

eines Metalls zum Sieden, so entweicht an allen Punkten der Flüssigkeit Chlor, und nur an einigen verbindet es sich mit dem Metall, d. h. es geht eine Menge Chlor für die Auflösung verloren.

Eine Flüssigkeit von ähnlichen Eigenschaften erhält man, wenn man ein Chlormetall in Salpetersäure, oder ein salpetersaures Metalloxyd in Salzsäure auflöst. J. L.

Aquila alba, mitigata, coelestis, Mercurii. Veralteter Name für Quecksilberchlorür. P.

### Arabin s. Gummi.

Aräometer (von ἀραιός, locker, dünne, und μέτρον, Maafs), Hydrometer, Gravimeter, Senkwage (*Hygrobaroscopium*; *Baryllion*; *Aréomètre*; *Pèse-liqueur*). Ein Werkzeug, das man frei auf Flüssigkeiten schwimmen lässt, um damit das specifische Gewicht sowohl dieser als auch fester Körper zu bestimmen.

Das specifische Gewicht der Körper, seyen sie starr oder flüssig, von gleicher Art und verschiedener Temperatur, oder von verschiedener Art und gleicher Temperatur, lässt sich im Allgemeinen auf zweierlei Weise ermitteln. Nach der einen nimmt man gleiche Gewichte von den Körpern und misst die Volume, nach der andern nimmt man gleiche Volume und bestimmt die Gewichte. Die Volume bei gleichen Gewichten sind den specifischen Gewichten umgekehrt, und die Gewichte bei gleichen Volumen denselben geradezu proportional.

Um demnach die specifischen Gewichte zweier Flüssigkeiten zu finden, braucht man nur entweder zwei gleiche Gewichtsmengen von ihnen folgeweise in ein thermometerartig gestaltetes, nach Volumtheilen graduirtes Gefäß zu gießen und die darin von ihnen eingenommenen Volume an der Skale abzulesen, oder dies Gefäß successiv mit beiden ganz zu füllen und die dazu erforderlichen Mengen zu wägen. Das umgekehrte Verhältniss der Volume im ersten Falle, oder das directe Verhältniss der Gewichte im zweiten, ist dann das specifische Gewicht der einen Flüssigkeit gegen das zur Einheit angenommene der andern.

Beide Methoden lassen sich indess noch in einer anderen Form anwenden. Statt nämlich die Flüssigkeiten in einen thermometerartig gestalteten Hohlkörper zu bringen und nachher ihr Volum oder Gewicht auf oben angedeutete Weise zu bestimmen, kann man umgekehrt einen eben so gestalteten Körper auf den Flüssigkeiten schwimmen lassen, und beobachten, entweder wie tief er darin einsinkt, oder wie stark er belastet werden muss, um stets bis zu einem und demselben Punkte einzusinken. Das erste Verfahren entspricht dem Messen der Volume bei gleichen Gewichten, das zweite dem Wägen der Gewichtsmengen bei gleichen Volumen.

Dass diese beiden letzteren Methoden nur in der Form, nicht im Wesen, von den beiden ersten verschieden sind, ist leicht zu ersehen.

Was nämlich die erste derselben betrifft, so ist klar, dass ein schwimmender Körper so tief in die Flüssigkeit einsinken muss, bis der eingetauchte Theil desselben ein Volum der Flüssigkeit verdrängt hat, welches eben so viel wiegt, als er selbst, der Körper im Ganzen. Je specifisch leichter die Flüssigkeit ist, desto tiefer wird der Körper einsinken, weil in demselben Mafse das Volum der Flüssigkeit, welches an Gewicht dem

schwimmenden Körper gleichkommt, größer seyn muss. Derjenige Theil des festen Körpers also, der beim Schwimmen auf Flüssigkeiten von verschiedenem specifischen Gewicht in diese eingetaucht ist, kommt in Größe genau den Volumen gleich, welche dieselben Flüssigkeiten in einem Gefäße, inwendig von gleicher Gestalt und Größe mit der äußern Begränzung des schwimmenden Körpers, einnehmen würden, wenn man sie in Quantitäten, die an Gewicht jenem Körper gleich sind, successiv in diese Gefäße einfüllte. Bei einem schwimmenden Körper ist demnach der eingetauchte Theil dem specifischen Gewichte der Flüssigkeit umgekehrt proportional.

Analog verhält es sich mit der zweiten Methode. Belastet man einen schwimmenden Körper verschiedentlich, so dass der eingetauchte Theil desselben in Flüssigkeiten von ungleichem specifischen Gewichte eine gleiche Größe behält, so ist dieser eingetauchte Theil das unveränderliche Volum, welches die verschiedenen Flüssigkeiten einnehmen müssen, um so viel zu wiegen, als zusammen der schwimmende Körper und seine Belastung. Das vereinte Gewicht dieser beiden letzteren ist also das Gewicht der Flüssigkeiten bei gleichem Volume, d. h. das specifische Gewicht derselben.

Das Werkzeug zur Ausführung dieser beiden letzteren Methoden heißt nun Aräometer. Es wird hohl aus Glas oder Blech verfertigt und hat im Allgemeinen die Gestalt eines Thermometers, besteht nämlich aus einem kugel- oder cylinderförmigen Gefäße mit daransitzendem langen Halse von cylindrischer oder parallelepipedischer Gestalt. Es wird im Innern nach unten zu so beschwert, dass es mit seinem Gefäße ganz, und mit dem Halse zum Theil in die Flüssigkeit einsinkt und selbst bei den geringsten Graden von Einsenkungen genau senkrecht schwimmt, wozu erforderlich ist, dass der Schwerpunkt des Ganzen immer unter dem Mittelpunkte des eingetauchten Theiles liegt. Den beiden Methoden der Dichtigkeitsbestimmung entsprechend, hat das Aräometer auch zweierlei Einrichtung. Ist es für die erste bestimmt, so besitzt es auf dem Halse eine Skale; soll es dagegen für die zweite gebraucht werden, so hat der Hals nur eine einzige Marke, und trägt dafür oben einen Teller zur Auflegung von Gewichten.

Das Aräometer der ersten Art wird Aräometer mit Skale genannt, und könnte auch zweckmäßig das Volumen-Aräometer heißen; das der letzten Art führt den Namen Aräometer mit Gewichten oder besser Gewichts-Aräometer.

### I. Aräometer mit Skale.

Der wichtigste Theil an einem Aräometer dieser Art ist die Skale. Sie kann entweder eine empirische oder wissenschaftliche seyn. Die erstere, welche häufig den zu speciellen technischen Zwecken bestimmten Instrumenten gegeben wird, besteht aus einer meist willkürlichen Anzahl gleich großer Abtheilungen. Die letztere dagegen hat eine solche Einrichtung, dass sie die specifischen Gewichte geradezu angiebt, ähnlich wie es bei der Thermometerskale mit der Temperatur der Fall ist; ihre Abtheilungen müssen nothwendig von ungleicher Größe seyn.

Was für eine dieser Skalen man auch wählen mag, so ist es zweckmäßig, dass der Hals des Instruments, sey er sonst cylindrisch oder parallelepipedisch gestaltet, überall einen gleich großen Querschnitt habe. Es ist dies zwar kein unumgängliches Erforderniss, allein die Nichterfül-

lung desselben würde doch die Anfertigung der Skale unnöthigerweise mit sehr großen Schwierigkeiten verknüpfen. Bei jeder Aräometerskale müssen nämlich die Abtheilungen oder Grade gewisse Bruchwerthe vom Volumen des ganzen Instrumentes vorstellen, bei der empirischen Skale gleich große, bei der wissenschaftlichen ungleich große, mit steigendem specifischen Gewichte abnehmende. Hat der Hals des Instruments genau die Form eines Cylinders oder Parallelepipedums, so sind diese Volumstücke genau ihren Längen proportional, und es können also letztere für erstere genommen werden; hat der Hals aber eine unregelmäßige Gestalt, so müssten die, gleichen Volumstücken von ihm entsprechenden, Längen entweder durch eigends angestellte Versuche ermittelt, oder nach den an vielen Punkten des Halses ausgemessenen Querdimensionen berechnet werden, wovon das Eine eben so schwierig und mit Genauigkeit nicht auszuführen wäre, als das Andere.

Vorausgesetzt nun, dass der Hals des Instruments genau cylindrisch oder parallelepipedisch sey, so lässt sich die Aräometerskale, die empirische wie die wissenschaftliche, auf zweierlei Weise entwerfen.

Nach der ersten braucht man nur einen festen Punkt, den Punkt nämlich, bis zu welchem es in eine Flüssigkeit von bekanntem specifischen Gewichte einsinkt; allein es muss dann auch das Volumverhältniss des Halses zu dem bei jenem Punkte eingetauchten Theile des Instruments gegeben seyn. Kennt man Beides, so lässt sich die erforderliche Größe der Grade, die bei der empirischen Skale für alle gleich, bei der wissenschaftlichen nach einem sogleich zu erörternden Gesetze verschieden ist, durch Rechnung finden.

Nach der zweiten Methode sind zwei feste Punkte erforderlich, die Punkte, bis zu welchen das Instrument in zwei Flüssigkeiten von verschiedenem und bekanntem specifischen Gewichte einsinkt. Bei dieser Methode braucht man nicht die Dimensionen des Instruments zu kennen, und sie ist daher, weil letztere immer schwer mit völliger Sicherheit zu ermitteln sind, nicht bloß die genaueste, sondern auch die bequemste. Sie allein wird auch wirklich angewandt.

Zur Anfertigung der empirischen Skale nach dieser Methode bedarf es weiter nichts, als die Strecke zwischen den beiden festen Punkten auf dem Halse in die verlangte Anzahl gleich großer Theile zu theilen.

Die Entwerfung der wissenschaftlichen Skale erfordert dagegen eine Rechnung, deren Grundsätze aus Folgendem erhellen werden.

Gesetzt, man habe drei Flüssigkeiten von den specifischen Gewichten  $s, s', s''$ . Die Volumina von ihnen, welche so viel wiegen, als das Aräometer, seyen  $v, v', v''$ . Dies sind auch die Volumina des eingetauchten Theils vom Aräometer, wenn man es folgenderweise auf diesen drei Flüssigkeiten schwimmen lässt. Das Mehr oder Weniger, welches vom Halse des Instrumentes eingetaucht wird, wenn dieses aus der Flüssigkeit vom specifischen Gewichte  $s$  folgenderweise in die Flüssigkeiten von den specifischen Gewichten  $s'$  und  $s''$  gebracht wird, ist gleich den Volumendifferenzen  $v' - v$  und  $v'' - v$ , und da diese Differenzen, wegen der vorausgesetzten Gestalt des Halses, den Längen der mehr oder weniger von ihm eingetauchten Stücke proportional sind, so sind sie bekannte oder zu beobachtende Größen, während die  $v, v', v''$  selbst unbekannt sind oder nicht gekannt zu seyn brauchen. Nun sind bei gleichem Gewichte die specifischen Gewichte umgekehrt den Volumen pro-

portional; und folglich hat man für das Verhältniss der eben genannten Volumsunterschiede den Ausdruck:

$$\frac{v' - v}{v'' - v} = \frac{1/s' - 1/s}{1/s'' - 1/s} = \frac{s - s'}{s - s''} \cdot \frac{s''}{s'} \dots (A) \dots *$$

Angenommen nun, dass die specifischen Gewichte  $s$  und  $s''$  bekannt seyen, und demnach die Punkte, bis zu welchen das Aräometer in die Flüssigkeiten von diesen specifischen Gewichten einsinken, als die festen betrachtet werden, so wird  $v'' - v$  den gegenseitigen Abstand dieser Punkte, den Normalabstand, vorstellen, und  $v' - v$ , nämlich die Lage des Punktes, bis zu welchem das Instrument in eine Flüssigkeit von irgend einem unbekanntem specifischen Gewichte  $s'$  einsinkt, d. h. sein Abstand von dem Punkte, welcher der Flüssigkeit vom specifischen Gewichte  $s$  entspricht und als Nullpunkt der Skale angenommen seyn mag, wird in Theilen des Normalabstandes  $v'' - v$  gegeben seyn.

Ein Blick auf die Gleichung (A) zeigt, dass die Gröfse  $v' - v$  nicht dem specifischen Gewichte  $s'$  proportional geht. Es können daher auch die Aräometergrade, wenn sie das specifische Gewicht geradezu angeben oder richtiger gleichen Anwüchsen desselben entsprechen sollen, keine gleiche Gröfse haben. Man überzeugt sich davon ferner, wenn man erwägt, dass man für ein specifisches Gewicht  $s$ , einen analogen Ausdruck wie die Gleichung (A) haben wird, nämlich:

$$\frac{v_1 - v}{v'' - v} = \frac{1/s_1 - 1/s}{1/s'' - 1/s} = \frac{s - s_1}{s - s''} \cdot \frac{s''}{s_1} \dots (B)$$

Diese Gleichung von der (A) abgezogen, giebt:

$$\frac{v' - v_1}{v'' - v} = \frac{1/s' - 1/s_1}{1/s'' - 1/s}$$

oder wenn  $s' - s_1 = \delta$  die constante Differenz im specifischen Gewichte ist, welche Einem Grade der Aräometerskale, d. h.  $\frac{v' - v_1}{v'' - v}$  entsprechen soll:

$$\frac{v' - v_1}{v'' - v} = \frac{\delta}{s' (s' + \delta)} \cdot \frac{s'' s}{(s - s'')} \dots (C)$$

woraus erhellt, dass ein solcher Grad zu- oder abnimmt, je nachdem das specifische Gewicht  $s'$  ab- oder zunimmt.

Zugleich ersieht man, dass die Gröfse der Aräometergrade nicht blos von der Differenz  $\delta$ , sondern auch von den specifischen Gewichten  $s$  und  $s''$  abhängt, bei welchen die Normalpunkte bestimmt sind, und dass sich daher keine Aräometerskale im Allgemeinen entwerfen lässt.

Ein Beispiel mag dies ferner verdeutlichen. Gesetzt, von den normalen specifischen Gewichten sey  $s = 1,8$  und  $s'' = 0,8$ ;  $\delta$  oder die Differenz im specifischen Gewichte, welche einem Grade der Skale entsprechen soll, sey  $= 0,1$ , und der Normalabstand  $v'' - v$  werde in 100 gleiche Theile getheilt. Setzt man diese Werthe in die Gleichung (A)

\*) Ist nur ein Punkt auf dem Instrumente und das bei diesem Punkte eingetauchte Volum  $v$  im Verhältniss zum Volume gemessener Stücke des Halses erfahrungsmässig gegeben, wie es die erste Methode voraussetzt, so hat man für die Punkte der Skale, d. h. für ihren Abstand vom Nullpunkt, die Formel:

$$\frac{v' - v}{v} = \frac{s - s'}{s'}$$

mit Beachtung  $s'$  successiv von 0,8 bis 1,8 um 0,1 zu vergrößern, so erhält man folgende Tafel:

Specif. Gewicht	Aräometer- skale	Abstand der Theilstriche vom Nullpunkt $v' - v$	Größe der Aräometer- grade
1,8	0	0,00	
1,7	1	4,71	4,71
1,6	2	10,00	5,29
1,5	3	16,00	6,00
1,4	4	22,86	6,86
1,3	5	30,77	7,91
1,2	6	40,00	9,23
1,1	7	50,91	10,91
1,0	8	64,00	13,09
0,9	9	80,00	16,00
0,8	10	100,00	20,00
0,7	11	125,71	25,71

Wir haben die Tafel noch bis zum specifischen Gewicht 0,7 erweitert, um sogleich bemerklich zu machen, dass die festen oder durch die Erfahrung gegebenen Punkte der Skale nicht gerade an den Enden derselben zu liegen brauchen.

Die Tafel zeigt zur Genüge, dass die Aräometergrade wachsen, wenn die specifischen Gewichte abnehmen, und dass überhaupt das Aräometer bei leichteren Flüssigkeiten genauere Resultate giebt, als bei schwereren. Eine einfache Betrachtung der Gleichungen (A) oder (C) zeigt auch, dass das Aräometer desto empfindlicher ist oder desto kleinere Unterschiede im specifischen Gewichte angiebt, je dünner der Hals des Instruments im Vergleich zum Gefäße ist. Denn da in jenen Gleichungen der Normalabstand, der Abstand der Theilstriche vom Nullpunkt und die Größe der einzelnen Theilstriche respective durch die Differenzen  $v'' - v$ ,  $v' - v$ ,  $v' - v$ , d. h. durch Volumendifferenzen, ausgedrückt sind, so werden diese offenbar desto größeren Längen auf dem Halse des Instrumentes entsprechen, je kleiner dessen Querschnitt ist.

