl der im gefärbten Deckglas vorhandenen *Bacterien* gibt schon approximativ die Anzahl der im Wasser enthaltenen *Bacterien* an. Man bestimmt die Anzahl der *Bacterien* stets auf 1 ccm Wasser. Zu diesem Zwecke muss man wissen, wie viele Tropfen (ob 20—30—50) der Pipette einen Cubikcentimeter geben.

Zur genaueren Bestimmung der Anzahl der im Wasser vorkommenden *Bacterien*, wie der Art derselben, schreitet man zur Anlegung von Culturen auf festen Nährböden. Als Nährboden verwendet man die Fleischwasserpeptongelatine.

Man nimmt zwei Reagensröhrchen mit Gelatine, welche man durch Erwärmen flüssig macht, und mengt in dem einen Röhrchen 1 ccm, in dem anderen  $\frac{1}{2}$  ccm des zu untersuchenden Wassers.

Nun giesst man die Gelatine je eines Röhrchens auf eine abgekühlte Glasplatte und lässt sie erstarren. Zu diesem Zwecke bedarf man eines Nivellirständers mit Wasserwaage zum Horizontalstellen der Platte, ein Gefäss mit Eis gefüllt, auf welchem eine Spiegelglasplatte aufliegt, auf der sich die Glasplatte mit der Glasglocke befindet. Ist die Gelatine auf den Platten erstarrt, so gibt man letztere in die Feuchtkammer, in der sie auf Glasbänken liegt und einer Temperatur von circa 20° ausgesetzt wird.

Wenn die Verflüssigung der Gelatine nicht früher eine Zählung der Keime erheischt, so soll selbe erst am 5., nach einigen am 8. Tage vorgenommen werden. Um die Anzahl der auf 1 ccm kommenden Colonien zu bestimmen, legt man die Platte auf eine schwarze Glasplatte und überdeckt sie in einem gewissen Abstände mit einer in Quadratcentimeter getheilten Glasplatte. Es werden mit Zuhilfenahme

einer Lupe die von sechs oder noch mehr Quadraten eingeschlossenen Colonien gezählt, daraus eine Durchschnittszahl für 1 cem berechnet und mit der Anzahl der Quadrate, welche die Cultur überdeckt, multiplicirt. Hat man in die zur Entwicklung der Cultur verwendete Gelatine (meist 10 cem) 1 cem des zu untersuchenden Wassers gegeben, so zeigt die erhaltene Zahl die Anzahl der Bacterien-colonien des Wassers in 1 cem an. Hätte man in Folge reichlichen Vorkommens von Bacterien nur 1 Tropfen genommen, so wäre obige Zahl mit der Tropfenanzahl eines Cubikcentimeters der benützten Pipette zu multipliciren, um die Anzahl der Colonien in 1 cem Wasser festzustellen.

Das hier angeführte Verfahren ist das KOCH'sche, welches in neuerer Zeit von Einigen modificirt wurde. ESMARCH wendet statt der Platten Reagensröhren an, welche er während des Erstarrens der Gelatine dreht, wodurch die innere Fläche des Röhrchens mit einer dünnen Gelatineschichte überkleidet wird, auf der die Colonien sich entwickeln und auch gezählt werden können. Diese Methode hat, wie die folgenden drei, den Vortheil, dass nicht wie bei der Platte leicht eine Verunreinigung aus der Luft stattfinden kann. KOWALSKI benützt einen Kolben mit flachem Boden, der einen Durchmesser von 10 cm hat; PETRI benützt nur Doppelschalen von 10—15 cm Durchmesser, mit flachem Boden und 1 bis 1.5 cm Höhe. Will man für längere Zeit die Gelatineschichte vor dem Austrocknen bewahren, so gibt man diese Doppelschale in eine, an den Innenwänden mit durch Sublimatlösung befeuchtetem Filtrirpapier belegte Feuchtkammer. SOYKA wendete plane Glasehälchen von einem Flächeninhalt von 50 qem und mit 5 mm Höhe, die mit einer planen Deckelschale bedeckt sind, an. In diesen Schälchen lassen sich die entwickelten Colonien makroskopisch und mikroskopisch, ohne selbe zu öffnen, leicht beobachten.

Die Bestimmung der Anzahl der Keime im Wasser kann auch mittelst flüssigen Nährbodens geschehen, nämlich nach der Verdünnungsmethode von MIGUEL (Methode der fractionirten Einsaat). Durch diese Methode erhält man wesentlich grössere Zahlen, als durch das Plattenverfahren.

Der Zweck der Anlegung der Culturen ist auch die Bestimmung der Art der im Wasser vorhandenen Bacterien, hauptsächlich jener, welche die Fäulniss stickstoffhaltiger Stoffe bewirken, oder die specifisch in Menschen- und Thierfäces vorhanden sind, oder die gar gegen den Menschen- oder Thierkörper sich pathogen verhalten, wie der Cholera-bacillus, der Typhusbacillus, der Milzbrandbacillus (s. Bd. II, pag. 75). ADAMETZ hat in verschiedenen Trink- und Nutzwässern bei 87 Bacterienarten gefunden, wovon 36 die Gelatine verflüssigten.

Bei der Bestimmung der Bacterienart wird man oft genöthigt, die Colonien auf verschiedene Nährböden umzuzüchten. Auch ist es nöthig, von den Colonien Präparate im gefärbten und ungefärbten Zustande, ein Präparat im hohlen Objectträger anzulegen, um im mikroskopischen Bilde die Form, Anordnung, Grösse, Beweglichkeit, Wachstumsverhältnisse, Sporenbildung u. s. w. der Bacterien erforschen zu können.

EMMERICH bestreitet das Vorkommen von pathogenen Bacterien, besonders Typhusbacillen und Kommabacillen im Trinkwasser, während KOCH und andere Forscher Typhus-, Cholera- und Milzbrandbacillen im Wasser gefunden hatten. Andere pathogene Bacterien wurden bis jetzt im Wasser nicht nachgewiesen.

Soll ein Wasser speciell auf Cholera-bacillen untersucht werden, so müssen mehrere Culturen auf Gelatineplatten angelegt werden.

Auf der Gelatineplatte zeigen die Cholera-colonien eine trichterförmige Vertiefung. Bei 100maliger Vergrösserung ist die Colonie glashell, wie aus gestossenem Glase bestehend, mitunter mit einem gelbröthlichen Stieh. Der Rand der meist nicht über 4 mm breiten Colonie ist nicht scharf, sondern höckerig. Auf Agar-Agar zeigt der Cholera-bacillus nichts Bemerkenswerthes. Auf Blutserum wachsen die Kommabacillen äusserst kräftig und verflüssigen den Nährboden. Die Verflüssigung im Stiechanal bei einer Stiehcultur in Gelatine ist trichterförmig mit

Einsenkung, nach 4 Wochen ist die ganze Gelatine verflüssigt. Auf Kartoffeln wachsen die Cholera bacillen nur bei hoher Zimmertemperatur, über 30° oder in Brutöfen. Die Colonien zeigen sich als hellgraubrauner Ueberzug, welcher endlich breiig zerfliesst.

Die Gestalt der Cholera bacillen ist die eines Komma (Beistriches). Sie sind um die Hälfte circa kürzer als die Tuberkelbacillen, sehr beweglich; Sporen wurden noch keine beobachtet mit Ausnahme der Arthrosporen, welche HÜPPE bemerkte.

Ihr Temperaturoptimum ist zwischen 30—40°. Sie lassen sich mittelst der GRAM'schen Methode färben. Diese besteht darin, dass man die Deckgläser auf eine Anilinwasser-Gentianaviolettlösung legt und dieselbe bis zur Blasenbildung erhitzt, hierauf die Deckgläser durch 7 Minuten in einer Jodkaliumlösung (1 Th. Jod, 2 Th. Jodkalium und 300 Th. Wasser) liegen lässt. Nach dieser Zeit werden sie in Alkohol bis zur gänzlichen Entfärbung ausgewaschen.

Der Cholera bacillus besitzt grosse Aehnlichkeit mit dem von FINKLER und PRIOR gefundenen Bacillus und mit dem von DENEKE in altem Käse gefundenen. Der FINKLER und PRIOR'sche ist dicker, verflüssigt schneller die Gelatine als der KOCH'sche Cholera bacillus. Der Rand seiner Colonien ist glatt, niemals höckerig; die Colonie erscheint granulirt und dunkel gefärbt. Auf Kartoffel wächst er schon bei Zimmertemperatur und bildet einen grauen Beleg mit weissem Rand. Der DENEKE'sche wächst schneller und gedeiht auf Kartoffeln nicht.

Der Vorgang des Nachweises von Typhusbacillen im Wasser ist dem eben erwähnten ähnlich.