Aus dem Obigen erhellt ferner, wie man eigentlich ein Aräometer zu graduiren habe. Nachdem man sich zuvörderst überzeugt, dass der Hals des Instruments genau cylindrisch oder parallelepipedisch ist, lässt man es folgwiese auf zwei Flüssigkeiten von bekannten und möglichst verschiedenen specifischen Gewichten schwimmen, und bemerkt die Punkte, bis zu welchen es darin einsinkt. So hat man den Normalabstand. Diesen theilt man vorläufig in eine möglichst große Anzahl gleich großer Theile, z. B. 100, und berechnet nun mittelst der Formel (A) für die eigentliche Skale die Größe  $v' - v$ , d. h. den Abstand der einzelnen Theilstriche vom Nullpunkt oder von dem dem größten specifischen Gewichte (z. B.  $s$ ) entsprechenden Punkte, indem man dabei  $v'' - v = 100$  nimmt und dem  $s'$  der Formel nach einander die Werthe  $s - \delta$ ,  $s - 2\delta$ ,  $s - 3\delta$  u. s. w. giebt, wo  $\delta$  diejenige Differenz im specifischen Gewichte bezeichnet, welche einem Grade der Skale entsprechen soll. So erhält man den Abstand der Skalenstriche vom ersten derselben ausgedrückt in Theilen der vorläufig gemachten gleichförmigen

Theilung, und kann demnach die richtige Skale auf den Hals des Instruments auftragen.

Auf ähnliche Weise hat Tralles die Alkoholometerskale berechnet (Seite 228), nur dass dort die Grade nicht gleichen Unterschieden im specifischen Gewichte entsprechen, sondern denen, die gleichen Unterschieden im Alkoholgehalt des Weingeistes angehören.

Man kann die Aräometerskale auch geometrisch construiren. Die dazu erforderlichen Data sind, wie vorhin, zwei durch Erfahrung bestimmte Punkte, die specifischen Gewichte, welchen sie entsprechen, und der Unterschied im specifischen Gewicht, welchen ein Grad angeben soll. Gesetzt, jene specifischen Gewichte seyen 1,0 und 1,6, dieser Unterschied betrage 0,1. Das Verfahren ist dann folgendes. Man ziehe eine senkrechte Linie  $BA$ , welche an Länge gleich ist dem gegenseitigen Abstände der beiden Normalpunkte oder, wenn diese an den Enden der Skale liegen sollen, der Länge der Skale selbst (Taf. V. Fig. 1). Winkelrecht gegen diese Linie ziehe man durch  $A$  die Linie  $CE$  und trage auf diese eine willkürliche Länge, welche den Unterschied 0,1 vorstellt, von  $A$  aus nach beiden Seiten hin auf, bis man, den Punkt  $A$  mit 1,0 bezeichnend, einerseits bis 1,6 und andererseits bis 0,0 gekommen ist, wie es die Figur zeigt. Von dem Punkte  $E$  falle man eine Senkrechte und durch die Punkte  $C$  und  $B$  lege man eine andere Gerade. Diese werden sich im Punkte  $O$  schneiden. Von diesem Punkte  $O$  ziehe man nun auch Gerade nach den Punkten 1,5, 1,4 . . . 1,1, 1,0. Die Durchschnittspunkte dieser Linien mit der Linie  $AB$  geben die Theilstriche der Skale, welche den specifischen Gewichten 1,6, 1,5 . . . 1,1, 1,0 entsprechen, wie man aus der Figur ersieht, wo die Zahlen sogleich daneben gesetzt sind. Statt die schrägen Linien aus dem Punkte  $O$  zu ziehen, kann man sie auch von den Durchschnittspunkten ziehen, welche sie mit einer mit  $AE$  parallelen Linie  $BD$  bilden. Nachdem man diese Linie gezogen hat, trägt man auf sie, von  $B$  nach  $D$  hin, Theile auf, welche sich zur Länge 0,1 verhalten, wie 1,0 : 1,6; und aus den so bestimmten Punkten zieht man nach den entsprechenden Punkten von  $CE$  die schrägen Linien. Die auf die eine oder andere Weise construirten Skalen sind ganz identisch mit den nach obiger Anleitung berechneten, wovon man sich mit geringer Mühe überzeugen kann \*).

Die eben auseinandergesetzte Construction stammt von G. G. Schmidt (Gren's N. Journ. d. Phys., Bd. III. S. 364.). Sie kann, wie leicht zu erachten, auch über die durch Versuche bestimmten Punkte ausgedehnt werden; und wenn man mehre Aräometer zu graduiren hat, deren Grade demselben constanten Unterschiede in den specifischen Gewichten entsprechen sollen, deren Dimensionen aber verschieden sind, so dass die festen Punkte auf dem Halse verschiedene Abstände von einander besitzen, so findet man die Skale dieser Instrumente, wenn man in dem Linienfächer  $CAO$  parallel mit  $AB$  eine Linie, z. B.  $A'B'$ , zieht, in solchem Abstände von  $AB$ , dass die Länge derselben dem gegenseitigen

\*) Der Beweis ergibt sich unter andern daraus, dass, wenn man  $AB$  bis  $H$  verlängert, so dass  $AH \equiv EO$ , alsdann ist:  $E_{10} : E_{11} \equiv H_{11} : H_{10}$ ; ebenso  $E_{10} : E_{12} \equiv H_{12} : H_{10}$ , was der Satz von dem umgekehrten Verhältniss der Volume und specifischen Gewichte ist. Die Linie  $AH$  repräsentirt das Volum des Aräometers bis zum obersten der festen Punkte. Die Verhältnisse  $A_{15} : AB$ ,  $A_{14} : AB$  u. s. w. entsprechen ganz der Formel ( $A$ ).

Abstände jener festen Punkte gleich ist. Wäre dieser Abstand größer als  $AB$ , so müsste  $A'B'$  links von  $AB$  gezogen, und demnach der Linienfächer oberhalb  $CE$  erweitert werden. Hierdurch hat die Construction einen bedeutenden Vortheil vor der Rechnung voraus.

Ueberhaupt ist diese Construction ganz allgemein, denn so wie sie Skalen für gleiche Unterschiede im specifischen Gewichte liefert, so kann man auch Skalen für ungleiche Unterschiede der Art nach ihr entwerfen. Wollte man z. B. die Alkoholometerskala (S. 228.) nach ihr construiren, so brauchte man nur die Linie  $EC$  vorläufig in 9991 gleiche Theile zu theilen, 0 bei  $E$ , 7939 bei  $A$  und 9991 bei  $C$  zu setzen. Von  $A$  nach  $C$  hätte man dann auf dieser gleichförmigen Theilung die den Alkoholprocenten entsprechenden specifischen Gewichte zu bezeichnen, dann in  $A$  die der Skale an Länge gleiche Linie  $AB$  zu errichten, das Perpendikel  $EO$  zu ziehen,  $O$  zu bestimmen, und den Linienfächer zu ziehen, welcher  $AB$  in die verlangten Theile theilt.

Es giebt noch eine dritte und zwar rein experimentelle Methode zur Graduierung des Aräometers, darauf beruhend, dass es, wenn man sein Gewicht verändert, in einer und derselben Flüssigkeit aller Grade von Einsenkung fähig ist, welche es bei unverändertem Gewicht in Flüssigkeiten von verschiedenem specifischen Gewicht darbietet. Lässt man es demnach auf einer Flüssigkeit von bekanntem specifischen Gewicht, z. B. auf Wasser, schwimmen, und bezeichnet den Punkt seines Eintauchens, so kann man durch zweckmäßige Veränderung seines Gewichts alle übrigen Punkte der Skale auffinden. Das Princip dieser Methode ist leicht einzusehen. Bei unverändertem Gewicht des Instruments verhalten sich die Volume seines eingetauchten Theils umgekehrt wie die specifischen Gewichte der Flüssigkeiten. Sind diese Gewichte z. B.  $1, \frac{101}{100}, \frac{102}{100}, \frac{103}{100}, \frac{104}{100}$  u. s. w., so sind die eingetauchten Volume:  $1, \frac{100}{101}, \frac{100}{102}, \frac{100}{103}, \frac{100}{104}$  u. s. w. Wird dagegen das Gewicht des Instruments verändert, ohne dass sonst eine Aenderung mit ihm vorgenommen wird, und bleibt das specifische Gewicht der Flüssigkeit dasselbe, so verhalten sich die Volume des eingetauchten Theils wie die Gewichte des Instruments. Sollen also die eingetauchten Volume  $1, \frac{100}{101}, \frac{100}{102}, \frac{100}{103}, \frac{100}{104}$  u. s. w. seyn, so müssen offenbar auch dem Gewicht des Instruments diese Werthe gegeben werden. Lässt man demnach das Instrument auf der Flüssigkeit vom specifischen Gewicht 1 schwimmen, vermindert nun sein ursprüngliches Gewicht, das bekannt seyn muss, in den Verhältnissen  $\frac{100}{101}, \frac{100}{102}, \frac{100}{103}, \frac{100}{104}$  u. s. w., und bezeichnet die Punkte seines jedesmaligen Eintauchens, so erhält man die Punkte der Skale, welche bei ursprünglichem Gewicht des Instruments den Flüssigkeiten von den specifischen Gewichten  $\frac{101}{100}, \frac{102}{100}, \frac{103}{100}, \frac{104}{100}$  u. s. w. entsprechen. Wäre das ursprüngliche Gewicht des Aräometers 40, so müsste es folgeweise gebracht werden auf 39,60, 39,21, 38,83, u. s. w. Diese Gewichtsverminderung, welche natürlich erfordert wird, wenn man von der leichteren zur schwereren Flüssigkeit übergeht, ist zweckmäßiger, als die Gewichtszunahme, welche beim umgekehrten Gange erforderlich seyn würde. Die Gewichtsverminderung geschieht nämlich mit Leichtigkeit und Genauigkeit dadurch, dass man das Aräometer, während es im Wasser schwimmt, durch ein Haar an eine empfindliche Wage hängt, in deren andere Schale man nur die erforderlichen Gewichte zu legen braucht.

Auf dieselbe Weise kann man ein bereits graduirtes Aräometer auf

seine Richtigkeit prüfen, und dazu vor Allem möchte sich diese Methode den Physikern und Chemikern empfehlen.

Eine vierte rein empirische Graduirungsmethode endlich bestände darin, dass man das Aräometer successiv in Flüssigkeiten schwimmen liesse, deren specifische Gewichte bekannt wären und alle die Stufen umfassten, welche seine Skale angeben soll. Diese Methode hat den Vortheil, dass der Hals des Instruments nicht genau cylindrisch oder parallelepipedisch zu seyn braucht, wie bei den drei vorhergehenden Methoden; aber sie von Grad zu Grad auszuführen, würde höchst beschwerlich seyn. In der Praxis, wo man oft diese Methode anwendet, begnügt man sich daher, nur einige Punkte, vier oder sechs, auf diese Weise zu bestimmen, und dann die Zwischenräume in gleich große Theile zu theilen, wodurch denn freilich der eigenthümliche Vortheil dieser Methode meistens wiederum aufgewogen wird.

Wiewohl nun eine nach den obigen Grundsätzen entworfene Skale wissenschaftlicher und im Gebrauche bequemer ist, als eine von gleichförmiger Theilung, indem sie unmittelbar die specifischen Gewichte giebt, welche daher auch sogleich neben die Theilstriche geschrieben werden können, so leidet doch keinen Zweifel, dass man eine größere Genauigkeit erreicht, wenn man dem Instrumente eine gleichförmige Theilung verleiht, und für die Beziehung ihrer Theilstriche zu den specifischen Gewichten nach der vorhin gegebenen Anleitung eine Tafel berechnet, die man dann bei jedesmaliger Anwendung des Instruments mit zu Rathe zieht.

Sehr viele der in Gebrauch gekommenen Aräometerskalen haben auch nur eine gleichförmige Theilung, und es würde gegen dieselben auch nichts einzuwenden seyn, wenn nur auf dergleichen Instrumenten immer angegeben wäre, welchen specifischen Gewichten der erste und letzte Punkt der Skale entspricht, und wenn man in Beschreibungen zu dieser Angabe noch hinzufügte, in wie viel Theile die Skale getheilt ist. Dann würden sich die mit solchen Instrumenten gemachten Messungen sicher auf specifische Gewichte zurückführen lassen, was häufig nicht möglich ist.

In dem bisher über die Aräometerskale Gesagten ist immer eine und dieselbe Temperatur vorausgesetzt, und in der That wird das Aräometer für gewöhnlich auch nur zur Auffindung derjenigen specifischen Gewichte gebraucht, welche Flüssigkeiten von verschiedener Natur bei einerlei Temperatur darbieten. Indess ist es darauf gerade nicht beschränkt. Es kann auch zur Bestimmung solcher specifischen Gewichte, die eine und dieselbe oder mehre Flüssigkeiten bei verschiedener Temperatur besitzen, angewandt werden; allein man hat dann eine Correction für die Ausdehnung des Instrumentes anzubringen. Es müssen dann in den Formeln (A) (B) (C) jedes der Volume  $v$ ,  $v'$ ,  $v''$  mit einem Factor von der Form  $(1 + \alpha t)$  dividirt werden, worin  $\alpha$  der Ausdehnungscoefficient vom Material des Instruments, und  $t$  die Temperaturen, bei welcher ebengenannte Volume gemessen sind. Allein die Sache wird dadurch natürlich etwas weitläufig, und man wird daher schwerlich das Aräometer absichtlich zu dergleichen Bestimmungen anwenden, da doch niemals eine große Genauigkeit damit zu erreichen ist. Indess verdiente diese Bemerkung gemacht zu werden, indem sie zeigt, dass Aräometer ohne Correction eigentlich

nur für die Temperatur gebraucht werden können, für welche sie ursprünglich bestimmt, und bei welcher sie demnach graduirt wurden.

In aller Strenge genommen, müsste man sowohl bei der Anfertigung als beim Gebrauch eines Aräometers auch auf den Barometerstand Rücksicht nehmen; denn die atmosphärische Luft hebt immer von dem zur Flüssigkeit hinausragenden Stücke des Halses einen Theil seines Gewichtes auf, und dieser aufgewogene Theil ist nach der Dichtigkeit der Luft verschieden. Er ist aber immer so klein, dass man die Veränderungen desselben für das Aräometer ganz füglich vernachlässigen kann.

Wenn eine Aräometerskale einigermaßen Genauigkeit gewähren soll, so dürfen ihre Grade natürlich nicht zu klein seyn. Bei sehr beträchtlicher Gröfse der Grade würde aber eine Skale, wenn sie zugleich einen bedeutenden Umfang in ihren Angaben haben soll, sehr lang genommen werden müssen, und dies würde nicht nur dem ganzen Instrumente eine unförmliche Gröfse und einen hohen Grad von Verletzbarkeit ertheilen, sondern auch den Nachtheil herbeiführen, dass sein Gebrauch eine unverhältnissmäßige Menge von der zu prüfenden Flüssigkeit erforderte und sein Hals noch schwieriger, als bei kleineren Längen, genau von der Form eines Cylinders oder Parallelepipeds erhalten werden könnte. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, d. h. um mit Instrumenten von mässigen Dimensionen einen bedeutenden Grad von Genauigkeit zu erlangen, hat man zwei Wege eingeschlagen.

Der eine derselben ist sehr einfach. Man bringt nur wenig Grade auf die Skale und vertheilt den Umfang von specifischen Gewichten, welche zu prüfen sind, auf mehre Instrumente.

Der andere besteht darin, dass man das Gewicht des Instruments veränderlich macht und ihm für jeden besondern Werth desselben eine besondere Skale giebt.

Was für eine Aenderung dies bei einer theoretischen Skale nach sich zieht, mag aus Folgendem erhellen. Aus den Formeln (S. 459):

$$\frac{o' - o}{o'' - o} = \frac{1/s' - 1/s}{1/s'' - 1/s}; \quad \frac{o'' - o}{o} = \frac{1/s'' - 1/s}{1/s}$$

ergiebt sich, dass sowohl  $o' - o$ , d. h. die einem specifischen Gewichte  $s'$  entsprechende Zahl von Graden (oder der Abstand des betreffenden Theilstrichs vom Nullpunkt) im Verhältniss zu  $(o'' - o)$ , d. h. der gesammten Zahl von Graden auf der Skale (oder dem Normalabstand), als auch dieser letztere Abstand im Verhältniss zu dem beim Nullpunkt (dem specifischen Gewicht  $s$ ) eingetauchten Volum  $o$  des Instruments ungeändert bleibt, wenn die den Volumen  $o, o', o''$  entsprechenden specifischen Gewichte  $s, s', s''$  sämmtlich in gleichem Verhältniss geändert werden. Die nämlichen Punkte der Skale können demnach auch für die specifischen Gewichte  $ns, ns', ns''$  gebraucht werden, wenn nur das absolute Gewicht  $p$  des Instruments ebenfalls in  $np$  verwandelt wird. Dies erhellt einfach aus der allgemeinen Formel  $p = so$ , welche für  $o$  denselben Werth giebt, wenn man sie in  $np = nso$  verwandelt. Wenn man also das ursprüngliche Gewicht  $p$  des Instruments durch eine auf seinen Hals gesteckte oder von ihm abgezogene Mafse, die aber nicht in die Flüssigkeit tauchen darf\*), in  $np$  umwandelt, so entspricht derselbe

\*) Soll das Gewicht des Aräometers durch Mafsen, die ganz in die Flüssigkeiten tauchen, abgeändert werden, so müssen diese Mafsen bei verschiedenem Gewicht gleiches Volum besitzen. Hohle Kugeln, in verschiedenen Graden

Theilstrich, der früher das specifische Gewicht  $s'$  bezeichnete, jetzt dem specifischen Gewicht  $ns'$ , und wenn früher ein Grad der Skale einem Unterschiede  $\delta$  im specifischen Gewichte entsprach, wird er nun dem Unterschiede  $n\delta$  entsprechen. Wird das Gewicht des Instruments z. B. im Verhältniss 5 : 6 vergrößert, so werden dieselben Theilstriche, welche bei ursprünglichem Gewichte desselben den specifischen Gewichten 1,000 und 1,500 entsprechen, nun denen  $\frac{1,000 \times 6}{5}$ ,  $\frac{1,500 \times 6}{5}$

d. h. 1,200 und 1,800 entsprechen, und wenn früher ein Grad einem Unterschied von 0,010 gleich kam, so wird er jetzt einem von 0,012 gleich seyn. Man brauchte also an einem Instrumente, dessen Gewicht auf angegebene Weise verändert werden soll, eigentlich nur Eine Skale, da man die übrigen aus dieser berechnen kann. Indess ist es für den Gebrauch bequemer, dieselbe Skale mehrmals auf das Instrument zu tragen, und die, je nach dessen Belastung, verschiedene Bedeutung der Theilstriche sogleich daneben zu setzen.

Von der empirischen Skale gilt durchaus dasselbe, was so eben von der theoretischen gesagt worden ist. Denn beide werden durch die obigen, also durch die nämlichen Gleichungen ausgedrückt, da der ganze Unterschied zwischen ihnen darin besteht, dass bei der theoretischen Skale die verschiedenen Werthe von  $v' - v$  gleichen Anwüchsen von  $s'$ , bei der empirischen aber umgekehrt die verschiedenen Werthe von  $s'$  gleichen Anwüchsen von  $v' - v$  entsprechen. Wenn man in der Gleichung

$$s' = \frac{s s'' (v'' - v)}{s'' (v'' - v) + (s - s'') (v' - v)}$$

welche aus der ersten der obigen abgeleitet ist, die Gröfse  $v' - v$  von 0 an um gleiche Unterschiede bis  $v'' - v$  wachsen lässt, so erhält man die Werthe von  $s'$ , welche den Graden einer empirischen Skale entsprechen. Und, wenn man die specifischen Gewichte  $s$  und  $s''$ , welche den Fundamentalpunkten entsprechen, in  $ns$  und  $ns''$  übergehen lässt (d. h. das Gewicht des Aräometers von  $p$  in  $np$  verwandelt), so geht auch  $s'$  in  $ns'$  über, bei der empirischen Skale so gut, wie bei der theoretischen.

Die Skalen-Aräometer von veränderlichem Gewicht machen den Uebergang zu den eigentlichen Gewicht-Aräometern, und nähern sich ihnen desto mehr, je weniger Theilstriche ihre Skale enthält und je mehr ihr Gewicht abgeändert wird. Man hat sie daher ganz passend gemischte Aräometer genannt.

Das Vorstehende umfasst die gesammte Theorie der Aräometerskale. Bei wirklicher Anfertigung einer solchen Skale hat man noch die Fundamentalpunkte zu wählen und dafür zu sorgen, dass sie eine zweckmäßige Lage auf dem Halse des Instruments bekommen, auch in dieser ihrer Lage möglichst scharf bestimmt werden.

Die Fundamentalpunkte selbst sind willkürlich, wie die Gröfse der Grade. Es giebt für das Aräometer keine solche natürlichen Punkte, wie für das Thermometer der Frost- und Siedpunkt. Allenfalls könnte man noch den einen der Fundamentalpunkte natürlich nennen, da man

mit Schrot oder Quecksilber beschwert, und unten an das Aräometer geschraubt, entsprechen diesem Zwecke. Irgend eine der Kugeln muss dann schon mit in das ursprüngliche Gewicht des Instruments begriffen seyn.

ihn ganz allgemein durch Eintauchung des Instruments in Wasser von einer festgesetzten Temperatur bestimmt. Der andere ist aber rein conventionell; seine Bestimmung geschieht entweder mit Hülfe einer Flüssigkeit, die ein festgesetztes und zuvor auf andere Weise ermitteltes spezifisches Gewicht besitzt, oder mit Hülfe einer bestimmten Flüssigkeit von unveränderlicher Natur, z. B. einer Salzlösung von bestimmtem Salzgehalt, oder endlich, wie die des ersten Punkts, auch im Wasser, nachdem man zuvor das Gewicht des Instruments um ein Gewisses vergrößert oder verringert hat.

Was die Lage dieser Punkte betrifft, so macht man dieselben gewöhnlich zu den Endpunkten der Skale, so dass sie also der schwersten und leichtesten Flüssigkeit entsprechen, für welche das Aräometer bestimmt ist. Man richtet es demnach so ein, dass der eine dieser Punkte dem Behälter und der andere dem Ende des Halses möglichst nahe komme, damit vom Halse nur ein kleiner Theil unbenutzt bleibe. Dies geschieht dadurch, dass man dem Instrument, nachdem an ihm der Hals und das Gefäß durch Versuche oder Rechnung in das rechte Verhältniss zu einander gebracht sind, noch offen folgendermaßen auf der schwersten und leichtesten Flüssigkeit schwimmen lässt, und hierauf, wenn es von Glas, durch Quecksilber, oder, wenn es von Metall, durch Schrot, so weit beschwert, als nöthig ist, und nun an einer vorläufigen Skale, wenn das Instrument von Glas ist an einer eingeschobenen Papierskale, die Fundamentalpunkte bemerkt. Bei einem metallenen Aräometer kann man sodann ohne Weiteres den Verschluss vornehmen, bei einem gläsernen hat man dagegen erst die vorläufige Skale herauszunehmen und die nach ihr entworfene richtige, die auf einen eben so schweren Papierstreifen gezeichnet seyn muss, dafür hineinzu schieben und in der richtigen Höhe durch Siegelack zu befestigen. Um dem Schwerpunkte des Instruments eine möglichst tiefe Lage zu geben, nimmt man auch wohl die nachgeschüttete Belastung wieder aus dem Gefäß und bringt sie in die deshalb unter demselben angebrachte kleinere Kugel, welche zu dem Ende zu öffnen und wieder zu verschließen ist.

Bei der Auftragung der Fundamentalpunkte hat man darauf zu achten, dass das Instrument am Halse trocken sey und bei Einsenkung in die Flüssigkeit nicht tiefer, als es deren spezifisches Gewicht verlangt, eingesenkt werde. Bei Vernachlässigung dieser Vorsicht steigt die Flüssigkeit durch Kapillar-Anziehung an dem nassen Halse in die Höhe, und man wird dann verhindert, die im Niveau der Flüssigkeit liegenden Punkte sicher zu beobachten.

Liesse das Volum-Aräometer eine größere Genauigkeit zu, als es wirklich der Fall ist, so würde es zweckmäßig seyn, die Skale ganz vom Instrument zu sondern, und sie neben diesem, an dem Gefäße, welches die zu prüfende Flüssigkeit enthält, auf einem senkrechten Stabe anzubringen. Mittelst eines an der Skale verschiebbaren horizontalen Arms, den man auf das obere Ende des Halses herabliesse, würde dann der Betrag der Einsenkung des Instruments in verschiedene Flüssigkeiten zu messen seyn, wenn man von diesen immer so viel in das Gefäß gösse, dass sie einen von der Skale herabgehenden unverrückbaren Stift genau berührten. Aehnlicher Vorrichtungen haben sich Montigny (*Mém. de l'Acad. de Paris*, 1768, p. 435.) und Deparcieux (*Prony's Architect. hydrauliq.*, T. I. §. 614—627.) bedient, aber sie sind wegen ihrer Umständlichkeit nicht empfehlenswerth.

Arten des Volumen- oder Skalen-Aräometers. — Die große Zahl der wirklich ausgeführten oder blos vorgeschlagenen Instrumente dieser Art zerfällt in zwei Klassen; die erste umfasst die allgemeinen, die andere die besonderen Aräometer.

A. Allgemeine Aräometer heißen solche, die für Flüssigkeiten jeder Art bestimmt sind. Davon giebt es wieder zweierlei, mit theoretischer und mit empirischer Skale.

a. Aräometer mit theoretischer Skale, d. h. diejenigen, deren Grade gleich großen Unterschieden im spezifischen Gewicht entsprechen. Die Anfertigung ihrer Skalen ist in dem Vorhergehenden genügend auseinandergesetzt; die Prüfung derselben kann nach der auf S. 462 beschriebenen dritten Methode geschehen, mit Hülfe der umgekehrten Formel (A), S. 459, nämlich:

$$s' = \frac{s s'' (v' - v)}{s'' (v'' - v) + (s - s') (v' - v)}$$

worin  $v'' - v$  die Zahl der auf der Skale befindlichen Grade,  $s$  und  $s''$  die den Endpunkten der Skale entsprechenden spezifischen Gewichte, und  $v' - v$  die Zahl der Grade, welche dem spezifischen Gewichte  $s'$  entspricht. Lässt man das Instrument, nachdem man sein Gewicht auf das  $n$ -fache gebracht hat, auf der Flüssigkeit vom spezifischen Gewichte  $s$  schwimmen, so ist es dasselbe, wie wenn man es bei unverändertem Gewicht auf einer Flüssigkeit vom  $n$ -fachen spezifischen Gewicht schwimmen liesse. Dadurch ist  $s'$  gegeben, da  $s' : s = np : p$ . Ferner liest man die Zahl der Grade ( $v' - v$ ) an dem auf das Gewicht  $np$  gebrachten Instrumente ab. Stimmen die so gefundenen Werthe von  $s'$  und  $v' - v$  mit der Formel, so ist das Instrument richtig getheilt. Diese Methode ist unter andern von Bohnenberger angewandt (Tübinger Blätter, Bd. II. S. 257.).

Man könnte von diesem Aräometer wiederum zwei Arten unterscheiden, reine und gemischte, d. h. Instrumente von unveränderlichem und von veränderlichem Gewicht; indess sind die letzteren nicht gebräuchlich.

Von den ersteren ist das älteste das von Brisson. Er verfertigte zwei solcher Instrumente, eins für spezifische Gewichte von 1,000 bis 0,820, und das andere für die von 1,000 bis 1,900. Die Gradairung geschah, bei  $+ 14^{\circ}$  R., nach der auf Wägung beruhenden Methode (S. 462), die sehr mühsam ist. Daher wandte er sie auch nur auf jeden 10ten Grad an, und theilte die Zwischenräume in 10 gleiche Theile. Der Nullpunkt lag beim spezifischen Gewicht 1000, d. h. dem des Wassers, und jeder Grad entsprach 0,001 Unterschied.

Ähnlich sind die Instrumente von Casbois, nur sind die Grade 0, 10, 20 . . . durch Eintauchung in Flüssigkeiten von den spezifischen Gewichten 1,000;  $1,000 \pm 0,1$ ;  $1,000 \pm 0,2$  u. s. w. bestimmt.

In Deutschland hat G. G. Schmidt in Gießen zuerst richtige Aräometer zu verfertigen gelehrt, und zwar nach der S. 461 auseinandergesetzten geometrischen Construction (Gren's N. Journ. d. Physik, 1796, Bd. III S. 117.), die freilich eine genau cylindrische oder parallelepipedische Form für den Hals des Instruments voraussetzt, wenn man dieser aber gewiss ist, Genauigkeit mit Bequemlichkeit verbindet. Neuerdings haben sich Barré d'Orleans und Delezennes mit der Theorie dieser Klasse von Instrumenten beschäftigt, indess enthalten ihre Auf-

sätze (*Journ. de phys.*, T. 57. p. 433 u. T. 94. p. 204.) über den bereits erschöpften Gegenstand jetzt nichts Bemerkenswerthes mehr.

Zu dieser Klasse gehört auch Meißner's allgemeines Aräometer für Flüssigkeiten von 1,0 bis 0,7 und von 1,0 bis 2,0 specif. Gewicht. Man findet sie beschrieben in dessen Werk: *Die Aräometrie in ihrer Anwendung auf Chemie und Technik*; Wien, 1816.

b. Aräometer mit empirischer oder gleichförmig getheilter Skale. Hieher gehört die zum Ueberfluss große Zahl von ganz willkürlich eingerichteten Instrumenten, deren nähere Kenntniss eigentlich nur nothwendig ist, weil sie einmal im Gebrauch sind. Man kann von ihnen wiederum zweierlei unterscheiden, reine und gemischte Volums-Aräometer, je nachdem ihr Gewicht beständig oder veränderlich ist.

α. Aräometer von beständigem Gewicht mit gleichförmiger Skale. Die Instrumente dieser Art sind die ältesten; sie führten bei den Griechen den Namen Baryllion. Gewöhnlich wird Hypathia († 415 unserer Zeitrechnung zu Alexandrien), die Lehrerin des Synesios von Cyrene, Bischofs von Ptolemais, als die Erfinderin derselben genannt; es ist indess erwiesen, dass schon Archimedes († 212 vor unserer Zeitrechnung) dieselben gebraucht hat (*Gilb. Ann.*, Bd. VI. S. 125.). Unter den neueren sind die von Baumé und Cartier, so wie das holländische, ferner die von Richter, Beck und Twaddle, am bekanntesten.

Baumé verfertigte zwei solcher Aräometer, eins für leichtere und eins für schwerere Flüssigkeiten. Für das erste gaben die Fundamentalpunkte reines Wasser und eine Lösung von 1 Th. Kochsalz in 9 Th. Wasser. Den Abstand zwischen beiden theilte er in 10 gleiche Theile, bezeichnete den untersten mit 0, den obersten (dem specifischen Gewichte des Wassers entsprechenden) mit 10, und trug nun noch 40 solcher Theile auf das obere Ende der Skale. Für das zweite bestimmte er die Fundamentalpunkte durch reines Wasser und eine Lösung von 15 Th. trocknen Kochsalzes in 85 Th. Wasser, theilte den Abstand in 15 gleiche Theile, und trug noch 70 solcher Theile auf das untere Ende der Skale. Die Temperatur dabei war die mittlere der Luft ohne nähere Bestimmung.

Die ausgebreitete Anwendung des Baumé'schen Aräometers hat eine oftmalige Untersuchung seiner Skale veranlasst. Man brauchte dazu eigentlich nur die specifischen Gewichte der angegebenen zwei Kochsalzlösungen zu kennen, und könnte dann das Uebrige durch Rechnung finden. Man hat indess vorgezogen, die Werthe der Grade an fertigen Instrumenten durch Versuche (mittelst der Methode der Wägung S. 462) zu ermitteln. Solche Prüfungen haben unter Anderen vorgenommen Delezennes (*Journ. de phys.*, T. 94, p. 204.), Francoeur (*Diction. technolog. art. aréomètre.*), Bohnenberger (*Tüb. Blätt.*, Bd. II. S. 457.) und Gilpin (*Ann. de chim.*, T. XXIII. p. 185.). Die Resultate derselben sind in den weiterhin folgenden Tafeln neben einander gestellt. Sie sind nicht zusammengezogen, um durch ihre Abweichungen zu zeigen, welche Verschiedenheiten bei den einzelnen Instrumenten vorkommen und wie groß also der Grad ihrer Zuverlässigkeit ist, wiewohl ein Theil der Abweichungen auch auf Rechnung der Prüfungen kommen mag.