Die Typhusbacillen verflüssigen nicht die Gelatine, die Colonien erreichen ihre volle Grösse zwischen dem 4. und 8. Tage. Wenn daher reichlich auf der Platte verflüssigende Colonien auftreten, so müssen diese durch Betupfen mit hypermangansaurem Kali in ihrem weiteren Fortschreiten gehemmt werden.

Die Colonien des Typhusbacillus bilden auf der Gelatine oberflächliche gelbräunliche Flecken mit zackigem Rande; bei schwacher Vergrösserung glaswollartig verflochten. In der Gelatine zeigt die Sticheultur geringes Wachstum längst des Sticheanals, der Beleg ist dünn, graulich weiss mit zackigem Rand. Auf Nähragar bilden die Colonien einen weisslichen, oberflächlichen Beleg. Auf dem Blutserum wächst der Typhusbacillus nur längs des Impfstiches als milchig weisser Streifen.

Der Typhusbacillus unterscheidet sich von anderen ihm sehr ähnlichen Bacillen durch seine Kartoffelkultur. Bei der Impfung mit Typhusbacillen bekommt die Kartoffelscheibe nach ungefähr 36 Stunden einen feuchten, mattglänzenden Ueberzug. Wird der Beleg mit der Platinnadel berührt, so fühlt man eine resistente, glatte Haut. Tritt nicht gleich nach der ersten Impfung der charakteristische Beleg hervor, so müssen mehrere Impfungen vorgenommen werden, bis man zu dem gewünschten Resultate kommt.

Der Typhusbacillus hat seine Enden abgerundet, ist beweglich und lässt sich schwer, nach der GRAM'schen Methode gar nicht färben, er verflüssigt die Gelatine nicht und zeigt die endogene Sporenbildung.

Zum Nachweis von Milzbrandbacillen legt man mehrere Gelatineplatten-culturen an. Die verflüssigenden Colonien zeigen an der Peripherie unregelmässige Fäden in mannigfaltigen Verflechtungen. Die Gelatine beginnt in den Sticheulturen von oben her sich zu verflüssigen. Auf Nähragar bildet die Cultur einen trockenen, abziehbaren Beleg. Auf Kartoffeln zeigen sich trockene weisse Colonien auf die Impfstelle beschränkt.

Die Milzbrandbacillen sind unbeweglich, 3—20  $\mu$  lang, 1.0—1.25  $\mu$  breit, mit scharf abgeschnittenen Enden. Ihre Sporen sind eiförmig. Sie färben sich leicht, auch mit der GRAM'schen Methode. Aehnlich sind demselben der Heubacillus, hat aber abgerundete Enden, die Sporen keimen seitlich; der Bacillus des malignen Oedems lässt sich nicht züchten auf Gelatine; der Wurzelbacillus zeigt bei schwacher Vergrösserung die wurzelfaserige Ausbreitung der Colonien.

Ueber die Resultate der mikroskopischen und bacteriologischen Wasseruntersuchung legt man nach GÄRTNER folgende Tabelle an:

Laufende Nummer.		
Bezeichnung des Wassers nach Ursprung und Entnahmsstelle.		
Tag und Stunde	der Entnahme.	
	der Untersuchung.	
Mikroskopische Untersuchung	des frischen Tropfens	(im gefärbten Deckglas. im hängenden Tropfen.)
	des Rückstandstropfens	(im gefärbten Deckglas. im hängenden Tropfen.)
	nach 24 Stunden	(im hängenden Tropfen.)
Untersuchung auf entwickelungsfähige Keime	Zeit der Impfung der Gelatineplatte bis zur Zählung. Lufttemperatur im Räume, wo die Platte stand.	
	Colonienzahl im Cubikcentimeter	I. Platte. II. Platte.
	Angabe der Art der gefundenen Mikroorganismen.	
Bemerkungen.		

Der Befund der mikroskopischen Untersuchung eines Wassers gibt häufig schon wesentliche Aufschlüsse über die Eignung desselben als Trink- oder Nutzwasser, wie über seine Provenienz.

Die organischen Bestandtheile, welche häufig in der Luft suspendirt vorkommen, können, wenn man sie im Wasser in grosser Menge antrifft, vermuthen lassen, dass das Wasser grössere Strecken in offenen Gerinnen läuft, in denen es Verunreinigungen ausgesetzt ist, daher sich als Trinkwasser nicht eignet.

Zeigen sich im Wasser organische Bestandtheile, die den in der Haushaltung vorkommenden entsprechen oder findet man darin Muskelfasern imbibirt mit Gallenfarbstoff, so kann man annehmen, dass das Wasser im ersten Falle mit Zufüssen aus Küchenausgüssen und Aborten, im anderen Falle mit Fäcalien verunreinigt ist. In beiden Fällen kann das Wasser nicht als Trinkwasser oder Nutzwasser verwendet werden.

Findet man im Wasser weit verzweigte Schläuche von Saprolegnien oder Oscillarien oder von Infusorien, so weiss man, dass bereits faulige Gährung aufgetreten ist und dass man das Wasser als Sumpfwasser ansehen kann.

Diese Verunreinigungen bewirken, wenn sie in minimaler Menge im Wasser vorkommen, keine nennenswerthen Gesundheitsstörungen.

FRÄNKEL hält ein Trinkwasser, in dem mehr als 50 Keime in einem Cubikcentimeter vorkommen, nicht mehr für ein gutes. Die Erfahrung lehrt, dass alle Wasser mit Ausnahme des Quellwassers einen grösseren Gehalt an Bacterien besitzen. Das Wiener Hochquellenwasser enthält im reinen Zustand wenig Keime, gemischt mit dem Wasser des Schwarzaflusses über 200.

Andere halten das Wasser mit 100 und noch mehr Keimen für zulässig als Trinkwasser.

Kommen im Wasser Bacterien vor, welche die Fäulniss stickstoffhaltiger Stoffe bedingen, oder die specifisch in den Menschen- und Thierfäces vorhanden sind, oder die pathogene Eigenschaften besitzen, so ist das Wasser zur Benützung als Trink- oder Nutzwasser absolut auszuschliessen.

Schrank.

#### Beurtheilung der bei der chemischen und bacteriologisch-mikroskopischen Untersuchung erhaltenen Resultate.

An der Beurtheilung des Wassers muss das Resultat der chemischen und bacteriologischen Untersuchung in gleicher Weise berücksichtigt werden. Es muss das zu Genusszwecken dienende Wasser von einer solchen Stelle entnommen werden, welche gleichmässige Beschaffenheit garantirt und zufällige Verunreinigungen ausschliesst. Es muss geruchlos, geschmacklos, klar und farblos sein. Die Temperatur desselben soll möglichst wenig von der mittleren Temperatur des Ortes der Entnahme abweichen und eine möglichst constante sein. Die Beurtheilung des Wassers auf Grund der chemischen Untersuchung stützt sich in der Hauptsache auf einen Vergleich mit den bei der Untersuchung eines reinen Wassers der-

selben Gegend erhaltenen Resultaten, sofern nicht die Anwesenheit bestimmter Körper den Gebrauch des Wassers von selbst schon verbietet. Der bisher befolgte Grundsatz, allgemein gültige Grenzwerte aufzustellen, hat somit seine ihm früher innewohnende Bedeutung verloren, doch eignet sich die von REICHARDT (s. pag. 356) ermittelte Zusammensetzung von Normalwässern verschiedener geologischer Formationen passend zu Vergleichen. Solche von verschiedenen Forschern aufgestellte Grenzwerte sind die folgenden: 100000 Th. Wasser sollen

1. nicht mehr, als 50 Th. mineralische und organische, bei dem Verdampfen auf dem Wasserbade zurückbleibende Stoffe,

2. nicht mehr, als 18—20 Th. Erdalkalimetalloxyde, Calcium- und Magnesiumoxyd (Härtegrade),

3. nicht mehr, als 2—3 Th. Chlor, entsprechend 3.3—5 Th. Kochsalz,

4. nicht mehr, als 8—10 Th. Schwefelsäure ( $\text{SO}_2$ ),

5. nicht mehr, als 0.5—1.5 Th. Salpetersäure ( $\text{N}_2\text{O}_5$ ) und

6. nicht mehr organische Substanzen enthalten, als höchstens 1 Th. Kaliumpermanganat reduciren.