Francoeur giebt für die Beziehung des specifischen Gewichts  $s'$  zu den Graden  $(v' - v)$  folgende Gleichung:

$$\text{Aräom. für schwere Flüssigkeiten} \quad \text{für leichte Flüssigkeiten}$$

$$s' = \frac{152}{152 - (v' - v)} \quad s' = \frac{146}{136 + (v' - v)}$$

Bohnenberger fand beim Instrument für schwere Flüssigkeiten

$$s' = \frac{155,36}{155,36 - (v' - v)}$$

bei einem andern Exemplare aber (dessen Resultate nicht in den folgenden Tafeln aufgeführt sind)

$$\text{von } 0^\circ \text{ bis } 40^\circ \quad s' = \frac{143,41}{143,45 - (v' - v)}$$

$$\text{von } 40^\circ \text{ bis } 85^\circ \quad s' = \frac{165,06}{165,06 - (v' - v)}$$

Aus Allem ergibt sich, dass bei der Angabe dieses Instruments schon die zweite Decimalstelle nicht mehr verbürgt werden kann.

Cartier, ein Goldarbeiter, den Baumé zur Anfertigung seiner Aräometer gebraucht hatte, glaubte diese zu verbessern, indem er die Grade so vergrößerte, dass 15 derselben gleich 16 der ursprünglichen wurden. Ueberdies legte er, vielleicht mehr zufällig als absichtlich, die ganze Skale etwas tiefer, so dass auf derselben der Punkt  $10\frac{3}{4}$  oder 11 dem Punkte 10 oder 11 der Baumé'schen Skale oder dem specifischen Gewichte des Wassers entsprach. Das Cartier'sche Aräometer ist also mit noch mehr Unrecht, als das Baumé'sche, zu seinem großen Rufe gekommen.

Ueber die Werthe der Cartier'schen Grade, in specifischem Gewicht ausgedrückt, ist bereits in dem Artikel Alkoholometrie S. 265 eine Tafel mitgetheilt. Eine andere Bestimmung, von Francoeur gemacht (a. a. O.), findet sich in den nachstehenden Tafeln. Sie entspricht der Gleichung:

$$s' = \frac{136,8}{126,1 + (v' - v)}$$

Nach demselben Mathematiker findet zwischen den Baumé'schen Graden ( $B$ ) und den Cartier'schen ( $C$ ) folgende Beziehung statt

$$16C = 15B + 22$$

Das holländische Aräometer, d. h. das, welches die *Pharmacopoea batava* eingeführt, hat seinen Nullpunkt beim specif. Gewicht = 1,000 (dem des Wassers bei  $+ 10^\circ, 0$  R.) und seinen 10ten Grad beim specifischen Gewicht einer Lösung von 1 Th. Kochsalz und 9 Th. Wasser. Darnach sind die übrigen gleich großen Grade über und unter Null bestimmt. Die Beziehung der Grade dieses Instruments zu den specifischen Gewichten findet sich weiterhin in den Tafeln.

Richter's allgemeines Aräometer, da es eine in gleiche Theile getheilte Skale besitzt, gehört ebenfalls hierher, wiewohl sein Urheber irrigerweise glaubte, die Grade desselben entsprächen gleichen Unterschieden im specifischen Gewicht. (Ueber die neueren Gegenstände der Chemie, Bd. V. S. 51.) Es hat kein Gefäß, sondern besteht bloß aus einer am unteren Ende durch Schrot oder Quecksilber beschwerten Glasröhre. Diese Einrichtung, die neuerdings Meißner (s. dessen Aräometrie) wieder hervorgesucht hat, ist aber, wenn man mindestens zwei Fundamentalpunkte durch Erfahrung be-

stimmt, wie es immer rathsam ist und auch Richter gethan hat, weder eine Vereinfachung zur Verfertigung des Instruments, noch sonst eine Verbesserung, hat im Gegentheil den Nachtheil, diesem eine unbequeme Länge zu geben. Richter's Aräometer, so wie mehre ähnliche, sind nicht mehr im Gebrauch, und daher hat eine Angabe über die Bedeutung ihrer Skalen gegenwärtig keinen Nutzen.

Das von Beck in Bern, nach Bentley's Vorschrift, gearbeitete Aräometer hat seinen Nullpunkt beim specifischen Gewichte des Wassers (bei  $+10^{\circ}$  R.) = 1000, seinen 30sten Grad beim specifischen Gewichte = 850. Zur Zurückführung der Grade auf specifisches Gewicht ist dem Instrument eine Tafel beigegeben, berechnet nach der Formel

$$s' = \frac{1000 \cdot 850 \cdot 30}{850 \cdot 30 \pm 150 \cdot (v' - v)} = \frac{1000 \cdot 170}{170 \pm (v' - v)}$$

Die Tafel selbst, nur 1 darin statt 1000 gesetzt, findet sich weiterhin in der Vergleichung (Trommsdorff's Journ. d. Pharmacie, Bd. IX. St. 1. S. 17.).

Twaddle's Hydrometer ist ein jetzt in England übliches Aräometer für Flüssigkeiten schwerer als Wasser. Es besteht aus sechs gesonderten Instrumenten, deren Skalen an einander schliessen und so zusammen die specifischen Gewichte von 1000 bis 2000 umfassen. Nach einer Untersuchung von E. Dingler (Polytechn. Journ., Bd. 62, S. 329.) sind diese Instrumente so graduirt, dass sie, wenn sie im Wasser schwimmend an einer Wage aufgehängt und theilweise balancirt worden sind, durch gleiche Gewichte beschwert, um gleiche Grade einsinken. Es sind also, schließt Dingler, die Abtheilungen auf dem Stiel von gleichem Volum, und folglich ist die Graduierung genau. Gleich darauf heisst es indess, dass, wenn man das specifische Gewicht des Wassers bei  $+13^{\circ}$  R. = 1000 setze, diese Zahl für jeden Grad Twaddle um 5 Einheiten zunehme; und nach diesem Satz wird dann eine ausführliche Tafel berechnet, von der die nachstehende einen Auszug darstellt.

Grade Twaddle	Specif. Gew.						
0	1000	50	1250	100	1500	150	1750
10	1050	60	1300	110	1550	160	1800
20	1100	70	1350	120	1600	170	1850
30	1150	80	1400	130	1650	180	1900
40	1200	90	1450	140	1700	190	1950

Es ist jedoch zu bemerken, dass, wenn die Theilstriche gleiche Volume vom Stiele abschneiden, die Grade nicht auch gleichen Unterschieden im specifischen Gewichte entsprechen können. Eins von beiden muss fehlerhaft seyn, entweder die experimentelle Bestimmung, oder der daraus gezogene Schluss. In ermangelnder Gewissheit darüber ist hier das Twaddle'sche Hydrometer unter die Instrumente mit gleichförmiger Theilung gesetzt.

Es mögen nun die Vergleichung der bekannteren Aräometerskalen folgen:

Aräometer für Flüssigkeiten schwerer als Wasser.

Grade	Baumé nach				Holländisches	Beck
	Delezennes	Francoeur	Bohnenberger	Gülin	Aräometer	
	b. + 10° R.	b. + 10° R.	b. + 11° R.	b. + 10° R.	b. + 10° R.	
0	1,0000	1,0000	1,000	1,000	1,000	1,0000
1	1,0072	1,0066	1,007		1,007	1,0059
2	1,0145	1,0133	1,013		1,014	1,0119
3	1,0219	1,0201	1,020	1,020	1,022	1,0180
4	1,0294	1,0270	1,027		1,029	1,0241
5	1,0370	1,0340	1,033		1,036	1,0303
6	1,0448	1,0411	1,040	1,040	1,044	1,0366
7	1,0526	1,0483	1,047		1,052	1,0429
8	1,0606	1,0556	1,055		1,060	1,0494
9	1,0687	1,0630	1,062	1,064	1,067	1,0559
10	1,0769	1,0704	1,069		1,075	1,0625
11	1,0853	1,0780	1,077		1,083	1,0692
12	1,0937	1,0857	1,084	1,089	1,091	1,0759
13	1,1023	1,0935	1,092		1,100	1,0828
14	1,1111	1,1014	1,099		1,106	1,0897
15	1,1200	1,1095	1,107	1,114	1,116	1,0968
16	1,1290	1,1176	1,115		1,125	1,1039
17	1,1382	1,1259	1,123		1,134	1,1111
18	1,1475	1,1343	1,132	1,140	1,143	1,1184
19	1,1570	1,1428	1,140		1,152	1,1258
20	1,1666	1,1515	1,148		1,161	1,1333
21	1,1764	1,1603	1,157	1,170	1,171	1,1409
22	1,1864	1,1692	1,166		1,180	1,1486
23	1,1965	1,1783	1,174		1,190	1,1565
24	1,2068	1,1875	1,183	1,200	1,199	1,1644
25	1,2173	1,1968	1,192		1,210	1,1724
26	1,2280	1,2063	1,201		1,221	1,1806
27	1,2389	1,2160	1,211	1,230	1,231	1,1888
28	1,2499	1,2258	1,220		1,242	1,1972
29	1,2612	1,2358	1,230		1,252	1,2057
30	1,2727	1,2459	1,239	1,261	1,261	1,2143
31	1,2844	1,2562	1,248		1,275	1,2230
32	1,2962	1,2667	1,260		1,286	1,2319
33	1,3083	1,2773	1,270	1,295	1,298	1,2409
34	1,3207	1,2881	1,281		1,309	1,2500
35	1,3333	1,2992	1,291		1,321	1,2593
36	1,3461	1,3103	1,302	1,333	1,331	1,2687
37	1,3592	1,3217	1,313		1,346	1,2782
38	1,3725	1,3333	1,325		1,359	1,2879
39	1,3861	1,3451	1,336	1,373	1,372	1,2977
40	1,3999	1,3571	1,347		1,384	1,3077
41	1,4141	1,3694	1,359		1,398	1,3178
42	1,4285	1,3818	1,371	1,414	1,412	1,3281
43	1,4433	1,3945	1,384		1,426	1,3386
44	1,4583	1,4074	1,396		1,440	1,3492
45	1,4735	1,4206	1,408	1,455	1,454	1,3600
46	1,4893	1,4339			1,470	1,3710
47	1,5053	1,4476			1,485	1,3821
48	1,5217	1,4615		1,500	1,501	1,3934
49	1,5384	1,4758			1,516	1,4050
50	1,5555	1,4902			1,532	1,4167
51	1,5730	1,4951		1,547	1,549	1,4286
52	1,5909	1,5209			1,566	1,4407
53	1,6092	1,5353			1,583	1,4530
54	1,6279	1,5510		1,594	1,601	1,4655

Grade	Baumé nach				Holländi- sches Aräometer	Beck
	Delezennes	Francoeur	Bohnen- berger	Gilpin	b. + 10° R.	
	b. + 10°, 0 R.	b. + 10° R.	b. + 11°, 5 R.	b. + 10° R.	b. + 10° R.	
55	1,6471	1,5671			1,618	1,4783
56	1,6667	1,5833			1,637	1,4912
57	1,6868	1,6000		1,659	1,656	1,5044
58	1,7074	1,6170			1,676	1,5179
59	1,7285	1,6344			1,695	1,5315
60	1,7501	1,6522		1,717	1,714	1,5454
61	1,7722	1,6705			1,736	1,5596
62	1,7950	1,6889			1,758	1,5741
63	1,8184	1,7079		1,779	1,779	1,5888
64	1,8423	1,7273			1,801	1,6038
65	1,8669	1,7471			1,823	1,6190
66	1,8922	1,7674		1,848	1,847	1,6346
67	1,9180	1,7882			1,872	1,6505
68	1,9447	1,8095			1,897	1,6667
69	1,9721	1,8313		1,920	1,921	1,6832
70	2,0003	1,8537			1,946	1,7000
71		1,8765			1,974	1,7172
72		1,9000		2,000	2,002	1,7347
73		1,9241			2,031	1,7526
74		1,9487			2,059	1,7708
75		1,9740			2,087	1,7895
76		2,0000				1,8085

## Aräometer für Flüssigkeiten leichter als Wasser.

Grade	Baumé nach		Cartier nach		Beck
	Delezennes	Francoeur	Delezennes	Francoeur	
	bei 10° R.	bei 10° R.	bei 10° R.	bei 10° R.	
0					1,0000
1					0,9941
2					0,9883
3					0,9826
4					0,9770
5					0,9714
6					0,9659
7					0,9604
8					0,9550
9					0,9497
10	1,0000	1,0000			0,9444
11	0,9929	0,9932	1,0000		0,9392
12	0,9859	0,9865	0,9922		0,9340
13	0,9790	0,9799	0,9846		0,9289
14	0,9722	0,9733	0,9771	0,9764	0,9239
15	0,9655	0,9669	0,9697	0,9695	0,9189
16	0,9589	0,9605	0,9624	0,9627	0,9139
17	0,9524	0,9542	0,9552	0,9560	0,9090
18	0,9460	0,9480	0,9481	0,9493	0,9042
19	0,9396	0,9420	0,9412	0,9427	0,8994
20	0,9333	0,9359	0,9343	0,9363	0,8947
21	0,9272	0,9300	0,9275	0,9299	0,8900
22	0,9211	0,9241	0,9208	0,9237	0,8854

Grade	<i>Baumé</i> nach		<i>Cartier</i> nach		<i>Beck</i>
	<i>Delezennes</i>	<i>Francoeur</i>	<i>Delezennes</i>	<i>Francoeur</i>	
	bei 10° R.	bei 10° R.	bei 10° R.	bei 10° R.	
23	0,9151	0,9183	0,9143	0,9175	0,8808
24	0,9091	0,9125	0,9078	0,9114	0,8762
25	0,9033	0,9068	0,9014	0,9054	0,8717
26	0,8975	0,9012	0,8951	0,8994	0,8673
27	0,8918	0,8957	0,8889	0,8935	0,8629
28	0,8861	0,8902	0,8827	0,8877	0,8585
29	0,8806	0,8848	0,8767	0,8820	0,8542
30	0,8751	0,8795	0,8707	0,8763	0,8500
31	0,8696	0,8742	0,8649	0,8707	0,8457
32	0,8643	0,8690	0,8590	0,8652	0,8415
33	0,8590	0,8639	0,8533	0,8598	0,8374
34	0,8537	0,8588	0,8477	0,8545	0,8333
35	0,8486	0,8538	0,8421	0,8491	0,8292
36	0,8435	0,8488	0,8366	0,8439	0,8252
37	0,8384	0,8439	0,8312	0,8387	0,8212
38	0,8334	0,8391	0,8258	0,8336	0,8173
39	0,8285	0,8343	0,8205	0,8286	0,8133
40	0,8236	0,8295	0,8153		0,8095
41	0,8188	0,8249	0,8101		0,8061
42	0,8141	0,8202	0,8050		0,8018
43	0,8094	0,8156	0,8000		0,7981
44	0,8017	0,8111			0,7944
45	0,8001	0,8066			0,7907
46	0,7956	0,8022			0,7871
47	0,7911	0,7978			0,7834
48	0,7866	0,7935			0,7799
49	0,7823	0,7892			0,7763
50	0,7779	0,7849			0,7727
51		0,7807			0,7692
52		0,7766			0,7658
53		0,7725			0,7623
54		0,7684			0,7589
55		0,7643			0,7556
56		0,7604			0,7522
57		0,7565			0,7489
58		0,7526			0,7456
59		0,7487			0,7423
60		0,7449			0,7391

β. Aräometer von veränderlichem Gewicht mit gleichförmiger Skale. Fast alle gebräuchlichen Instrumente dieser Art gehören in die Klasse der besonderen Aräometer, sind nämlich Alkoholometer. Doch kann man hierher rechnen ein von Muschenbroeck vorgeschlagenes Aräometer (*Introduct. II. §. 1384*, wo indess die Angabe, dass der 40ste Grad der Skale einer solchen Flüssigkeit entsprechen soll, die bei gleichem Volum 40 Gran mehr wiege, als Regenwasser, dessen spezifisches Gewicht dem Nullpunkte entspricht, keinen Sinn hat, da das Gewicht des Instruments nicht festgesetzt wird) und ein von Desaguliers zur Ermittlung sehr kleiner Unterschiede im spezifischen Gewicht bestimmtes (*Cours of experiment. Philosoph., Vol. II. p. 234.*). Die Einrichtung der Instrumente dieser Art bedarf übrigens nach dem bereits Gesagten keiner Erläuterung mehr.

Noch ein zur Klasse der allgemeinen Skalen-Aräometer gehöriges, und nur von ihnen in der Form verschiedenes Instrument ist Adie's Schieber-Aräometer (*Sliding-Hydrometer*). Es ist hohl aus Metall gearbeitet und von constantem Gewicht. Der Hals besitzt eine Skale, die begreiflich sowohl eine theoretische oder empirische seyn kann; aber, statt die Einsenkungen des Instruments an den verschiedenen Punkten desselben abzulesen, wird er so weit verschoben, bis immer ein und derselbe Punkt dieser Skale ins Niveau der Flüssigkeit kommt, und der Grad der Verschiebung giebt dann das spezifische Gewicht. Da man diesen Punkt natürlich erst nach mehrmaligem Probiren auffinden kann, so hat die Einrichtung schwerlich einen Vorzug.

B. *Besondere Aräometer* sind solche, die nur für gewisse und zwar gemischte Flüssigkeiten bestimmt sind, und nicht sowohl das spezifische Gewicht angeben, als vielmehr den damit in Beziehung stehenden Gehalt an einem ihrer Bestandtheile, bisweilen unmittelbar ausgedrückt in Gewichts- oder Volumprocenten des Gemisches. Sie heißen, je nach ihrer Bestimmung, Alkoholometer, Branntweinmesser (*Pèse-esprit*), Weinmesser (Oenometer), Mostmesser (Gleukometer), Bierwage, Bierprober, Milchmesser (Galactometer und Lactometer), Zuckermesser (Saccharometer), Laugenwage, Salpeterspindeln, Solwage, Sol- oder Salzspindel, Gradirwage (*Pèse-sel*), Säuremesser (*Pèse-acide*) u. s. w. Auch bei diesen Instrumenten kann man wieder die mit theoretischer und die mit empirischer Skale unterscheiden, und beide Gattungen wieder in reine und gemischte Aräometer zerfallen, je nachdem das Gewicht derselben unverändert bleibt oder verändert wird.

1) Zu den besonderen Aräometern von unveränderlichem Gewicht mit theoretischer Skale gehören die Alkoholometer von Tralles, Gay-Lussac, Richter und Meifsner.

Die von Tralles und Gay-Lussac sind zweifelsohne die vorzüglichsten, und schon in dem Artikel Alkoholometrie beschrieben worden. Ihre Grade entsprechen nicht gleichen Unterschieden im spezifischen Gewicht, sondern denen, welche gleichen Volumprocenten des Alkoholgehalts im Weingeist zukommen.

Richter's Alkoholometer unterscheidet sich von diesen Instrumenten dadurch, dass seine Grade den Alkoholgehalt eines Weingeistes in Gewichtsprocenten des letzteren angeben. Die ihm zum Grunde gelegte Beziehung des spezifischen Gewichts zum Alkoholgehalt beruht auf nur fünf experimentellen Bestimmungen (S. 214), die durch eine ganz willkürliche Rechnung interpolirt sind, auch nur für eine einzige Temperatur, nämlich  $+ 16^{\circ}$  R., gelten. Die Grundlage dieses Instruments ist also nur eine schwache, und wenn Richter, der, wie es scheint, über die Anfertigung seiner Skale nie etwas Näheres veröffentlicht hat, dieselbe in späteren Jahren beibehalten hat, so muss man sich in der That wundern, dass seine Instrumente noch so stimmen, wie es der Fall ist. Uebrigens ist in dem Artikel Alkoholometrie S. 264 schon gezeigt, wie die Grade, welche man Richter'sche heißt, von den richtigen aus Tralles's Tafeln hergeleiteten Gewichtsprocenten abweichen. Gegenwärtig sollten nur diese berechneten Grade gebraucht werden.

Meifsner's Aräometer haben eine doppelte Skale, für Volums-

und für Gewichtsprocente, gegründet auf die bei + 14° R. angestellten Versuche, deren Resultate schon S. 215 mitgetheilt wurden. Diese Instrumente sind nur im Oesterreichischen gebräuchlich, und möchten da, wo man bereits Tralles'sche oder Gay-Lussac'sche Aräometer hat, schwerlich eingeführt werden. Indess kann es zur Beurtheilung der von Anderen mit diesen Instrumenten gemachten Angaben von Nutzen seyn, die Skale derselben näher zu kennen, und daher stehe hier die folgende Tafel, entlehnt aus dem Anhang zu Meißner's Aräometrie vom Dr. J. R. Joss \*). Die Tafel gilt für + 14° R., für welche Temperatur auch überhaupt das Meißner'sche Aräometer nur gebraucht werden kann, da Reductionstabellen fehlen. Wie die Tralles'schen Grade auf diese Temperatur zurückgeführt sind, ist nicht gesagt. Die Richter'sche Skale bezieht sich auf ein vom Mechanicus Stoppani verfertigtes Instrument.

Specifisches Gewicht	Alkoholometer				Beck's Aräometer- Grade
	Tralles Volums-	Meißner		Richter Gewichts-	
		Volums-	Gewichts-		
Procente oder Grade					
0,793	100,0	100	100,00	100,0	
0,797	99,1	99	98,68	98,6	
0,801	98,2	98	97,36	97,1	
0,804	97,4	97	96,10	95,1	
0,808	96,6	96	94,87	94,2	
0,811	95,6	95	93,71	93,0	39,6
0,815	94,7	94	92,52	91,5	38,6
0,819	93,8	93	91,36	90,0	37,6
0,822	93,0	92	90,21	88,6	36,9
0,825	92,0	91	88,97	87,5	36,0
0,829	91,0	90	87,70	86,1	35,2
0,832	90,0	89	86,48	85,0	34,4
0,835	88,9	88	85,29	84,1	33,8
0,837	87,9	87	84,13	83,0	33,0
0,840	87,4	86	82,96	82,1	32,5
0,843	86,5	85	81,78	81,2	31,8
0,845	85,6	84	80,66	80,1	31,0
0,848	84,9	83	79,54	79,1	30,4
0,851	83,9	82	78,44	78,1	29,7
0,853	82,8	81	77,37	77,2	29,1
0,857	81,8	80	76,06	76,2	28,5
0,859	81,0	79	74,94	74,8	27,9
0,862	79,8	78	73,86	74,1	27,3
0,864	79,0	77	72,68	73,3	26,8
0,867	78,0	76	71,52	72,0	26,0
0,870	77,0	75	70,38	70,8	25,5
0,872	75,9	74	69,24	69,5	24,8
0,875	75,0	73	68,15	68,4	24,3
0,878	73,8	72	67,07	66,9	23,6
0,881	72,7	71	66,00	65,6	22,9
0,883	71,8	70	64,91	64,7	22,5
0,886	70,7	69	63,79	63,6	21,8
0,889	69,6	68	62,73	62,5	21,3
0,891	68,5	67	61,65	61,3	20,7
0,893	67,6	66	60,61	60,3	20,2

\*) Tabellarische Anweisung zur Vergleichung mehr oder minder concentrirter geistiger Flüssigkeiten nach Procenten des Inhaltmaßes und zur Darstellung derselben aus alkoholhaltigen Flüssigkeiten und Wasser; ein vervollständigender Anhang zu P. T. Meißner's Aräometrie (Wien, 1836).

Specifisches Gewicht	Alkoholometer				Béck's Aräometer- Grade
	<i>Tralles</i>	<i>Meißner</i>		<i>Richter</i>	
	Volums-	Volums-	Gewichts-	Gewichts-	
Procente oder Grade					
0,896	66,5	65	59,56	59,0	19,7
0,898	65,6	64	58,52	58,2	19,3
0,901	64,7	63	57,45	57,3	18,8
0,903	63,6	62	56,41	56,3	18,4
0,905	62,4	61	55,36	55,2	17,8
0,908	61,3	60	54,32	54,0	17,3
0,910	60,4	59	53,27	52,8	16,8
0,912	59,5	58	52,26	51,7	16,4
0,915	58,4	57	51,22	50,6	15,9
0,917	57,3	56	50,22	49,4	15,3
0,919	56,4	55	49,22	48,4	15,0
0,921	55,3	54	48,22	47,3	14,5
0,924	54,3	53	47,22	46,4	14,1
0,926	53,4	52	46,23	45,4	13,6
0,928	52,3	51	45,24	44,3	13,2
0,930	50,9	50	44,26	43,2	12,7
0,932	49,8	49	43,24	42,0	12,3
0,934	48,7	48	42,28	41,2	11,8
0,936	47,7	47	41,33	40,3	11,4
0,938	46,6	46	40,35	39,3	11,3
0,940	45,7	45	39,32	38,8	10,8
0,942	44,6	44	38,26	37,7	10,4
0,944	43,4	43	37,26	36,7	10,0
0,946	42,3	42	36,31	35,8	9,7
0,948	41,4	41	35,42	34,8	9,4
0,949	40,4	40	34,52	34,0	9,1
0,951	39,2	39	33,63	32,9	8,8
0,953	37,9	38	32,73	31,5	8,4
0,955	36,6	37	31,78	30,4	8,0
0,956	35,5	36	30,82	29,7	7,8
0,958	34,5	35	29,87	28,7	7,6
0,960	33,4	34	28,93	28,0	7,3
0,961	32,5	33	27,93	27,0	7,0
0,962	31,4	32	27,00	26,0	6,7
0,963	30,4	31	26,15	25,2	6,5
0,964	29,5	30	25,31	24,4	6,3
0,965	28,4	29	24,46	23,5	6,1
0,967	27,4	28	23,61	22,5	5,8
0,968	26,5	27	22,77	22,0	5,6
0,969	25,5	26	21,85	21,2	5,4
0,970	24,4	25	20,92	20,2	5,2
0,971	23,3	24	20,00	19,3	5,1
0,972	22,6	23	19,16	18,4	4,8
0,973	21,4	22	18,31	18,0	4,6
0,975	20,4	21	17,46	17,3	4,4
0,976	19,3	20	16,58	16,4	4,3
0,977	18,4	19	15,75	15,5	4,1
0,978	17,5	18	15,00	15,0	3,9
0,978	16,6	17	14,18	14,4	3,7
0,979	15,5	16	13,30	13,7	3,5
0,980	14,5	15	12,30	13,0	3,4
0,981	13,5	14	11,36	12,5	3,3
0,982	12,5	13	10,54	11,8	3,1
0,983	11,7	12	9,71	11,0	2,9
0,985	10,7	11	8,87	10,4	2,7
0,986	9,4	10	8,06	9,4	2,4
0,987	8,4	9	7,28	8,6	2,2

Specifisches Gewicht	Alkoholometer				Beck's Aräometer- Grade
	<i>Tralles</i>	<i>Meissner</i>		<i>Richter</i>	
	Volums-	Volums-	Gewichts-	Gewichts-	
Procente oder Grade.					
0,989	7,4	8	6,52	7,5	4,9
0,990	6,0	7	5,76	6,5	1,7
0,992	5,2	6	4,94	5,7	1,5
0,993	4,3	5	4,10	4,8	1,3
0,994	3,3	4	3,29	3,8	1,0
0,996	2,3	3	2,47	3,0	0,7
0,997	1,6	2	1,65	2,0	0,4
0,999	0,4	1	0,83	1,0	0,2

2) Zu den besonderen Aräometern von veränderlichem Gewicht mit empirischer Skale gehören die in England vormals oder noch jetzt gebräuchlichen Alkoholometer (oder Hydrometer, wie sie von ihren Urhebern genannt wurden) von Clarke, Jones, Dicas, Quin, Atkins, Speer und Sikes.

Clarke's Hydrometer ist das älteste dieser Instrumente, und lange in England fast allgemein angewandt. Es hat allen folgenden zum Vorbilde gedient. Sein Hals besitzt nur drei Marken, die mittlere für Probespiritus und die beiden anderen für Weingeist von  $\frac{1}{10}$  unter oder über Probe. Es ist von Metall und hat zwei hohle Kugeln, von denen die untere kleinere abgeschroben werden und durch andere mehr oder weniger beschwerte ersetzt werden kann (*Philos. Transact.*, 1730, p. 277.).

Jones's, Dicas's und Quin's Hydrometer haben im Ganzen die Einrichtung des eben genannten, nur besitzen sie mehre vollständige Skalen, entsprechend den Zulage-Gewichten, die oben auf den Hals gesteckt werden, und deren bei ersterem vier an der Zahl sind, beim zweiten gar 36. Sie besitzen ferner ein Thermometer, und die beiden letzten verschiebbare Skalen, um die wegen der Temperatur berichtigten Angaben sogleich ablesen zu können. Sie geben nicht blos den Alkoholgehalt oder das specifische Gewicht des Weingeistes an, sondern auch die Verdichtung, welche Alkohol und Wasser darin erfahren haben. Eine nähere Beschreibung dieser Instrumente möchte jetzt wohl ziemlich überflüssig seyn.

Atkins's Hydrometer ist auch den obigen ähnlich, und dürfte nur den Vorzug haben, dass dabei die Gilpin'schen Versuche zum Grunde gelegt sind. Auf dem quadratischen Halse befindet sich eine Skale von 55 gleich großen Theilen, und durch vier ringförmige, seitwärts aufgeschnittene Mafsen von verschiedenem Gewicht, die sich einzeln auf einen unterhalb des ellipsoidischen Behälters befindlichen kegelförmigen Fortsatz schieben lassen, und also beim Gebrauch in der Flüssigkeit schweben \*), kann sie gleichsam aufs Fünffache verlängert werden (Fig 2, Taf. V.). Ohne Zulage-Gewicht umfasst die Skale die spe-

\*) Bei dieser Vorrichtung wird begreiflicherweise, selbst bei Aufsteckung gleich großer Mafsen, das Gewicht des Instruments in den verschiedenen Weingeistsorten nicht durch eine constante Größe vermehrt, da das Gewicht einer in einer Flüssigkeit schwebenden Masse verschieden ist nach dem specifischen Gewicht dieser Flüssigkeit.

cifischen Gewichte 0,806 bis 0,843; mit Nro. I. die von 0,843 bis 0,880; mit Nro. II. die von 0,880 bis 0,918; mit Nro. III. die von 0,918 bis 0,958, und endlich mit Nro. IV. die von 0,958 bis 1000, dem specif. Gewicht des Wassers bei  $+ 55^{\circ}$  F. Das Instrument wiegt 400 Gran, und die Zulage-Gewichte der Reihe nach 20, 40, 61 und 84 Gran.

Zur Herleitung des Gesuchten aus den unmittelbaren Angaben des Instruments dienen zwei der in England so beliebten Rechenstäbe von eigenthümlicher Construction. Diese geben an: den Gehalt des Weingeistes, in Volumen, an Probe (*Proof*, Weingeist von 0,920 specif. Gewicht bei  $60^{\circ}$  F.), den Vergleich mit den analogen Angaben der Instrumente von Clarke und Dicus, und endlich die Concentration, d. h. die Raumverminderung, welche stattfindet, wenn man den untersuchten Weingeist durch Vermischung mit Wasser auf die Probe bringt, falls er über Probe ist, oder die Raumverminderung, welche entsteht, wenn man dem Probespiritus die Stärke des gegebenen ertheilt, falls dieser unter Probe ist \*). Auch vollziehen diese Rechenstäbe die Berichtigung wegen der Temperatur, die mit einem neben dem Instrumente eingetauchten Thermometer gemessen werden muss. Eine nähere Beschreibung und Abbildung dieses Hydrometers findet sich in Atkins's *Relation between the specific gravities and the strength of spirituous Liquors*, London 1803, und in Gilb. Annal., Bd. 38. S. 432. Es ist indess ohne Kenntniss der Grundsätze, nach welchen die Rechenstäbe verfertigt sind, schwer zu glauben, dass sie ihren Zweck vollkommen erfüllen. Gut eingerichtete Tafeln, wie die, welche Gay-Lussac seinem Alkoholometer beigegeben hat (s. S. 237), sind ohne Widerrede vorzüglicher, da sie, bei gröfserer Zuverlässigkeit, gleiche Bequemlichkeit gewähren, wie die logarithmischen Rechenstäbe \*\*).