7. Ammoniak und salpetrige Säure sollen in dem Wasser gar nicht vorkommen.

Bei der Beurtheilung des Wassers auf Grund der bei der chemischen Untersuchung erhaltenen Resultate ist stets zu berücksichtigen, dass die in dem Wasser bestimmten organischen Stoffe an und für sich ganz unschädlicher Natur sind, das Wasser auch nicht ungeniessbar machen, wenn nicht ihre Menge allzu bedeutend wird. Die organischen Bestandtheile bieten nur insofern einen Maassstab für die Verunreinigung, als unter den eventuell unschädlichen Stoffen auch andere schädlicher Natur vorkommen können, deren Nachweis im Wasser uns noch nicht möglich ist, und dass die Anwesenheit gewisser Stoffe, so salpetriger Säure und Ammoniak, welche Zersetzungsproducte stickstoffhaltiger organischer Substanzen sind, ihrer Abstammung nach das Wasser für den Genuss untauglich machen müssen, auch direct den Verlauf fermentativer Processe im Wasser anzeigen.

Bei Verunreinigung eines Wassers durch menschliche Excremente erfährt vor Allem schon der Gehalt an Kochsalz eine wesentliche Steigerung, aus welcher man allein schon beim Vergleich mit einem reinen Wasser aus derselben Gegend oder Formation auf eine Verunreinigung durch Urin und Fäcalien schliessen kann. Des weiteren wird in einem so verunreinigten Wasser der Gehalt an organischen Substanzen und stickstoffhaltigen Zersetzungsproducten ein verhältnissmässig grosser sein.

Häusliche Abfallstoffe geben sich in dem Wasser meist nur durch eine Steigerung des Gehaltes an organischen und mineralischen Substanzen zu erkennen. Sonach sind Wässer mit grossem Gehalt an organischen Substanzen, mit Gehalt an salpetriger Säure und Ammoniak und dem diese meist begleitenden an Chloriden, Sulfaten, von der Verwendung für hygienische Zwecke auszuschliessen.

So wird ein Brunnenwasser, welches in 100000 Th. ergibt:

60.0 Rückstand,

10.0 Chlor,

7.3 Salpetersäure,

viel Ammoniak,

viel salpetrige Säure,

1.5 Kaliumpermanganatverbrauch

unzweifelhaft durch Fäcalien verunreinigt und daher als Trinkwasser zu verwerfen sein.

Enthält ein Wasser in 100.000 Th.

60.0 Rückstand,

10.0 Chlor,

1.5 Salpetersäure,

kein Ammoniak,

keine salpetrige Säure,

und verbraucht 0.7 Kaliumpermanganat, so ist dasselbe zweifelsohne auch durch Fäcalstoffe verunreinigt worden, aber die organischen Stoffe sind im Boden schon so weit oxydirt, dass Ammoniak und salpetrige Säure verschwunden, Salpetersäure fast auf den normalen Gehalt zurückgegangen ist. Ein solches Wasser, welches sich von einem normalen Wasser nur durch den höheren Gehalt an Chloriden und Nitraten unterscheidet, salpetrige Säure und Ammoniak aber nicht mehr enthält, kann ohne Bedenken als Trink- und Gebrauchswasser Verwendung finden. Man darf aber ein Wasser deshalb noch nicht als besonders verunreinigt ansprechen, wenn der Gehalt desselben an einem oder an wenigen der angeführten Körper die Vergleichswerthe übertrifft, dieses kann man erst annehmen, wenn die sämtlichen oder die Mehrzahl der aufgeführten Körper in erheblich grösserer Menge vorhanden sind.

Auf Grund der mikroskopischen Untersuchung ist ein Wasser zu beanstanden, wenn sich in demselben pflanzliche und thierische Ueberreste oder lebende Organismen finden, deren Anwesenheit das Wasser unappetitlich machen und die Annahme gestattet, dass sich unter letzteren krankheitserregende Wesen pflanzlichen oder thierischen Ursprungs finden.

Die bacteriologische Untersuchung ergibt die Unbrauchbarkeit des Wassers zu Genusszwecken, wenn sie die Anwesenheit von Krankheitserregern (pathogenen Mikroorganismen) ergibt, wie überhaupt Wasser zu Genusszwecken untauglich ist, wenn die Möglichkeit vorhanden ist, dass Krankheitserreger in dasselbe gelangen können. Im Uebrigen muss man verlangen, dass Wasser Mikroorganismen nicht in grosser Menge enthält. Ein Wasser ist um so reiner, je weniger Bacterien in demselben vorkommen. Reines Quellwasser enthält in 1ccm 10 bis 40 Keime. In Brunnenwässern, welche nicht verunreinigt sind, finden sich meist weniger, als 500 Keime in 1ccm; doch kann diese Zahl nur als Vergleichswerth dienen und keinen Grenzwert vorstellen. Enthält Wasser mehr als 200 Keime in 1ccm, so müssen weitere Untersuchungen, insbesondere chemische Untersuchungen die Ursache der Verunreinigung feststellen. Ausser der Zahl ist auch die Art der Bacterien von Wichtigkeit. Gehören z. B. alle Bacterien einer Art oder einigen Arten an, welche sich auch im Normalwasser derselben Gegend finden, so ist das Wasser als zum Genuss geeignet zu bezeichnen. Sind aber Bacterien vorhanden, welche in menschlichen Excrementen und im Canalwasser vorkommen, so ist das Wasser als für den Genuss untauglich zu bezeichnen.

Zum Waschen und Kochen kann nur ein weiches Wasser Verwendung finden, da Gemüse beim Kochen in hartem Wasser mehr Zeit zum Weichkochen erfordert, als bei Anwendung von weichem Wasser. Zum Kochen der Hülsenfrüchte ist hartes Wasser völlig unbrauchbar, da an deren Oberfläche eine Verbindung des Legumins mit Kalk und Magnesia entsteht, welche hornartig erhärtet und das Eindringen von Wasser in die Samen verhindert. Beim Waschen wird umso mehr Seife verbraucht, je härter das Wasser ist. Ehe nämlich diese zur Wirkung kommen kann, wird eine dem vorhandenen Erdalkalisalz entsprechende Menge Seife (fettsaures Alkali) in unlösliche fettsaure Erdalkalimetalle verwandelt, geht also für den Waschprocess verloren.

Die Anforderungen, welche an ein zu gewerblichen Zwecken verwendbares Wasser zu stellen sind, weichen je nach den verschiedenen Zwecken, welchen es dienen soll, von einander ab. Als Kesselspeisewasser sollen nur möglichst weiche Wasser Verwendung finden, da harte Wasser, namentlich wenn die Härte durch Gyps bedingt wird, zur Bildung von Kesselstein Veranlassung geben.

Zu Gährungsgewerben (Brauerei und Brennerei) darf nur Wasser verwendet werden, welches frei von organischen Substanzen und Mikroorganismen ist, da Mikroorganismen zu secundären Gährungsvorgängen Veranlassung geben und organische Substanzen durch die vorhandenen Gährungserreger unter Bildung von Producten zerfallen können, welche die gährenden Flüssigkeiten in unliebsamer Weise verunreinigen. Für Zuckerfabriken muss ein von Nitraten und Magnesium-

chlorid freies Wasser verwendet werden, da beide melassebildend wirken. Papierfabriken brauchen ein weiches und eisenfreies Wasser, da Magnesium- und Calciumsalze auf Harzseife zersetzend einwirken und Eisengehalt Rostflecke veranlasst. Färbereien, Druckereien und Bleichereien verlangen ein farbloses und weiches Wasser.

H. Beckurts.

**Wasserandorn** ist *Lycopus europaeus* L. — **Wasserangelica** ist *Archangelica officinalis* Hoffm. — **Wasserbathengel** ist *Teucrium Scordium* L. — **Wasserbenedict** ist *Geum rivale* L. — **Wasserbungen** ist *Veronica Beccabunga*. — **Wasserdost** ist *Eupatorium cannabinum* L. auch *Bidens*. — **Wasserdürrwurz** ist *Bidens*. — **Wasserrfenchel** ist *Phellandrium aquaticum* L. — **Wasserrflohkraut** ist *Polygonum Amphibium* L. — **Wasserhanf** ist *Eupatorium*, auch *Bidens*. — **Wasserklee** ist *Trifolium fibrinum*. — **Wasserklette** ist *Petasites*. — **Wasserknoblauch** ist *Teucrium Scordium* L. — **Wasserknöterich** ist *Polygonum Amphibium* L. — **Wasserkörbel** ist *Phellandrium aquaticum* L. — **Wasserkresse** ist *Nasturtium officinale* R. Br. — **Wassermangold** sind *Rumex*-Arten. — **Wassermelone** ist *Citrullus vulgaris* Schrad. — **Wassermark** ist *Sium latifolium* L. und *Apium graveolens* L. — **Wasserminze** ist *Mentha aquatica* L. — **Wassernabel** ist *Hydrocotyle vulgaris* L. — **Wassernuss** ist *Tropa natans* L. — **Wassernymphe** ist *Nymphaea alba* L. — **Wasserpetersilie** ist *Apium graveolens* L. — **Wasserpfeffer** ist *Polygonum Hydro-piper* L. — **Wasserraute** ist *Thalictrum flavum* L. — **Wasserschierling** ist *Cicuta virosa* L. — **Wasserviole** ist *Butomus umbellatus* L. — **Wasserwegerich** ist *Alisma Plantago* L.

**Wasserbäder** nennt man Vorrichtungen, um kleinere Flüssigkeitsmengen in Porzellan- oder Glasschälchen im Dampfbade zu erhitzen. Sie haben die Form kleiner halbkugeliger kupferner Kessel mit einem aus einem System von ineinander passenden Ringen bestehenden Deckel, oder flacher runder Kessel aus emaillirtem Eisen mit flachem Boden und einem aus Ringen bestehenden Deckel wie oben. Die Wasserbäder sind also eigentlich kleine Dampfapparate ohne Spannung und Leitung. Das in der Vorrichtung befindliche Wasser wird durch eine unmittelbar darunter befindliche Flamme zum Sieden erhitzt; das verdampfende Wasser muss ergänzt werden. In den Fällen, in welchen längeres Erhitzen im Dampfbade in gleichmässiger Temperatur geboten erscheint, ohne die Schale entfernen zu müssen, gebraucht man Wasserbäder mit constantem Niveau, welche mit einem mit einem Druckregulator correspondirenden Niveaualter verbunden sind. Eine Abbildung eines solchen s. Bd. III, pag. 389, Fig. 59.

**Wasserbett** ist eine grössere Wanne, in welcher quere Bänder oder Riemen verlaufen, welche die in das Bett gelegte Person frei zu tragen bestimmt sind. Das in der Wanne befindliche Wasser kann auf diese Art den Körper von allen Seiten bespülen und auch mit den grossen Substanzverlusten in Berührung kommen, wegen welcher die Personen einer frei schwebenden Lage bedürfen. Auf diese Weise werden besonders die Schmerzen von Personen, welche ausgedehnte Verbrennungen erlitten haben, etwas gelindert oder auch bei Individuen, welche durch das sogenannte Aufliegen besonders am Gesäss grosse Substanzverluste besitzen, die freie horizontale Lage ermöglicht und ihnen theilweise Erleichterung geschafft.

**Wasserblau**, s. Anilinblau, Bd. I, pag. 386.

**Wasserblei**, volkstümliche Bezeichnung für Graphit (Plumbago). Aber auch das Schwefelmolybdän, das Mineral Molybdänglanz, wird seines ähnlichen Aussehens wegen Wasserblei genannt.

**Wasserdicht** nennt man die Eigenschaft gewisser Gewebe, für Wasser undurchlässig zu sein. Diese Eigenschaft erhalten die Gewebe erst durch Impräg-

niren mit wasserdicht machenden Körpern, welche entweder auf, respective im Gewebe direct gebildet werden — hierhin zählt in erster Reihe die Thonerde-seife (s. d. Bd. IX, pag. 716) — oder in Lösung aufgetragen werden, z. B. Harz- oder Kautschuklösungen.

**Wasserfarben** heissen im Gegensatze zu den Oelfarben jene, welche in der Malerei oder zum Anstrich mit reinem oder Gummiwasser angerieben zur Verwendung kommen. Sie sollen, wie alle anderen Farben, möglichst fein geschlämmt sein und sich in Folge dessen mit Wasser leicht zu einem gleichmässigen Brei verreiben lassen. Farben, welche sich ohne Veränderung auf Kalkgrund auftragen oder mit Kalkmilch vermischen lassen, heissen Kalkfarben. Die Wasserfarben sind in Wasser nicht löslich, sondern werden darin blos suspendirt. Benedikt.

**Wasserfenchelöl**, das in den Samen von *Oenanthe Phellandrium* bis zu 1.3 Procent enthaltene und daraus durch Destillation mit Wasserdämpfen zu gewinnende ätherische Oel. Frisch ist es farblos und dünnflüssig, später gelb, riecht und schmeckt intensiv nach Wasserfenchel; spec. Gew. 0.893; löst sich in 6 Th. 90procentigem Alkohol. Es besteht seiner Hauptmasse nach aus Rechtsphellandren (s. Terpene, Bd. IX, pag. 640).

**Wasserfiltrirapparate**, s. Wasser (Reinigungsmethoden), pag. 358.

**Wasserfirniss**, s. Wasserlack, pag. 384.

**Wasserfreie Säuren**, s. Anhydride, Bd. I, pag. 383.

**Wassergas** heisst ein Gasgemenge, welches durch Ueberleiten von Wasserdampf über glühende Kokes erhalten wird. Die Hauptbestandtheile des dabei sich bildenden Gases sind Wasserstoff, Methan, Kohlenoxyd und Kohlensäure. Wassergas brennt mit einer schwach leuchtenden Flamme und kann daher nicht ohne Weiteres als Leuchtgas benutzt werden; um ihm Leuchtkraft zu verleihen, muss es carburirt werden, d. h. es müssen ihm Dämpfe kohlenstoffreicher, schwerer Kohlenwasserstoffe durch Einblasen beigemischt werden, wie z. B. Aethylen, Acetylen, Benzol, Naphtalin. In Amerika, wo vorwiegend Wassergas verarbeitet wird, geschieht das Carburiren entweder gleichzeitig mit oder unmittelbar nach der Fabrikation; in beiden Fällen verwendet man dazu die leichtest siedenden Fractionen der Petroleumdestillate (sogenannte Naphta), indem man deren Dampf entweder direct in die Generatoren oder nachträglich in das gebildete Wassergas in besonderen Retorten einbläst. Nach ersterer Methode wird das LOWE-Gas, nach der zweiten das TESSIÉ DU MOTAY-Gas erhalten. — S. auch Leuchtgas, Bd. VI, pag. 278. Ganswindt.

**Wassergebläse**, s. Gebläse, Bd. IV, pag. 531.

**Wasserglas**, s. *Natrium silicicum*, Bd. VII, pag. 278 und *Kalium silicicum*, Bd. V, pag. 616.

**Wasserglascomposition** ist der Name einer mit einer concentrirten Wasserglaslösung und mit Glycerin versetzten Oelseife. Sie kommt als weisse, weiche Masse in den Handel und wird als Waschmittel empfohlen. Nach SCHELHASS enthält die Wasserglascomposition circa 60 Procent Wasser, 18 Procent Kieselsäure, 12 Procent fette Säuren, 7 Procent Aetznatron und 3 Procent Glycerin; sie ist mit etwas Nitrobenzol parfümirt. Sie soll einfach durch Hinzugeben von Fettsäuren und Glycerin zum Wasserglas dargestellt werden, wodurch sich die Masse in eine gallertige Emulsion umwandelt.

**Wasserheilverfahren**, die Hydrotherapie, wendet das Wasser in seinen verschiedenen Temperaturen und Aggregatformen zu Heilzwecken an. Das Wasser wirkt durch seine Temperatur thermisch, durch seine Masse mechanisch und zum geringsten Theil chemisch. Die ersteren Wirkungen werden um so grössere sein, je grösser die Temperaturdifferenz zwischen dem Körper

und dem einwirkenden Wasser ist. Diese Reizwirkung wird auch durch die Plötzlichkeit des Eingriffes und durch die Grösse der gleichzeitig betroffenen Hautfläche beeinflusst. Ebenso lassen sich die Reizwirkungen durch Combination von Kälte und Wärme, sowie durch ihre Anwendung von gewissen zur Auslösung von Reflexen geeigneten Punkten modificiren. Reizabhaltung — Beruhigung — macht sich bei der Hauttemperatur nahestehenden Wärmegraden geltend. Ausser der auf rein physikalischem Wege vor sich gehenden Abkühlung und Erwärmung durch Ausgleich der differenten Temperaturen fasst WINTERNITZ die Effecte, die wir mit der entsprechenden Anwendung von Kälte, Wärme und deren Combination, sowie mit den damit verbundenen mechanischen Eingriffen im Allgemeinen erzielen können, zusammen als locale Anämie mit collateraler Hyperämie, locale active Hyperämie, locale Stasen, Veränderung der Blutvertheilung, des Druckes und der Spannung im Blutgefässsystem, reactive Wallungen und rapider Stoffwechsel.

Die hydiatische Methodik unterscheidet allgemeine und locale Proceduren, ferner äusserliche und innerliche Wasseranwendung. Abgesehen von der Temperatur gibt es Badeformen, bei denen die Körperoberfläche mit dem Wasser ohne irgend ein anderes vermittelndes Medium direct in Berührung tritt; hierzu zählen die Halb- und Vollbäder, die Regenbäder, Uebergiessungen, Sturzbäder u. s. w. Ferner unterscheiden wir Wasseranwendungen, bei denen das Wasser mit dem Körper durch Vermittlung eines anderen Mediums in Berührung tritt, und zwar zumeist in einer dünnen Leinenschichte. Hierher gehören die Abwaschungen, Abreibungen, die Abklatschung, Einpackung u. s. w. Zu den örtlichen Wasseranwendungen gehören die Formen der Theilbäder, die Umschlagformen, die Kühlapparate, Kühlsonden u. s. w.