Speer's Hydrometer hat einen achtseitigen Hals mit eben so vielen Skalen, um daran den Gehalt des Weingeistes an Probespiritus für die Temperaturen  $35^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $50^{\circ}$ ,  $55^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ,  $65^{\circ}$ ,  $70^{\circ}$  F. ablesen zu können. Für die dazwischen liegenden Temperaturen werden die Correctionen durch vier kleine Stifte gefunden, die in den Senker (den unter der Kugel befindlichen Theil des Instruments) eingesteckt werden: ein Verfahren, das begrifflich nur annähernd richtig seyn kann. (Speer's *Enquiry into the causes of the Errors and Irregularities which take*

\*) Wenn man in England sagt, ein Weingeist sey z. B. 30 pCt. über Probe, so heifst dies, es würden 100 Mafs von ihm bei Verdünnung mit Wasser  $100 + 30$ , d. h. 130 Mafs Probespiritus liefern, und wenn gesagt wird, ein Weingeist sey 30 pCt. unter Probe, so meint man, 100 Mafs desselben enthalten  $100 - 30$ , d. h. 70 Mafs Probespiritus.

\*\*) Tralles's Tafeln sind zum praktischen Gebrauch weder bequem noch ausführlich genug, und daher kommt es, dass man sich selbst in Berlin einer unglaublich rohen und offenbar unrichtigen Methode zur Correction des Einflusses der Temperatur bedient. Die Berliner Alkoholometer sind nämlich mit zwei Skalen versehen, einer Tralles'schen und einer Richter'schen. Wenn nun das Thermometer nicht gerade  $12^{\circ},5$  R. anzeigt, für welche Temperatur es construirt ist, so geht man von dem Punkt, welchen die Tralles'sche Skale unmittelbar für einen Weingeist anzeigt, zu dem gegenüberliegenden der Richter'schen Skale über, zählt auf dieser Skale so viele Grade auf- oder abwärts, als das Thermometer unter oder über  $12^{\circ},5$  R. steht, und geht dann wieder zu dem gegenüberliegenden Punkte der Tralles'schen Skale zurück. — Es wäre sehr verdienstlich, wenn Jemand sich die Mühe nehmen wollte, den Tralles'schen Tafeln VI., VII., VIII. (S. 231—233) die Form und Ausdehnung der Gay-Lussac'schen zu geben.

place in ascertaining the Strength of spirituous Liquors by the Hydrometer. London, 1802.; auch *Phil. Mag., Vol. XIV., p. 151.*)

Sikes's Hydrometer, das gegenwärtig in England bei Erhebung der Brantweinsteuer gebraucht wird, ist als eine Verbesserung des Atkins'schen Instruments zu betrachten, und hat im Aeußern auch ganz die Form desselben. Es trägt auf seinem vierseitigen Stiel eine in 11 gleiche Theile getheilte Skale und ist mit 9 Zulage-Gewichten versehen, 8 ringförmigen, die einzeln auf den unteren in die Flüssigkeit getauchten Stiel des Instrumentes geschoben werden, und ein parallelepipedisches, das oben auf den Hals gesteckt wird. Die ringförmigen Gewichte sind der Reihe nach mit den Zahlen 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 bezeichnet. Aus der Summe der Zahl des gerade angesteckten Gewichtes und der von der Skale angegebenen Zahl findet man mit Hülfe einer dem Instrumente beigegebenen Tafel den Gehalt des Weingeistes an Probespiritus in Procenten. Das parallelepipedische Gewicht wiegt 60, d. h.  $\frac{1}{12}$  vom Gewicht des ganzen Instruments. Wenn dieses Gewicht oben und das ringförmige Gewicht Nro. 6 unten aufgesteckt ist, sinkt das Instrument in Wasser von 51° F. bis zum sogenannten Probestpunkt. Und wenn dann das erstere Gewicht abgezogen wird, muss das Instrument in Probespiritus bis zu demselben Punkte einsinken \*).

Alle diese Hydrometer oder Alkoholometer mit Zulage-Gewichten sind aus Metallblech gearbeitet \*\*).

Ueber die anderweitigen zur Ermittlung des specifischen Gewichts von Salzlösungen oder Getränken dienenden Aräometer noch etwas Ausführliches zu sagen, wäre überflüssig. Ihre Skalen, die meistens gleich große Abtheilungen besitzen, sind nach Ort und Zweck des Gebrauchs so verschieden, und haben dabei so wenig Eigenthümliches, dass eine Beschreibung derselben keinen Nutzen hätte.

Die für einfache Lösungen bestimmten Instrumente dieser Art, z. B. die Laugenprober, Pottaschenwagen, Soolwagen, Salpeterspindeln, Säure- und Zuckermesser erfüllen ihren Zweck vollkommen, weil man, selbst bei gleichförmiger Abtheilung des Halses, doch mit Hülfe einer Tafel, immer den Gehalt der Flüssigkeit an Aetzkali, Pottasche, Kochsalz, Salpeter, Säure oder Zucker dadurch finden kann. Die für zusammengesetztere Flüssigkeiten bestimmten aber, z. B. die Wein-, Bier-, Most-, Milch- und Lohbrühe-Messer, entsprechen ihrem Zweck nur unvollkommen, da die Güte dieser Flüssigkeiten nie bloß durch das specifische Gewicht bedingt wird, ihnen auch Substanzen beigemischt werden oder werden können, die das specifische Gewicht als Kriterium der Aechtheit trüglich machen. Es gilt dies namentlich vom Weinmesser (s. Oenometer). Specielleres

\*) Nach einer Parlamentsacte vom 22sten Jul. 1816 (der sogenannten Hydrometer-Acte) soll bei 51° F. der Probespiritus  $\frac{12}{15}$  so viel wiegen, als ein gleiches Volumen Wasser, und folglich das specifische Gewicht 0,923077 haben. — Man scheint sich aber doch nicht immer nach dieser Bestimmung zu richten, denn Turner (*Elements of chemistry, Edit. 5. p. 878*) sagt, Probespiritus bestehe aus gleichen Gewichten absoluten Alkohols und Wasser, und habe das specifische Gewicht 0,917; er setzt hinzu, der zu Tincturen angewandte sey nur von 0,930 und 0,935 specif. Gewicht.

\*\*\*) Dasselbe gilt von Ramsden's Hydrometer, das eine gleichförmig getheilte Skale und keine Zulage-Gewichte besitzt (*Journ. de phys., T. XL. p. 432.*).

über einige andere dieser Instrumente unter den betreffenden Flüssigkeiten.

Was die Aräometer für einfache Lösungen betrifft, so haben sie mitunter nur eine einzige Marke, wenn sie nur dazu dienen sollen, bei der Lösung (z. B. einer Salzlösung zum Behufe der Kristallisation) eine bestimmte Stufe von Concentration anzuzeigen.

## II. Gewichts-Aräometer.

Das Eigenthümliche der wahren Gewichts-Aräometer besteht darin, dass sie an ihrem Halse, statt der Skale, nur eine einzige Marke besitzen, und dass sie durch Abänderung ihres Gewichts, welche durch Auflegung von Malsen auf einen oben am Halse befindlichen Teller geschieht, in Flüssigkeiten von verschiedenem specifischen Gewichte immer bis zu dieser festen Marke eingesenkt werden. Das Volum der verdrängten Flüssigkeit ist also constant, und da das Gewicht desselben nothwendigerweise dem des Instruments gleich seyn muss, so ist letzteres das Mals des specifischen Gewichts der Flüssigkeit. Sind demnach  $s, s', s_1$  die specifischen Gewichte dreier Flüssigkeiten, und  $p, p', p_1$  die Gewichte des in dieselben bis zur festen Marke versenkten Instruments (von denen  $p$  das Gewicht des unbelasteten Instruments seyn mag), so ist:

$$\frac{p}{s} = \frac{p'}{s'} = \frac{p_1}{s_1} = v$$

wenn  $v$  das constante Volum von dem bis zur festen Marke eingetauchten Theile des Instruments bezeichnet. Hieraus folgt zunächst:

$$p' - p = v(s' - s)$$

d. h. die Gewichtsänderung, welche für das Instrument beim Uebergange von einer Flüssigkeit zu einer anderen nöthig wird, ist dem Unterschiede im specifischen Gewichte dieser Flüssigkeiten proportional, und zwar wird sie desto beträchtlicher, je größer das eingetauchte constante Volum  $v$  des Instrumentes ist.

Bei einem Skalen-Aräometer hat man für die Volumsänderungen, die dessen eingetauchter Theil unter gleichen Umständen erleidet, den Ausdruck:

$$v' - v = p \left( \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \right) = - \frac{p(s' - s)}{s's}$$

worin  $p$  das constante Gewicht dieses Instruments bezeichnet.

Während also für gleich große Unterschiede in den specifischen Gewichten die Gewichtsänderungen bei einem Gewichts-Aräometer constant bleiben, was für Werthe die specifischen Gewichte auch haben mögen, nehmen bei einem Skalen-Aräometer die Volumsänderungen seines eingetauchten Theils zu oder ab, so wie umgekehrt die specifischen Gewichte ab- oder zunehmen.

Wenn daher beide Instrumente von gleicher Größe und Gestalt angefertigt würden, so dass sie sich bei einer gleichen Aenderung des specifischen Gewichts der Flüssigkeit um ein gleiches Stück ihres Halses höben oder senkten, so hätte das Gewichts-Aräometer bei schweren Flüssigkeiten, das Skalen-Aräometer bei leichten den Vorzug der größeren Genauigkeit, vorausgesetzt, dass man bei beiden Instrumenten die Coincidenz des betreffenden Punktes mit dem Niveau der Flüssigkeit mit gleicher Genauigkeit beobachten könnte.

Es ist also nicht allgemein richtig, wenn man sagt, das Gewichts-

Aräometer sey empfindlicher oder gebe kleinere Unterschiede im specifischen Gewicht an, als das Skalen-Aräometer. Der Satz gilt nur, weil man in der Regel beide Instrumente nicht von gleicher Gestalt und Gröfse macht und machen kann.

Die Ursache hievon ist einleuchtend. Die Genauigkeit beider Instrumente wächst, bei gleichem Volum ihres Körpers, mit der Dünne ihres Halses. Wollte man nun bei einem Skalen-Aräometer den Hals sehr dünn machen, so würde nicht nur die Anbringung der Skale darauf mit Schwierigkeit verknüpft seyn, sondern er müsste auch, damit die Skale den gehörigen Umfang bekäme, sehr lang gemacht werden, und dadurch würde er sehr leicht Beschädigungen ausgesetzt seyn, selbst wenn man das ganze Instrument von Metall verfertigt. Bei einem Gewicht-Aräometer dagegen kann der Hals sehr kurz seyn, und die Anbringung einer einzigen Marke darauf hat selbst bei großer Dünne desselben keine Schwierigkeit. Daher kann man auch bei ihm den Körper beliebig groß nehmen, den Hals auf wenigstens eine Viertellinie im Durchmesser zurückführen, und so dem Instrumente jeden gewünschten Grad von Genauigkeit und Empfindlichkeit verleihen. Besonders ist dies der Fall, wenn man das Instrument hohl aus Metall verfertigt, was daher auch in der Regel geschieht. Bei einem so großen Grade von Empfindlichkeit des Instruments ist es aber durchaus nöthig, auf die Temperatur zu achten und für dieselbe, wenn sie bei den auf ihr specifisches Gewicht zu prüfenden Flüssigkeiten nicht gleich ist, die, natürlich auch nach dem Material des Instruments verschiedene, Berichtigung anzubringen.

Besteht die Gewichtsänderung des Instruments in einer Gewichtsvermehrung, herbeigeführt durch auf seinen Teller gelegte Gewichte, so wird die feste Marke am Halse der leichtesten Flüssigkeit, die man damit prüfen kann, entsprechen. Natürlicherweise lässt es sich aber auch so einrichten, dass das Instrument erst bei einer gewissen Belastung bis zur Marke in die Normalflüssigkeit (z. B. Wasser) einsinkt, und dann durch Vermehrung oder Verminderung dieser Belastung zugleich für Flüssigkeiten schwerer oder leichter als die normale anwendbar wird. Immer muss dabei das Instrument durch Einschüttung von Schrot oder Quecksilber in seinen hohlen Körper so beschwert seyn, dass es bei allen Lasten, die man oben auf seinen Teller legt, senkrecht zu schwimmen vermöge. Für den Gebrauch ist auch nothwendig, dass man wisse, wie viel das Instrument wiege, sey es für sich allein oder mit der eben genannten Normalbelastung.

Arten des Gewicht-Aräometers. Die bekanntesten derselben sind die von Fahrenheit, Tralles, Nicholson und Charles. Die letzteren dienen auch zur Bestimmung des specifischen Gewichts bei starren Körpern.

Fahrenheit's Aräometer ist das Vorbild aller späteren Instrumente dieser Art geworden. Zwar sind schon vor Fahrenheit ähnliche Aräometer vorgeschlagen, allein diesem Künstler (einem geborenen Danziger, † 1740) gebührt das Verdienst, zuerst ein solches Werkzeug mit einer einzigen festen Marke am Halse und einem Teller obenauf verfertigt zu haben. Die feste Marke entspricht Weingeist oder Terpenthinöl; bei einer schwereren Flüssigkeit hat man Gewichte in den Teller zu legen, damit das Instrument bis zur Marke einsinkt (Taf. V., Fig. 3). Wiegt nun das Instrument 500 Gran, und hat man bei der zweiten Flüssigkeit 20 Gran zuzulegen, so verhält sich das specifische Gewicht

dieser zu dem der ersten Flüssigkeit, wie 520 zu 500. Der Gebrauch dieses Instruments, wie im Grunde der aller übrigen Gewichts-Aräometer, ist also sehr einfach (*Phil. Transact.*, 1720, *XXIII.* 140.). — Schmidt in Gießen hat späterhin dem Instrumente eine vortheilhaftere Gestalt gegeben, ihm nämlich zwei mit Quecksilber gefüllte Gefäße von ungleichem Gewicht beigefügt, die einzeln unten angehängt werden, und dadurch das Instrument geschickt machen, sowohl leichte als schwere Flüssigkeiten zu untersuchen. Auch sind die Gewichte, welche oben in den Teller gelegt werden, so abgeglichen, dass sie sogleich das specifische Gewicht angeben, wozu natürlich nur nöthig ist, dass sie Hundertel oder Tausendstel vom Gewicht des Instruments, mit der einen oder anderen constanten Belastung, angeben. Wöge das Instrument (mit Einschluss des großen Anhängengewichts) 1000 Gran, und sänke es in Wasser bis zur Marke ein, so wird jeder für eine andere Flüssigkeit zugelegte Gran einem Ueberschuss von 0,001 im specifischen Gewicht derselben entsprechen (*Gren's Journ.*, Bd. VII., S. 186.).

Tralles's Senkwage weicht nur in der Form von Fahrenheit's Aräometer ab. Es ist nämlich der Teller oben am Halse durch eine Schale ersetzt, die von einem zweimal rechtwinklich gebogenen Arme unter dem Gefäße gehalten wird, wie ohne weitere Beschreibung aus der Fig. 4, Taf. V., ersichtlich ist. Da die in der Flüssigkeit schwimmende Glaskugel groß und der Hals verhältnissmäsig dünn ist, so hat das Instrument einen sehr hohen Grad von Empfindlichkeit. Es kann auch als gewöhnliche Wage gebraucht werden, wenn man erstlich den zu wägenden Körper in die Schale bringt und so viel Gramme zulegt, dass die Marke am Halse in das Niveau der Flüssigkeit tritt, dann aber den Körper herabnimmt und statt seiner so viel Gramme hinzufügt, bis die Marke wiederum einspielt. Diese Zahl von Grammen ist dann das Gewicht des Körpers (*Gilb. Annal.*, Bd. 30. S. 384. u. Bd. 38. S. 401.).