**Wasserkalke** oder **hydraulische Kalke** heissen die unter Wasser erhärtenden gebrannten Kalke. Ihrer chemischen Natur nach bestehen diese Kalke aus Aetzkalk mit aufgeschlossenen, d. h. in Salzsäure löslichen Silicaten der Thonerde; sie werden erhalten entweder durch Mischen von gebranntem Kalk mit Silicaten, welche die Kieselsäure in aufgeschlossener Form enthalten, oder durch Brennen von thonerdesilicathaltigen Kalksteinen, wobei der kohlen saure Kalk in Aetzkalk, das Thonerdesilicat aber in die lösliche Modification übergeführt wird.

**Wasserkies**, **Strahlkies**, **Markasit**, ist ein Eisenerz von der gleichen Zusammensetzung, wie der Schwefelkies oder Eisenkies (s. Eisen, technisch, Bd. III, pag. 611). Er krystallisirt rhombisch, ist gelb- bis grünlichgrau gefärbt und wandelt sich an der Luft leichter in Eisenvitriol um als der Schwefelkies.

**Wasserlack**, **Wasserfirniss**, ist eine Auflösung von Schellaek in Boraxlösung.

**Wasserlöslich**, eine in der Chemie der künstlichen organischen Farbstoffe vornehmlich gebrauchte Bezeichnung für in Wasser auflösbare Farbstoffe, im Gegensatz zu „spritlöslich“, womit die in Wasser nicht löslichen, dagegen in Weingeist löslichen Farbstoffe bezeichnet werden.

**Wassermörtel** = Cement, s. d. Bd. II, pag. 613.

**Wasserpest** nennt man in Deutschland die Hydrocharidee *Elodea canadensis* Rich. (*Anacharis Alsinastrum Babingt.*), welche 1836 aus Amerika nach England eingeschleppt wurde und sich von da ausserordentlich rasch verbreitet hat. Die Pflanze ist ausdauernd, lebt untergetaucht in stehenden und langsam fliessenden Gewässern, welche sie in Folge ihres schnellen Wachstums bald ganz überzieht und sogar verstopft. Sie hat zu 3—4 quirlständige lineal-lanzettliche, klein gesägte Blätter und zwitterige, diöcische oder polygame, 3zählige Blüthen in 1—3blüthigen Scheiden. In Europa kommt jedoch nur die weibliche Pflanze vor.

Wegen ihres wuchernden Wachstums wird die Wasserpest wohl lästig, aber sie trägt viel zur Assanirung solcher Gegenden bei, welche wegen der stagnirenden Gewässer von Wechselfieber und Ruhr zu leiden haben.

**Wasserreis** oder Tuscarora-Reis ist *Zizania aquatica* Lamb. Die Früchte sind 12—20 mm lang, 0.5—1.2 mm dick, von den Spelzen fest umschlossen, deren untere eine sehr lange Granne trägt. Sie enthalten nach PETERS 76.8 Procent Stärke, 0.7 Procent Fett, 6.8 Procent Eiweissstoffe.

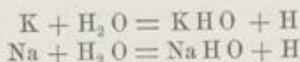
In Nordamerika wird dieser Reis zur Ernährung der Fische an Teichen gebaut; in Deutschland wurde seine Cultur bisher vergebens angestrebt.

**Wasserröste** heisst die erste vorbereitende Operation, um aus den Flachstengeln die Fasern zu isoliren.

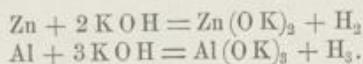
**Wasserstoff**, Hydrogenium, H; Atomgewicht = 1. Wasserstoff wurde zuerst von PARACELsus bei der Einwirkung von verdünnten Säuren auf Metalle beobachtet, aber als ein eigenthümliches, von den bekannten brennbaren Gasen verschiedenes Gas erst 1766 von CAVENDISH erkannt. Da beim Verbrennen desselben Wasser entsteht, so benannte LAVOISIER es als Hydrogenium (von ὑδωρ Wasser und γένω, ich erzeuge). Wasserstoff, so wurde Hydrogenium in's Deutsche übertragen, findet sich im freien Zustande in grosser Menge auf der Sonne und anderen Fixsternen, sowie in kleiner Menge in den vulkanischen Gasen, in den Gasen der Salzbergwerke zu Stassfurt und Wieliczka, in gewissen Meteorsteinen und unter den Zersetzungsproducten organischer Körper; gebunden ist er namentlich im Wasser enthalten, weiterhin in fast allen organischen Verbindungen.

Wasserstoff kann man aus dem Wasser durch den galvanischen Strom abscheiden, wobei dasselbe in 2 Vol. Wasserstoff und 1 Vol. Sauerstoff gespalten wird, welcher erstere sich am negativen Pole abscheidet, während der letztere am positiven Pole sich entwickelt:  $H_2O = H_2 + O$ .

Zweitens kann man Wasserstoff durch Eintragen von Kalium oder Natrium in Wasser darstellen:

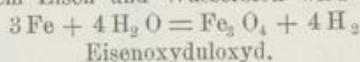


oder durch Erwärmen von fein vertheiltem Zink oder Aluminium mit einer Lösung von Kaliumhydroxyd:

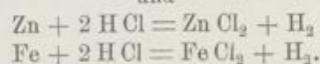
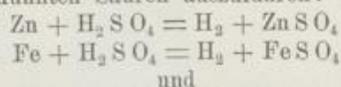


Da aber Natrium, Kalium und Aluminium kostbare Metalle sind, so wird die Zersetzung von Wasser durch dieselben nicht ausgeführt, sobald Wasserstoff in grösserer Menge für besondere Zwecke verwendet werden soll.

Leitet man Wasserdämpfe über glühendes Eisen, so vereinigt sich der Sauerstoff des Wassers mit dem Eisen und Wasserstoff wird frei:



Weit bequemer ist die Darstellung des Wasserstoffes durch Uebergiessen von Eisen oder Zink mit verdünnten Säuren auszuführen:



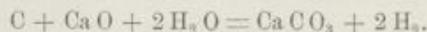
Zu diesem Zwecke gibt man das granulirte Zink oder Eisen in eine Gasentwicklungsflosche *a* (Fig. 42), übergiesst mit einer hinreichenden Menge Wasser und lässt durch das Trichterrohr *b* Schwefelsäure in kleinen Mengen zufließen. Das sich entwickelnde Gas entweicht durch das Gasleitungsrohr *c*, kann aber auch durch die Waschflosche (Fig. 43), welche etwas Wasser enthält, geleitet

werden, um das Gas von kleinen Mengen von mit in die Höhe gerissener saurer Flüssigkeit zu befreien. Zur Beseitigung des stets vorhandenen Wasserdampfes leitet man das Gas durch U-förmige Röhren, welche entweder mit gekörntem Chlorcalcium oder mit Bimsteinstückchen, die mit Schwefelsäure getränkt sind, gefüllt werden. Von beigemengtem Arsenwasserstoff, Phosphorwasserstoff und Schwefelwasserstoff wird das Gas mittelst Durchleiten durch mit Kaliumpermanganatlösung gefüllte Waschflaschen gereinigt. Ein einfacher und zweckmässiger Apparat zur Entwicklung von Wasserstoff nach Bedarf aus Zink und verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure ist derjenige von DEVILLE und DEBRAY (s. Gasentwicklungsapparate, Bd. IV, pag. 522) und die Modification desselben von KIPP (s. ebend. Bd. IV, pag. 523).

Zu technischen Zwecken wird Wasserstoff dargestellt: 1. Durch Ueberleiten von Wasserdampf über glühende Kohlen, wobei Kohlensäure und Wasserstoff entstehen, welche erstere durch Kalk absorbirt werden kann:



und 2. durch Erhitzen von Kohle mit Kalkhydrat in eisernen Retorten zur Rothgluth:



Wasserstoff ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas, welches von CAILLETET, namentlich aber von PICTET bei  $-140^\circ$  durch einen Druck von 600 Atmosphären zu einer stahlblauen, undurchsichtigen Flüssigkeit verdichtet worden ist. Der Wasserstoff hat von allen Körpern in der Natur das kleinste specifische Gewicht, ist der leichteste aller bekannten Körper; er besitzt das specifische Gewicht 0.0693 (Luft = 1), ist also  $14\frac{1}{2}$ mal leichter als die atmosphärische Luft. Man nimmt deshalb das specifische Gewicht des Wasserstoffes = 1 an. 11 Wasserstoff wiegt bei  $0^\circ$  und 760 mm Druck 0.089578 g.

Wasserstoff kann natürlich den Athmungs- und Verbrennungsprocess nicht unterhalten, verbrennt aber selbst mit schwach leuchtender Flamme zu Wasser, welches bei der hohen Temperatur gasförmig auftritt. Hält man aber über die Flamme des Gases ein trockenes

Fig. 42.

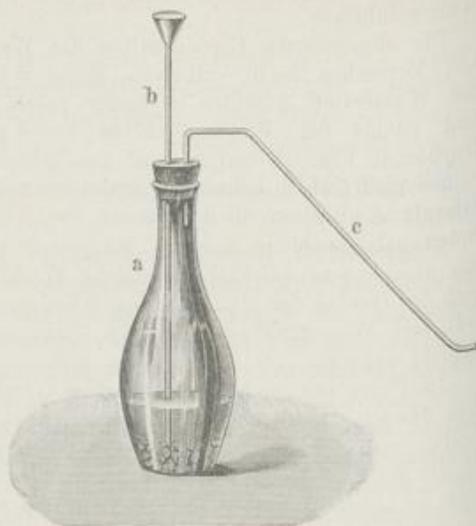
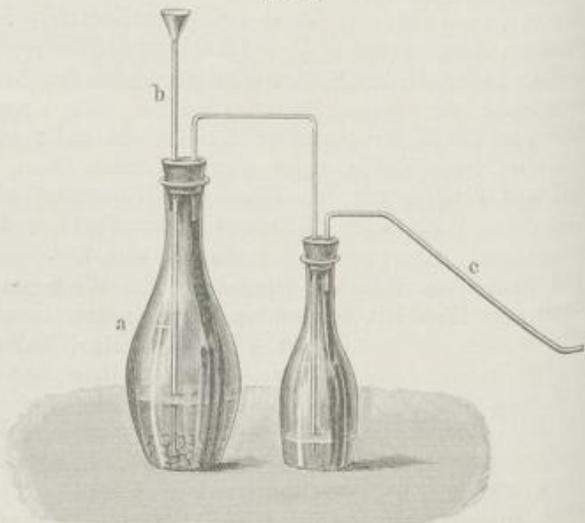


Fig. 43.



und kaltes Glas, so beschlägt dieses in Folge der Verdichtung des Wasserdampfes mit Feuchtigkeit. Die bei der Verbrennung des Wasserstoffes auftretende Wärmemenge ist die grösste, welche bei der Verbrennung irgend eines Körpers an der Luft oder in Sauerstoff erzeugt wird; es entwickelt 1 Th. Wasserstoff 34.462 Wärmeeinheiten.

Die angegebenen Eigenschaften des Wasserstoffes kann man durch eine Anzahl von Versuchen leicht erläutern. Zieht man z. B. von einem aufrechtstehenden, mit Wasserstoff gefüllten Cylinder rasch die diesen verschliessende Glasplatte und nähert der Mündung einen brennenden Körper, so schlägt eine wenig leuchtende Flamme empor, weil das in dem Cylinder befindliche, brennbare Gas seines niedrigen specifischen Gewichtes wegen in die Höhe steigt. Zieht man die Glasplatte aber von dem Cylinder, während man diesen mit der Mündung nach unten hält, so bleibt das Gas längere Zeit in dem Cylinder und führt man eine am umgebogenen Drahte befindliche Wachskerze in den Cylinder, so entzündet sich das Gas an der Mündung des Cylinders, während die Flamme der Wachskerze, weil der Wasserstoff das Brennen nicht unterhält, oberhalb der brennenden Gas-schicht erlischt.

In Folge des leichten specifischen Gewichtes des Wasserstoffes steigen Ballons aus dünnem leichtem Stoffe (aus Collodium oder aus Goldschlägerhäutchen) in die Höhe, wenn sie mit dem Gase gefüllt werden. Und zwar steigen solche Ballons in die Höhe, wenn ihr Gewicht nach dem Füllen mit Wasserstoff geringer ist, als das Gewicht eines gleichen Volumens atmosphärischer Luft. Das geringe specifische Gewicht des Wasserstoffes lässt sich auch durch das rasche Aufsteigen von Seifenblasen zeigen, welche mit Wasserstoff gefüllt sind. Um dies zu zeigen, taucht man eine ziemlich enge, oben trichterartig erweiterte Glasröhre, durch welche ein mässig starker Wasserstoffstrom hindurchtritt, in eine mit etwas Glycerin versetzte Seifenlösung und schleudert die sich bildende Blase durch Schütteln der Röhre ab.

Mit Sauerstoff oder Luft gemengt, verbrennt Wasserstoff mit heftigem Knall. Will man deshalb Wasserstoff anzünden, so hat man vorher Sorge zu tragen, dass die atmosphärische Luft vollständig durch das schon einige Zeit sich entwickelnde Gas aus den Apparaten ausgetrieben ist. Die Explosion ist am heftigsten, wenn Wasserstoff genau mit so viel Luft gemischt ist, als zu einer Verbrennung erforderlich ist; dies ist der Fall bei dem Verhältnisse von 2 Vol. Wasserstoff und 5 Vol. Luft. Dieselbe lässt sich gefahrlos an der sogenannten elektrischen Pistole zeigen. Diese besteht aus einem hohlen Rohre von Messingblech, welches hinten auf einem hölzernen Handgriffe steckt und vorn eine etwas weniger weite, etwas conische Röhre hat, welche die Mündung der Pistole darstellt. In eine auf der unteren Seite befindliche kurze Messingröhre ist eine enge Glasröhre eingekittet, durch welche, fest eingekittet, ein bis an die obere Wand der Pistole reichender Draht geht, welcher aussen eine kleine Kugel trägt. Man füllt die Röhre mit Wasserstoff, wodurch in derselben das explosive Gasgemisch entsteht, verschliesst, indem man die Mündung nach unten hält, mit einem weichen Korke und nähert die oben bezeichnete kleine Kugel dem Knopfe einer kleinen geladenen Leydener Flasche. Es erfolgt Ueberspringen des elektrischen Funkens, Entzündung des explosiven Gemisches und Heraustreiben des Korkes mit heftigem Knalle.

Der in der Luft vorhandene Stickstoff hat an der Verbrennung keinen Antheil und schwächt in Folge dessen, indem er die Verbrennungstemperatur erniedrigt, die Explosion ab. Deshalb ist die Explosion weit heftiger, wenn man das Wasserstoffgas mit Sauerstoff, anstatt mit atmosphärischer Luft mischt, und am stärksten, wenn man 2 Vol. Wasserstoff mit 1 Vol. Sauerstoff mischt. Eine solche Mischung wird Knallgas genannt. Zur Darstellung desselben mischt man Wasserstoff und Sauerstoff in dem entsprechenden Verhältniss.

Wie schon erwähnt, entsteht bei der Verbrennung des Wasserstoffes die grösste Menge Wärme, mehr, als bei der Verbrennung eines jeden anderen Körpers;

die höchste Temperatur, welche überhaupt bei der Verbrennung entstehen kann, entsteht, wenn Wasserstoff durch reinen Sauerstoff verbrannt wird. Wollte man das Gemenge von 2 Vol. Wasserstoff und 1 Vol. Sauerstoff, also das Knallgas, aus einem Behälter durch eine Röhre ausströmen lassen und an deren Mündung entzünden, so würde sich die Verbrennung in den Behälter fortpflanzen und diesen unter starker Explosion zertrümmern. Gefahrlos erhält man eine Knallgasflamme, wenn man die Bestandtheile des Knallgases erst unmittelbar vor der gemeinsamen Ausströmungsöffnung mischt. Dies erreicht man dadurch, dass man die Gase aus getrennten Gasometern in den DANIEL'schen Hahn einströmen lässt, bei welchem sich die Röhre für Sauerstoff innerhalb der Röhre für Wasserstoff befindet und erst an der Spitze sich mit dieser vereinigt. In der Knallgasflamme schmelzen mit Leichtigkeit sehr strengflüssige Substanzen, wie Platin, Kieselsäure, Thonerde. Lässt man die Knallgasflamme auf ein zugespitztes Stück Kreide, Aetzkalk, Magnesia oder Zirkonerde einwirken, so werden diese Substanzen zur Weissgluth erhitzt und verbreiten ein blendend weisses Licht, welches als DRUMMOND'sches Kalklicht zu Beleuchtungszwecken Anwendung findet.

Der Wasserstoff besitzt namentlich in statu nascendi und auch in erhöhter Temperatur eine grosse Affinität zum Sauerstoff, mit welchem er sich zu Wasser verbindet. Daher wirkt er reducirend. Man verwendet daher den Wasserstoff zur Abscheidung mancher Metalle aus ihren Oxyden. Aehnlich wie die Oxyde mancher Metalle, werden auch manche Schwefelmetalle und Chlormetalle unter Bildung von Schwefel- und Chlorwasserstoff zerlegt.