Nicholson's Hydrometer hat gewöhnlich die Fig. 5 Taf. V., abgebildete Gestalt, und wird in der Regel aus Metallblech verfertigt. Es dient zur Bestimmung des specifischen Gewichts sowohl flüssiger als auch fester Körper, und dieser letzte Umstand macht seine wesentliche Verschiedenheit von dem Fahrenheit'schen Instrumente aus. Für Flüssigkeiten ist es ähnlich eingerichtet, wie das Schmidt'sche Aräometer. Mit einer Masse von 1000 Gran, die oben in den Teller gelegt wird, sinkt es in Wasser von 60° F. bis zur Marke ein. Bei einer anderen Flüssigkeit hat man zur Einstellung dieser Marke noch eine größere oder geringere Zahl  $x$  von Granen nöthig. Ist nun  $W$  das Gewicht des Aräometers und das specifische Gewicht des Wassers = 1, so wird  $s$ , das der anderen Flüssigkeit, durch die Proportion gefunden:

$$W + 1000 : W + x = 1 : s$$

Zur Bestimmung des specifischen Gewichts eines festen Körpers ist unten der kleine Eimer angebracht, und es wird dabei folgendermaßen verfahren. Man lässt das Instrument auf Wasser schwimmen, legt den Körper auf den oberen Teller, und fügt nun so viel Gewichte hinzu, bis die Marke einspielt. Hat man 400 Gran hinzulegen müssen, so wird der Körper 600 Gran wiegen. Nun nehme man diesen Körper vom Teller und lege ihn unten in den Eimer. Da sein Gewicht jetzt theilweis vom Wasser aufgewogen wird, so spielt die Marke nicht mehr ein. Man wird also, um dies wieder zu bewirken, eine neue Anzahl von Granen

in den oberen Teller legen müssen, z. B. 500. Diese 500 Gran sind das Gewicht einer dem Körper an Volum gleichen Wassermasse, und wenn man daher mit ihnen in die 600 Gran, welche der Körper in der Luft wiegt, dividirt, so erhält man das specifische Gewicht desselben, für dieses Beispiel, 1,200. Das Wasser braucht dabei nicht nothwendig die Temperatur 60° F. zu haben; es könnte auch irgend eine andere, z. B. die von 70° F., besitzen. Nur würde man dann, um das absolute Gewicht des Körpers richtig zu erhalten, zuvor ermitteln müssen, welche von 1000 verschiedene Zahl von Granen erforderlich wäre, um das Instrument in Wasser von dieser Temperatur bis zur Marke einzusenken. Auch würde man natürlich das specifische Gewicht des Körpers gegen das des Wassers von 70° F. bekommen. (*Manchester Memoirs, Vol. II. p. 570 u. Nichols. Natural. Philosoph., Vol. II. p. 16.*)

Das Nicholson'sche Instrument, gut ausgeführt, gewährt allerdings einen bedeutenden Grad von Genauigkeit, und es ist daher von früheren Mineralogen, besonders von Haüy, zur Bestimmung des specifischen Gewichts von Mineralien benutzt worden. Indess wird es doch gegenwärtig nicht oder sehr selten noch dazu gebraucht, weil es im Grunde ein überflüssiges Instrument ist. Mittelst einer guten Wage, die ohnedies in den Händen eines jeden Mineralogen und Chemikers seyn muss, lässt sich, mittelst einer kleinen Hülfsvorrichtung, das specifische Gewicht eben so schnell und doch noch mit größerer Genauigkeit bestimmen. Nur in besonderen Fällen, z. B. auf Reisen, und wenn eine schnelle Bestimmung, ohne die letzte Schärfe, verlangt wird, hat das Nicholson'sche Instrument Vorzüge.

Charles's *Hydromètre thermométrique* und *Aréomètre-balance*, die man in Biot's *Traité de physique, T. I. p. 414 u. 433*, ausführlich beschrieben findet, unterscheiden sich wesentlich gar nicht von den eben erwähnten Instrumenten. Das erstere hat den Zweck, die specifischen Gewichte einer und derselben Flüssigkeit bei verschiedenen Temperaturen zu bestimmen, und da diese verhältnissmäßig wenig verschieden sind, so ist demnach dem Instrument durch einen großen Körper und dünnen Hals ein hoher Grad von Empfindlichkeit gegeben. Bei seinem Gebrauch muss natürlich die Temperatur sorgfältig beobachtet und darnach das Volum des Instruments berichtigt werden. Biot hat damit das specifische Gewicht des Wassers bei verschiedenen Temperaturen bestimmt, aber die Resultate weichen von den späteren Untersuchungen nicht unbedeutend ab. — Das zweite Instrument ist eigentlich ein Nicholson'sches Aräometer, und dient, wie dieses, zur Bestimmung des specifischen Gewichts von festen Körpern. Statt des Eimers hat es einen Korb von Silberdraht, der, weil sich weniger Luft darin festsetzen kann, ohne gesehen zu werden, allerdings den Vorzug verdient. Dieser Korb kann umgekehrt werden, und so ist man im Stande, auch Körper von geringerem specifischen Gewicht als Wasser, zu untersuchen. Das Verfahren dabei ist übrigens dem früheren gleich; nur wird man, wenn ein solcher Körper unter den Korb gebracht ist, mehr Grane oder Gramme auf den Teller legen müssen, als der Körper in der Luft wog.

Guyton de Morveau's Gravimeter ist ebenfalls ein in der Hauptsache von Nicholson's Aräometer nicht verschiedenes Instrument. (*Ann. de chim., Vol. XXI. p. 3.*)

An die eben beschriebenen Instrumente schliessen sich noch zwei an, die wiederum gemischte Aräometer heißen könnten, da sie, neben

der Einrichtung eines Gewichts-Aräometers, eine Skale besitzen. Es sind die Aräometer oder Gravimeter von Bustamente und Baumgartner, welche beide nur den Zweck haben, das specifische Gewicht fester Körper, besonders Mineralien, zu bestimmen.

Bustamente's Instrumente nebst Zubehör sieht man in Fig. 6, 7 und 8, Taf. V., abgebildet. Der kegelförmige Körper *abcde* ist hohl von Metallblech und mit der nöthigen Belastung von Schrot versehen; seine schüsselförmige Deckplatte *afb* dient statt des Eimers am Nicholson'schen Instrument. Der Hals ist von Glas und mit einer in gleich große Theile getheilten Skale versehen; obenauf trägt er den Teller. Fig. 7 zeigt das Instrument in der zinnernen Büchse, in welche es beim Transport eingeschlossen wird; diese Büchse dient auch zur Aufnahme des Wassers, welches zum Gebrauch des Instruments erfordert wird. Das Instrument ist so abgeglichen, dass es, unbeschwert, bis zur Basis *ab* des Kegels in Wasser einsinkt; um es bis zum Nullpunkt der Skale, dessen Lage übrigens willkürlich ist, zu versenken, muss man auf den oberen Teller ein gewisses Gewicht legen. Ist dies geschehen, und man will nun ein Mineral auf sein specifisches Gewicht untersuchen, so legt man auch dieses zuvörderst auf den oberen Teller. Dadurch sinkt das Instrument bis zu einem gewissen Punkt ein, z. B. bis zum Strich 51 der Skale. Hierauf bringt man das Mineral aus dem Teller *rs* in die untere Schüssel *afb*, ohne das Zulage-Gewicht vom Teller zu nehmen. Jetzt wird das Instrument weniger tief, z. B. bis zum Theilstrich 34, einsinken. Aus diesen beiden Datis ergibt sich nun das specifische Gewicht des Minerals; es ist  $= \frac{51-0}{51-34} = 3$ . Worauf diese Rechnung beruht, wird aus dem bei Nicholson's Aräometer Gesagten klar werden, wenn man erwägt, dass hier die gleichgroßen Skalentheile die Stelle der dort auf den Teller gelegten Gewichte vertreten. Es wird auch einleuchtend seyn, dass das Instrument vor Auflegung des Minerals nicht nothwendig bis zum Nullpunkt der Skale ins Wasser gesenkt zu seyn braucht. Tauchte es z. B. bis zum Theilstrich 4 ein, so hätte man, statt der Zahlen 51, 34 und 0, die: 55, 38 und 4, und dann  $\frac{55-4}{55-38} = 3$ , wie vorhin. Da es immer etwas schwierig ist, genau zu beobachten, welcher Strich der Skale ins Niveau der Flüssigkeit fällt, besonders hier, wo die Abtheilungen klein und das Instrument von einer Metallbüchse umgeben ist, so werden die Senkungen des Instruments an zwei seidenen Fädchen abgelesen, die dies- und jenseits seines Halses quer über die Büchse ausgespannt und außerhalb am Knöpfchen befestigt sind, wie es Fig. 8 zeigt. Die Ablesung geschieht dann durch den Ausschnitt *xy*, und ist allerdings einer bedeutenden Genauigkeit fähig; wenn indess das Resultat einen gleichen Grad von Genauigkeit haben soll, so muss freilich auch eine Berichtigung für die Veränderung angebracht werden, welche der Wasserspiegel durch das mehr oder minder beträchtliche Einsenken des Aräometers und durch die Einführung des gewogenen Körpers in das Wasser erfährt.

Baumgartner's Aräometer ist in der Hauptsache dem eben beschriebenen ähnlich; nur hat es die Gestalt des Nicholson'schen Instruments und ist am Halse mit zwei Skalen versehen, wodurch die kleine bei Bustamente nothwendige Rechnung umgangen wird, freilich nicht ohne eine andere wiederum einzuführen. Die eine dieser Skalen (*A*)

hat gleich grofse Theile und zählt, von unten nach oben, von 1 bis 100. Die andere (*B*) hat eine ungleichförmige Theilung und beruht auf Folgendem: Wenn *p* das Gewicht eines Körpers in Luft und *p'* dasselbe in Wasser bezeichnet, so hat man für sein specifisches Gewicht *s* den Ausdruck:

$$s = \frac{p}{p - p'}$$

Die Gewichte *p* und *p'* sind gegeben an der Skale (*A*) durch die Punkte, bis zu welchen das Instrument einsinkt, wenn man den zu wägenden Körper, z. B. ein Mineral, erstlich auf den Teller oben und dann in den Eimer unten legt, und das Instrument für sich bis zum Nullpunkt dieser Skale eintaucht. Ist nun *p* eine constante Zahl, z. B. 100, so entspricht jedem *p'* ein gewisses *s*, und wenn die verschiedenen Werthe von *p'* durch die Theilstriche von *A* vorgestellt werden, so wird man jedem derselben gegenüber den entsprechenden Werth von *s* schreiben können. Die zweite Skale (*B*) giebt nun diese Werthe von *s*, und zwar sind nur solche Theilstriche gezogen, welche gleich grofsen Unterschieden dieser Werthe entsprechen, wodurch sie dann nothwendig, gemäß der obigen Formel, ungleiche Abstände von einander bekommen. Die Correspondenz der Theilstriche beider Skalen ergibt sich durch folgende Tafel:

Entsprechende Theile		Entsprechende Theile		Entsprechende Theile	
der Skale ( <i>A</i> )	der Skale ( <i>B</i> )	der Skale ( <i>A</i> )	der Skale ( <i>B</i> )	der Skale ( <i>A</i> )	der Skale ( <i>B</i> )
100		83,4	6,0	52,4	2,1
95,0	20	82,8	5,8	50,0	2,0
94,8	19	82,2	5,6	48,8	1,95
94,5	18	81,5	5,4	47,4	1,90
94,1	17	80,8	5,2	45,8	1,85
93,7	16	80,0	5,0	44,5	1,80
93,3	15	79,2	4,8	42,9	1,75
92,9	14	78,3	4,6	41,2	1,70
92,3	13	77,3	4,4	39,4	1,65
91,7	12	76,2	4,2	37,5	1,60
91,3	11,5	75,0	4,0	35,5	1,55
91,0	11	73,7	3,8	33,3	1,50
90,5	10,5	72,2	3,6	31,0	1,45
90,0	10	70,6	3,4	28,6	1,40
89,5	9,5	68,8	3,2	25,9	1,35
88,9	9,0	66,7	3,0	23,0	1,30
88,3	8,5	65,5	2,9	20,0	1,25
87,5	8,0	64,3	2,8	16,7	1,20
86,8	7,5	63,0	2,7	13,0	1,15
85,7	7,0	61,5	2,6	9,1	1,10
85,5	6,8	60,0	2,5	4,8	1,05
85,0	6,6	58,3	2,4	0,0	1,00
84,4	6,4	56,5	2,3		
83,9	6,2	54,6	2,2		

Sinkt nun das Instrument für sich bis zum Nullpunkt der Skale (*A*) in die Flüssigkeit ein, und hat das Mineral ein solches Gewicht, dass es, auf den oberen Teller gelegt, das Instrument bis zum Punkt 100 derselben Skale herabdrückt, so findet man sein specifisches Gewicht ohne Rechnung durch die Skale (*B*). Man braucht nämlich das Mineral nur in den unteren Eimer zu legen, und an der Skale (*B*) den Punkt abzu-

lesen, der im Niveau der Flüssigkeit liegt. Die beigefügte Zahl giebt unmittelbar das specifische Gewicht. Sänke das Instrument, während das Mineral im unteren Eimer liegt, bis zum Punkt 68,8 an der Skale (A) ein, so zeigt die obige Tafel, dass an der Skale (B) der Punkt 3,2 im Niveau der Flüssigkeit liegen würde. Es wird also 3,2 das specifische Gewicht des Minerals seyn.

In der Regel wird das Mineral, wenn es sich in dem oberen Teller befindet, das Instrument nicht gerade bis zum Punkt 100 der Skale (A) herabdrücken, sondern nur bis zu irgend einem anderen Punkte, z. B. bis 80. In diesem Falle legt man neben dem Mineral auf den Teller noch so viel Gewicht, dass der Punkt 100 ins Niveau der Flüssigkeit tritt. Dann bringt man das Mineral, ohne das Zulage-Gewicht aus dem Teller zu nehmen, in den Eimer unten, und bemerkt, welcher Punkt der Skale (B) einspielt. Wäre dies z. B. der Punkt 4, so hat man 4 mit 80 zu multipliciren und durch 100 zu dividiren. Die dadurch erhaltene Zahl 3,2 ist das specifische Gewicht des Minerals gegen das des Wassers = 1.

Der Grund dieser Rechnung mag aus Folgendem erhellen: Wenn das Gewicht des Körpers in der Luft, statt  $p$  zu seyn, nur  $mp$  ist, so geht auch sein Gewicht in Wasser aus  $p'$  in  $mp'$  über. Entsprechende Zahlen wird man an der Skale (A) ablesen. Fügt man nun zu  $mp$  ein Gewicht  $a$ , so dass  $mp + a = p$ , so sinkt das Instrument, an der Skale (A) gemessen, wenn das Mineral im oberen Teller liegt, bis zum Punkt  $mp + a = p$  ins Wasser, und wenn es unten im Eimer liegt, bis zum Punkt  $mp' + a$ . Statt des obigen Ausdrucks für  $s$  hätte man also den folgenden:

$$\frac{mp + a}{(mp + a) - (mp' + a)} \text{ d. h. } \frac{mp + a}{(p - p')m}$$

und dies würde der Punkt der Skale (B) seyn, welcher, unter den genannten Bedingungen, im Wasserspiegel liegt. Klar ist nun, dass, wenn man diesen Ausdruck mit  $mp$  multiplicirt und durch  $mp + a$  dividirt, man wieder auf den früheren Werth von  $s$  zurückkommt, für welche die Tafel und die Skale (B) entworfen ist. Daraus ergibt sich dann die obige Regel. Unter  $m$  wurde hier irgend ein ächter Bruch verstanden; einleuchtend ist aber, dass es auch ein unächter Bruch oder eine ganze Zahl seyn könnte, in welchem Falle das Mineral mehr als 100 wiegen würde und das Zulage-Gewicht negativ seyn müsste.

Die Einrichtung dieses Instruments ist sinnreich, aber die zum Gebrauch desselben meistens erforderliche Multiplication nicht einfacher, als die Division bei Bustamente's Gravimeter. (Baumgartner und Ettingshausen Zeitschrift, Bd. I. S. 1.)

Dies wären denn, wenn auch nicht alle, doch wenigstens die vorzüglichsten der gebräuchlichen oder bloß vorgeschlagenen Instrumente, welche im eigentlichen Sinne den Namen Aräometer verdienen. Es giebt indess noch ein Mittel, welches zu ihnen gerechnet werden muss, nämlich die aräometrischen Glasperlen. Es sind dies hohle Glaskugeln, in verschiedenem Grade beschwert, also von verschiedenem specifischen Gewicht, die, wenn sie in einer Flüssigkeit weder sinken noch steigen, sondern unverrückt an ihrem Orte schweben bleiben, die Anzeige liefern, dass die Flüssigkeit ein gleiches specifisches Gewicht be-

sitzt. Sie sind von Wilson, weiland Professor der Astronomie in Glasgow, erfunden, und später von Lovi verbessert. Letzterer hat ganze Sammlungen solcher Glasperlen geliefert, die mit Nummern versehen und von einer zur andern um zwei Einheiten der dritten Decimalstelle im specifischen Gewicht verschieden sind, so dass sie folgwiese die specifischen Gewichte 1,000, 0,998, 0,996, 0,994 u. s. w. angeben. Um eine Flüssigkeit auf ihr specifisches Gewicht zu prüfen, braucht man demnach nur eine Anzahl solcher numerirter Glasperlen in dieselbe zu schütten. Die, welche schweben bleibt, zeigt das specifische Gewicht an.