Palladium absorbirt bei Rothglühhitze oder als negative Elektrode bei der Elektrolyse des Wassers nicht unbedeutliche Mengen von Wasserstoff. Dabei dehnt sich das Palladium aus, wird leichter, ohne jedoch sein metallisches Aussehen oder an seiner Leitungsfähigkeit für Wärme oder Elektrizität zu verlieren. Es verhält sich somit die Verbindung des Palladiums mit Wasserstoff,  $Pd_2H$ , wie eine Legirung zweier Metalle, woraus schon GRAHAM schloss, dass der Wasserstoff der Dampf eines sehr flüchtigen, flüssigen Metalles von 0.62—0.63 specifischem Gewicht sei.

Auch andere Metalle, wenn auch in viel geringerem Grade als Palladium, vermögen Wasserstoff zu absorbiren, so Schmiedeeisen bei Rothglühhitze, Kupfer, Platinschwamm, Silberdraht. Auch Kalium und Natrium verbinden sich in erhöhter Temperatur mit Wasserstoff zu Verbindungen  $K_2H$  und  $Na_2H$ . Wasserstoff findet Verwendung als Reductionsmittel, als Material zur Füllung von Luftballons, und gemengt mit Sauerstoff zur Speisung des Knallgasgebläses. Zu Beleuchtungszwecken kann die farblose Flamme des Wasserstoffes direct keine Verwendung finden, wohl aber wird Wasserstoff zu Beleuchtungszwecken verwendet, indem man ihn mit leicht flüchtigen Kohlenwasserstoffen sättigt oder indem man in die Flamme des Wasserstoffes feste Körper (Körbe aus Platin) bringt, welche dann zur Weissgluth erhitzt werden (Platingas).

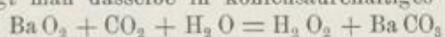
H. Beckurts.

**Wasserstoffsäure** wurde von BUSSE ein Milcheonservierungsmittel genannt, das aus einer wässerigen Lösung von 3 Procent Wasserstoffsuperoxyd und 5 Procent Borax mit etwas freier Salzsäure bestand. Eine besonders conservirende Wirkung ist dem Mittel nicht zuzuschreiben. — **Wasserstoffsäuren** heissen auch die Wasserstoffverbindungen der Halogene und der diesen nahestehenden Atomgruppen, z. B. Chlorwasserstoffsäure, Rhodanwasserstoffsäure etc.

**Wasserstoffsulfid**, s. Schwefelwasserstoff, Bd. IX, pag. 162.

**Wasserstoffsuperoxyd**,  $H_2O_2$ . Ist aufzufassen als die Vereinigung der beiden einwerthigen, im freien Zustande nicht bekannten Hydroxylgruppen: H-O-O-H. Wurde 1818 von THENARD entdeckt. Findet sich in kleiner Menge in der Atmosphäre, im Regen und Schnee. Im Regenwasser wurden zwischen 0.04 mg und 1 mg im Liter gefunden. Es entsteht stets in kleiner Menge bei einer Reihe von Oxydationen, die sich bei Gegenwart von Wasser vollziehen, so bei langsamer

Oxydation von Phosphor, Zink, Cadmium, von Terpentinöl und anderen ätherischen Oelen. Man stellt das Wasserstoffsperoxyd am zweckmässigsten aus dem Baryumsperoxydhydrat dar. Zur Gewinnung des Baryumsperoxydhydrats trägt man feinzerriebenes Baryumsperoxyd unter Abkühlung in verdünnte Salzsäure ein, bis die Säure fast neutralisirt ist. Zu der filtrirten Lösung fügt man so viel Barytwasser, dass ein geringer Niederschlag von Baryumsperoxydhydrat entsteht, welchen man mit dem gleichzeitig niedergefallenen Eisen- und Aluminiumhydroxyd entfernt filtrirt und aus dem Filtrat durch weiteren Zusatz von Barytwasser reines Baryumsperoxydhydrat abscheidet. Dieses wird gesammelt, ausgewaschen und im feuchten Zustande zur Darstellung von Wasserstoffsperoxyd verwerthet. Zu dem Zwecke trägt man dasselbe in kohlensäurehaltiges Wasser ein:

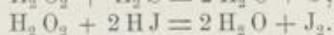
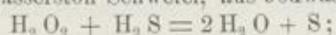


oder zerlegt es mit kalter verdünnter Schwefelsäure, welche man bis zur schwach sauren Reaction zufügt:



Die so erhaltene Lösung des Wasserstoffsperoxyds wird von dem ausgeschiedenen Baryumcarbonat, beziehungsweise Baryumsulfat abfiltrirt.

Durch Concentration dieser Lösung des Wasserstoffsperoxyds im Vacuum erhält man dasselbe in Gestalt einer syrupdicken, farb- und geruchlosen Flüssigkeit von 1.453 specifischem Gewicht, welche auch in Alkohol löslich ist. Wasserfrei ist das Wasserstoffsperoxyd noch nicht erhalten worden. Seine Lösung zerfällt schon bei gewöhnlicher Temperatur in Wasser und Sauerstoff, beim Erwärmen auf 100° vollzieht sich diese Zersetzung mit explosionsartiger Heftigkeit, de-gleichen beim Eintragen von fein vertheiltem Silber, Gold oder Platin. Es besitzt stark oxydirende, wie auch stark reducirende Eigenschaften; so werden organische Farbstoffe gebleicht, Sulfide in Sulfate, Chromsäure in Ueberchromsäure verwandelt, aus Schwefelwasserstoff Schwefel, aus Jodwasserstoff Jod ausgeschieden.



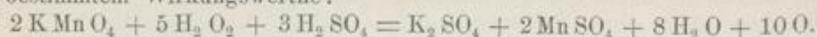
Silber-, Gold- und Quecksilberoxyd werden unter Entwicklung von Sauerstoff zu Metall reducirt, Ferrieyankalium in Ferroeyankalium verwandelt:  $\text{Ag}_2 \text{O} + \text{H}_2 \text{O}_2 = \text{Ag}_2 + \text{H}_2 \text{O} + \text{O}_2$ .

Mangansperoxyd wird bei Gegenwart verdünnter Schwefelsäure unter Entwicklung von Sauerstoff und Bildung von Manganoxydsalz zersetzt:  $\text{Mn O}_2 + \text{H}_2 \text{O}_2 + \text{H}_2 \text{SO}_4 = \text{Mn SO}_4 + 2 \text{H}_2 \text{O} + \text{O}_2$ .

Man kann Wasserstoffsperoxyd in wässriger Lösung leicht durch die folgende Reaction erkennen. Indigolösung wird durch Wasserstoffsperoxyd bei Gegenwart von Eisenvitriol entfärbt, Guajakharzinctur erst auf Zusatz von Eisenvitriol oder Blut blau gefärbt (Unterschied von Ozon). Fügt man zu einer Lösung von Wasserstoffsperoxyd verdünnte Schwefelsäure, Aether und einige Tropfen einer sehr verdünnten Lösung von Kaliumchromat und schüttelt tüchtig durch, so nimmt die Mischung in Folge der Bildung von Ueberchromsäure eine schön blaue Färbung an. Fügt man zu einer Mischung von Ferrieyankalium und Eisenchlorid Wasserstoffsperoxyd, so bildet sich Berlinerblau. Sehr empfindlich sind die folgenden Reactionen: Setzt man zu einer verdünnten Lösung von Wasserstoffsperoxyd zwei Tropfen Bleiessig, Jodkaliumstärkekleister und verdünnte Essigsäure, so färbt sich die Mischung in Folge der Bildung von Jodstärke blau. Bläuung tritt zweitens ein, wenn man die Lösung von Wasserstoffsperoxyd mit etwas Jodkaliumstärkekleister und wenig oxydfreiem Eisenvitriol versetzt. TRAUBE fügt zu der nur Spuren von Wasserstoffsperoxyd enthaltenden Lösung etwas verdünnte Schwefelsäure, Jodzinkstärkelösung und 1—2 Tropfen einer zweiprocentigen Kupfersulfatlösung und etwas Eisenvitriol, worauf sofort oder nach wenigen Sekunden Blaufärbung eintritt.

Zur quantitativen Bestimmung des Wasserstoffsperoxyds in wässriger Lösung titrirt man eine abgewogene Menge derselben nach dem Verdünnen mit

Wasser und Ansäuern mit verdünnter Schwefelsäure mit Kaliumpermanganatlösung von bestimmtem Wirkungswerthe:



1 Th. Kaliumpermanganat entspricht also 0.538 Th. Wasserstoffsperoxyd.

Man kann die Lösung von Wasserstoffsperoxyd auch auf eine mit Schwefelsäure angesäuerte Lösung von Jodkalium einwirken lassen und das ausgeschiedene Jod mit Natriumthiosulfat titiren.

Kleine Mengen Wasserstoffsperoxyd in Flüssigkeiten kann man auch auf colorimetrischem Wege bestimmen, indem man die Intensität der blauen Färbung, welche auf Zusatz von Jodkaliumstärkekleister entsteht, vergleicht mit der Färbung, welche dasselbe Reagens in Lösungen von Wasserstoffsperoxyd von bekanntem Gehalt hervorruft. Auf Salpetersäure, welche sich im Wasserstoffsperoxyd des Handels häufig findet, prüft man durch Eindampfen unter Zusatz von saurem kohlen-saurem Natrium zur Trockne und Zusatz von Brucein zu dem mit verdünnter Schwefelsäure aufgenommenen Rückstände. Wässrige Lösungen des Wasserstoffsperoxyds dienen zum Reinigen von Oelgemälden und Kupferstichen. Bleiweiss, welches auf alten Oelgemälden durch die Einwirkung von Schwefelwasserstoff geschwärzt ist, wird schon durch verdünnte Lösung von Wasserstoffsperoxyd in Sulfat verwandelt und dadurch in seiner ursprünglichen Farbe wieder hergestellt. Auch zum Bleichen von Federn, Haaren, Elfenbein wird es benutzt. Unter dem Namen „Eau de fontaine de Jouvence“ oder „Golden hair water“ wird eine verdünnte Lösung von Wasserstoffsperoxyd namentlich in England benutzt, um Haaren ein eigenthümliches Blond, welches zwischen Aschgrau und Hochgelb in der Mitte steht, zu verleihen. In der analytischen Chemie findet Wasserstoffsperoxyd bislang nur beschränkte Anwendung, z. B. zur Oxydation von Schwefelarsen.

H. Beckurts.

**Wasserstoffsperoxyd**,  $\text{H}_2 \text{S}_2$ , eine jener Verbindungen des Wasserstoffs mit dem Schwefel, welche schwefelreicher sind als der normale Schwefelwasserstoff und allgemein als Wasserstoffpolysulfide zusammengefasst werden. Sie bilden meistens ölige, übelriechende Flüssigkeiten, schwerer als Wasser und in diesem unlöslich, ohne grosse Beständigkeit und daher schon bei gewöhnlicher Temperatur, noch schneller in der Wärme, in Schwefelwasserstoff und Schwefel zerfallend. Das obengenannte Wasserstoffsperoxyd,  $\text{H}_2 \text{S}_2$ , kann als Wasserstoffsperoxyd betrachtet werden, in welchem der Sauerstoff durch Schwefel substituirt ist. Die Verbindung bildet sich beim Eingiessen einer Lösung von Calciumdisulfid,  $\text{Ca S}_2$ , in concentrirte Salzsäure:  $\text{Ca S}_2 + 2 \text{HCl} = \text{Ca Cl}_2 + \text{H}_2 \text{S}_2$ . Schwere, ölige, widerlich riechende, organische Farbstoffe bleichende, in  $\text{H}_2 \text{S}$  und S zerfallende Flüssigkeit.

Ganswindt.

**Wassersucht**, s. Hydrops, Bd. V, pag. 329.

**Wasserversorgung**, s. Wasser, pag. 358.

**Wasserwage**, Libelle, ein kleines Instrument zur Prüfung oder Feststellung der horizontalen Ebene. Es besteht aus einer fast vollständig mit Wasser oder Weingeist gefüllten, an beiden Enden geschlossenen oder zugeschmolzenen Glasröhre, welche nur noch eine grössere Luftblase enthält. Diese Röhre hat eine messingene Fassung, welche den mittleren Theil der Röhre mit einer eingeritzten Scala frei lässt. Erscheint die Luftblase unter der Mitte der Scala, so ist die Libellenachse horizontal. In der Pharmacie und Chemie werden Wasserwagen bisweilen angewendet, um zu prüfen, ob ein Apparat horizontal steht, hauptsächlich aber bei der Einstellung von Analysenwagen.

**Water-closet**, s. Closets, Bd. III, pag. 172.

**Watt** ist die vom Congresse der Elektriker (1881) festgesetzte praktische Arbeitseinheit, die insbesondere zur Messung der Arbeitsleistungen elektrischer

Ströme Anwendung findet. Die absolute Arbeitseinheit, Erg genannt, ist die Arbeit, welche die Kraft von der Intensität Eins bei einer Verschiebung ihres Angriffspunktes längs ihrer Richtung um 1 cm leistet, wobei als Kraft Eins jene gilt, die der Masse 1 g in der Secunde eine Beschleunigung von 1 cm ertheilt. 10<sup>7</sup> solcher kleinen absoluten Einheiten geben dann ein Watt. Bei elektrischen Strömen gibt ein Watt die Arbeit an, welche ein elektrischer Strom von der Stärke ein Ampère (s. Strom, elektrischer, Bd. IX, pag. 482) in einem linearen Leiterstück, an dessen Enden eine Spannungsdifferenz von ein Volt (s. d., Bd. X, pag. 321) herrscht, in einer Secunde leistet.

Es besteht also die Beziehung: Ein Watt = Ein Ampère × Ein Volt, aus welcher auch die häufig gebrauchte Bezeichnung Voltampère statt Watt ihre Erklärung findet. Um eine in Watts ausgedrückte Arbeit auf die gebräuchlichere Einheit Meterkilogramm zurückzuführen, braucht man die Anzahl der Watts nur durch die in Metern ausgedrückte Beschleunigung der Schwere (9.808) zu dividiren (Ein Meterkilogramm = Ein Watt: 9.808). Pitsch.

**Watta, Watte** (*ouate*), besteht aus weichen, leichten Tafeln, die aus aufgelockerter und geschlagener Baumwolle auf der Wattemaschine hergestellt sind. Watte schlechtweg ist daher immer Baumwollwatte. Sie dient bekanntlich zur Fütterung von Kleidern, Decken, als Polsterungsmaterial; neuestens wird sie auch in Gestalt dünner meterlanger Cylinder angefertigt, die zum Ausdichten der Fenster- und Thürfugen dienen. Damit der lose Zusammenhang einigermaßen gefestigt wird, überzieht man die beiden Tafelseiten der Watte mit einer dünnen Leim- oder Dextrinlösung.

BRUNS'sche Watte, s. Verbandstoffe, pag. 245.

Quate végétale, s. Pflanzendunen, Bd. VIII, pag. 63.

Schafwollwatte, neuestens als antirheumatisches Einschlagmittel erzeugt, ist entsprechend den Eigenschaften des thierischen Haares mehr filzig und bedarf daher auch keiner Leimung.

Seidenwatte, s. Seide, Bd. IX, pag. 201.

T. F. Hanausek.

**Wattle** oder Mimosa heissen im Handel die australischen, von *Acacia*-Arten stammenden Gerberinden. Die meiste und beste Wattleinde liefert *Acacia decurrens Willd.*, welche in Neusüd-wales in grossem Maassstabe cultivirt wird. Sie ist hart, schwer, borkefrei und bei einem Gerbstoffgehalt von 30 Procent nach EITNER das beste und ausgiebigste Gerbmateriale.

Ausgezeichnete Wattleinde liefern auch *Acacia penninervis*, *A. lasiophylla*, *A. mollissima*, *A. saligna* und *A. harpophylla* (v. HÖHNEL, Gerberinden. Berlin 1880). J. Moeller.

**Wau** ist *Reseda Luteola* L. (Bd. VIII, pag. 532).

**Waugelb**, s. Luteolin, Bd. VI, pag. 424.

**Wausamenöl**, das durch Pressen der Samen von *Reseda Luteola* erhaltene fette, dünnflüssige, dunkelgrüne, widerlich riechende Oel von 0.935 spec. Gew. Es wird erst bei — 30° fest und trocknet leicht an der Luft.

**Wayne's Lösung** zum Nachweis von Glycose ist eine Lösung von 2 g Kupfersulfat, 10 g Aetzkali, 10 g Glycerin in 200 g Wasser. Glycose reducirt diese (verdünnte) Lösung in der Wärme unter Abscheidung von Kupferoxydul.

**Weber's Alpenkräuter-Thee** soll, nach der vom Verfertiger selbst veröffentlichten Vorschrift, zusammengesetzt sein aus: 20 Th. *Folia Sennae Alexandr. parva*, 3 Th. *Lignum Guajaci*, je 2 Th. *Herba Matrisylvae* und *Millefolii*, *Folia Farfarae* und *Menthae pip.*, *Lignum Sassafras*, je 1 Th. *Radix Althaeae* und *Liquiritiae*, *Flores Arnicae*, *Calendulae*, *Carthami* und *Sambuci*.