Wir haben hier unter Aräometer die frei schwimmenden Instrumente verstanden, welche zur Ermittlung des specifischen Gewichts angewandt werden \*). Alle übrigen zu diesem Behufe erdachten Vorrichtungen, namentlich die hydrostatischen Wagen, welche den Uebergang zu den Gewichts-Aräometern machen, wird man in dem Artikel »Gewicht, specifisches« beschrieben finden.

Zusatz. Unter den Volumen - Aräometern ist eins übergangen worden, dessen wir hier noch nachträglich gedenken wollen. Es ist das Volumeter von Gay-Lussac. Dies Instrument gehört zur Klasse der Aräometer von beständigem Gewicht, mit gleichförmiger Skale (S. 468) und unterscheidet sich von den dort angeführten nur dadurch, dass seine Skalentheile bestimmten Unterschieden im Volume einer Flüssigkeit, bei gleichem Gewichte, entsprechen. Es ist nach der ersten der S. 458 erwähnten Methoden graduirt. Der Nullpunkt ist mit 100 bezeichnet, d. h. das Volum des eingetauchten Theils, wenn das Instrument auf reinem Wasser schwimmt, das zu 100 angenommen, und jeder Skalentheil gleich einem Hundertel dieses Volums gemacht. Für Flüssigkeiten schwerer als Wasser ist nämlich das Instrument, nach Bestimmung des Nullpunktes,

in eine Salzlösung vom specif. Gew. =  $1,333 = \frac{100}{75}$ , für leichtere

in Weingeist vom specif. Gew. =  $0,800 = \frac{100}{125}$  eingetaucht, dann sind

die Eintauchungspunkte respective mit 75 und 125 bezeichnet und ihre Abstände vom Nullpunkte in 25 Theile getheilt worden. Die Skale giebt also unmittelbar die specifischen Volume von Flüssigkeiten, d. h. die Volume, welche dieselben bei gleichem Gewichte einnehmen; da nun diese Volume sich umgekehrt wie die specifischen Gewichte, d. h. die Gewichte bei gleichem Volume, verhalten, so findet man dies aus den Angaben des Instruments, wenn man 100 durch die Zahl der Grade am Eintauchungspunkte dividirt. Um sich die jedesmalige Rechnung zu ersparen, kann man nach dieser Regel eine Tafel entwerfen, die dann das Gesuchte ohne Mühe giebt. Man kann auch auf geometrischem Wege die specifischen Gewichte aus den specifischen Volumen herleiten, und zwar am einfachsten durch eine kleine Abänderung der Schmidt'schen Construction (S. 461). Zu dem Ende theile man die Linie A H (Taf. V. Fig. 1), welche das beim Schwimmen auf Wasser eingetauchte Volum des Instruments vorstellt, in 100 Theile, eben so wie die darauf winkelrechte Linie A E, deren Länge zu der von

\*) Das freie Schwimmen ist das Gemeinsame und Charakteristische aller Aräometer, daher sie im Deutschen auch richtiger Schwimmwagen als Senkwagen heißen würden.

AH übrigens in einem ganz willkürlichen Verhältnisse stehen kann. Beide Theilungen setze man, auf ihren respectiven Linien, über den Punkt A hinaus fort, so weit es der beabsichtigte Umfang der Skale des Instrumentes erfordert. Hierauf vollende man das Rechteck AEHO und ziehe aus O Linien nach den Theilpunkten der Linie CE. Die Durchschnittspunkte dieser Linien mit der Linie HA und ihrer Verlängerung AF geben die Skale für die specifischen Gewichte, während die gleichförmige Theilung derselben Linie HF die Skale für die specifischen Volume vorstellt. Der einzige Unterschied zwischen dieser Construction und der frühern (S. 461) besteht darin, dass dort die Länge der Skale AB (oder, wenn sie auch leichtere Flüssigkeiten als Wasser umfassen soll, FB) gegeben war, hier aber dieselbe durch die specifischen Gewichte, welche vom Instrument angegeben werden sollen, bestimmt wird, als Folge davon, dass die Theile der Skale für die specifischen Volume einen gewissen im Voraus festgesetzten Bruchwerth, d. h. hier ein Hundertel von dem durch die Linie AH vorgestellten Volume ausmachen sollen. Hätte man eine Volumenscale von gegebener Gröſse in eine Gewichtsscale zu verwandeln, wollte man z. B. ein gegebenes Volumeter mit einer solchen Gewichtsscale versehen, so brauchte man nur in der Fig. 1 Taf. V. den aus O gezogenen Linienfächer zu verlängern und diejenige Linie zu suchen, die, wie z. B. B'F', parallel mit BF durch den Fächer gezogen, die Länge jener Skale besäſse. Die Theilung einer solchen Linie ist natürlich der von BF proportional. — Wenn man, bei der Frage nach der Dichtigkeit von Flüssigkeiten, gewohnt wäre, dieselbe in specifischen Volumen, statt in specifischen Gewichten, anzugeben, so würde das Volumeter ohne Widerrede das zweckmäſsigste Instrument sein; da man nun aber einmal nach den specifischen Gewichten fragt, und diese durch das Volumeter nicht anders als mittelst einer Rechnung oder Construction gefunden werden können, so hat das Instrument in der That keinen Vorzug vor irgend einem der S. 468 u. ff. beschriebenen Aräometer, mit gleichförmiger Skale, sobald nur auf dieser zwei Punkte wohlbestimmt worden. Eine gleichförmige Skale gewährt, wie schon S. 463 bemerkt, eine gröſsere Sicherheit; da indess die aräometrischen Messungen immer nur eine mäſsige Genauigkeit haben, Schnelligkeit und Bequemlichkeit Haupt-Anforderungen an dieselben sind, so werden ohne Zweifel diejenigen Skalen, welche die specifischen Gewichte unmittelbar angeben, in Praxis immer den Vorzug behalten.

P.

Arbol-a-Brea-Harz. Von einem auf Manilla wachsenden Baume abstammend; grüngrau, weich, klebrig, stark und angenehm riechend. Es besteht nach Bonastre (*Journ. de Pharm.*, A., 199) aus 61,285 leicht in Alkohol löslichem Harz, 25,000 schwer löslichem Harz, 6,250 ätherischem Oel, 0,524 freier Säure, 0,521 bitterm Extract und 6,420 holzigen und erdigen Unreinigkeiten. — Der in kaltem Alkohol schwerlösliche Theil, der ganz wie der entsprechende des Alouchiharzes (s. dieses) darzustellen ist, löst sich leicht in siedendem Alkohol und Aether, und scheidet sich daraus beim Erkalten in strahlig gruppirten Kristallen ohne Consistenz ab, die unlöslich in Aetzkalilauge sind. Dieser Theil ist vermuthlich derselbe, den Baup (*Annal. de chim. et de phys.*, T. XXXI., p. 108.) Brëin nennt, in glänzenden rhomboidalen Kristallen erhalten, und als löslich in 70 Theilen (siedenden?) Alkohols, so wie als

ganz unlöslich im Wasser bezeichnet hat. — Henri und Plisson fanden ein von Bonastre erhaltenes Brëin zusammengesetzt aus: 79,728 Kohlenstoff, 10,6512 Wasserstoff und 9,6208 Sauerstoff (*Journ. de Pharm.*, 1831, p. 450.). — Nach Dumas's Analyse besteht dasselbe (aus derselben Quelle erhalten) aus: 85,3 Kohlenstoff, 11,7 Wasserstoff und 3,0 Sauerstoff, entsprechend der Formel  $C_{36}H_{60}O$ , die fast mit der des Cholestarins nach Chevreul übereinstimmt (*Journ. de chim. méd.*, 1835, p. 309.).

P.

Arbor Dianae s. Dianenbaum.

Arbor Saturni s. Bleibaum.

Arcanum (Geheimmittel). Ein Name, der früher, in den Zeiten der Geheimnisskrämerei, vielen als Heilmittel benutzten und nicht selten auf ganz unzuweckmäsigem Wege bereiteten chemischen Präparaten beigelegt wurde. So hatte man ein *Arcanum corallinum* (Quecksilberoxyd), *Arcanum cosmeticum* (Wismuthpräcipitat), *Arcanum Tartari* (essigsäures Kali), *Arcanum duplicatum* (schwefelsäures Kali), wenn es bei der Salpetersäuredestillation gewonnen war.

P.

Arendalit s. Epidot.

Arfvedsonit ist von Brooke ein mit Sodalith in Grönland vorkommendes Mineral genannt, das aber, nach Arfvedson's Analyse, nichts anderes als eine schwarze eisenreiche Hornblende ist (Berzelius's Jahresbericht, Nro. IV. S. 149.).

P.

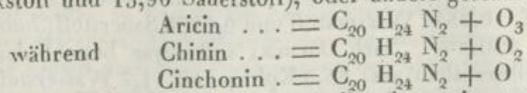
Argand'sche Lampe s. Lampe.

Argentan s. Neusilber.

Argillium. Synonym mit Aluminium (s. dieses).

Aricin. Pflanzenbase, enthalten in einer ihrer Abkunft nach noch unbekanntem Chinarinde, die im Aeußern einige Aehnlichkeit mit der Calisaya-Rinde besitzt, und vom Hafen Arica (daher der Name Aricin) in der Provinz Arequipa in Peru nach Bordeaux gebracht worden. Aus dieser Rinde wird das Aricin ganz wie das Chinin und Cinchonin aus anderen Chinaarten gewonnen. Es kristallisirt in Nadeln, schmilzt früher, als es sich zersetzt, verflüchtigt sich aber dabei nicht, wie das Cinchonin, löst sich nicht in Wasser, schmeckt für sich, wenigstens im ersten Augenblicke, fast nicht, in Säuren gelöst aber sehr bitter. In Aether löslich. Mit Schwefelsäure giebt es ein Salz, dessen Lösung in Wasser die charakteristische Eigenschaft besitzt, beim Erkalten zu einer Gallerte zu gesehen, sobald die Flüssigkeit vollkommen neutral ist (während das schwefelsäure Cinchonin schon aus fast neutralen Lösungen kristallisirt); hält sie aber überschüssige Säure, so bildet sich ein anderes schwefelsäures Salz, das in abgeplatteten Nadeln kristallisirt. In Aether unlöslich, wohl aber löslich (sowohl neutral als sauer) in Alkohol, und daraus in seidenartig glänzenden Nadeln kristallisirend. In concentrirter Salpetersäure löst es sich mit intensiv grüner Farbe, in sehr verdünnter aber farblos auf. Nach Pelletier, von dem auch alle diese Angaben entlehnt sind (*Journ. de Pharm.*, 1829, p. 566. — *Annal. de chim. et de phys.*, T. 51. p. 182.), besteht das Aricin aus 71,0 Kohlenstoff, 7,0 Wasserstoff, 8,00 Stickstoff, 14,00 Sauerstoff, entsprechend der Formel:

$C_{20}H_{24}N_2O_3$  (welche giebt 70,93 Kohlenstoff, 6,95 Wasserstoff, 8,21 Stickstoff und 13,96 Sauerstoff), oder anders geschrieben:



wenn man darin 2 Atome Wasserstoff mehr annimmt, als Liebig gefunden. Pelletier betrachtet hienach diese drei Pflanzenbasen als verschiedene Oxydationsstufen eines und desselben Radikals. Wie es scheint, hat Lever-Köhn ein mit dem Aricin identisches Alkali in der *China cusco* aufgefunden (Buchn. Repert. Bd. XXXIII. S. 353.) P.

Arki s. Arsa.

Arktizit s. Wernerit.

Armenischer Stein (*Lapis Armenius*. — *Pierre d'Arménie*. — *Arménite*) wurde ehemals ein Gemenge aus erdiger Kupferlasur und Kalkstein, zuweilen mit Kupfer- oder Eisenkies, oder ein durch Kupferlasur blaugefärbter Quarz genannt.

Arnicin. Ein hinsichtlich seiner Eigenthümlichkeit noch zweifelhafter Stoff in den Blumen der *Arnica montana*. Man erhält ihn nach Chevallier und Lassaigne (*Journ. de Pharm.*, T. V. p. 248), wenn man das wässerige Extract der Blumen mit Alkohol auszieht, das geistige Extract wiederum mit Wasser behandelt, die Lösung mit Bleizucker fällt, und nun, nachdem man den Niederschlag abfiltrirt und das überschüssige Blei durch Schwefelwasserstoff entfernt hat, zur gehörigen Consistenz eindampft. Der Stoff ist braungelb, bitter, scharf und ekelhaft schmeckend, unkristallinisch, in Wasser und Alkohol löslich, durch Galläpfelinctur und basisch essigsaures Bleioxyd fällbar, sonst durch kein Metallsalz. Ob es mit dem Cytisin (des *Cytisus laburnum*) oder Catharthin der Sennesblätter zusammenfalle, wie die Herren Chevallier und Lassaigne annehmen, ist noch ungewiss. — Anderweitige Untersuchungen über die Blumen und Wurzeln der *Arnica* haben angestellt Weber (Trommsdorff's Journ., Bd. 18. St. 2. S. 153.), Pfaff (*System der Mat. med.*, III. 209) und Weissenburger (Geiger's Mag., Bd. 34. S. 178.) P.

Aroma (Gewürz) nennt man im Allgemeinen die Ursache des angenehmen Geruchs, besonders von pflanzlichen Substanzen. In der Regel sind es ätherische Oele oder verwandte Stoffe, die das Aroma einer zusammengesetzteren Substanz ausmachen. P.

Aroph *Helmontii*. Eine mit Kanariensekt bereitete Saffrantinctur. P.

Aroph *Paracelsi*. Eine auf sehr umständliche Weise bereitete Lösung von Eisenchlorid-Salmiak. P.

Arrak. Eigentlich *Al Rak*, der seit uralter Zeit in China und Indien aus Reis, den man malt und in Gährung versetzt, bereitete Weingeist. Er wird noch jetzt zu Goa auf der Küste Malabar und zu Batavia auf Java in großer Menge gefertigt; der beste aus dem Zuckersaft (*Toddy*) der Blüthenkolbe der Cocospalme, der Dattelpalme, mit Zusatz von Zucker, Reis und Palmbaumrinde. Die Eigenthümlichkeit des Arraks beruht lediglich auf dem dem Weingeist beigemengten Aroma, welches man auch künstlich nachzubilden gesucht hat. Schwacke fand

dazu folgende von Bauhoff herrührende Vorschrift dem Zwecke entsprechend. 12 Unzen concentrirter Schwefelsäure, 96 Unzen Wassers, 24 Unzen gemeinen Syrups, 6 Unzen gepulverter Eichenrinde, 2 Unzen Braunstein und 1 Unze starken Alkohols werden mit einander gemischt, die Mischung wird unter bisweiligem Umrühren mit einem Holzstabe ein Vierteljahr an einem kühlen Orte stehen gelassen, dann werden 36 Quart durch Chlorkalk (oder besser durch Kohle) gereinigter Alkohol zugesetzt, und nun 30 Quart davon abgezogen (Brandes Archiv, Bd. 38, S. 203.) Indess möchte wohl bis jetzt kein dem natürlichen vollkommen gleichkommender Arrak verfertigt worden sein. P.

Arragonit (Arragon. — Arragonite. — Arragon Spar.) So genannt von Arragonien, wo er zuerst gefunden. Ein Mineral, welches theils in säuligen, meist verwachsenen oder spitzen, pyramidalischen Kristallen erscheint, die sich auf eine gerade rhombische Säule von  $116^{\circ} 6'$  zurückführen lassen (dem prismatischen oder zwei- und zweigliedrigen Kristallsysteme angehören); theils massig, von zackiger oder korallenförmiger Gestalt mit strahlig-faserigem Bruche (Eisenblüthe), oder ohne besondere Aufsfläche mit rein faserigem Bruche (Sprudelstein), sich vorfindet. Die Kristalle sind farblos und nur zufällig gelblich-, graulich-, röthlichweiss, grau, gelb, grün, violblau gefärbt und haben Glasglanz. Die Eisenblüthe erscheint meist schneeweiss, seltener röthlich oder bläulich-weiss gefärbt und hat Perlmutterglanz. Der Arragonit ist härter als Kalkspath und zeigt ein specifisches Gewicht = 2,92 bis 2,945, während das des Kalkspaths nur 2,71 bis 2,73 beträgt. Der Bruch ist uneben; Pulver und Strich sind graulich-weiss.

Er findet sich auf Gängen und Lagern im älteren Gebirge; so in Böhmen, Salzburg, Tyrol u. s. w.; nesterweise in sehr vielen Basalten und im Thon und Gyps der mittleren Flötzgebirge, wie zu Molina in Arragonien, Mingranilla in Valencia etc. Die Eisenblüthe findet sich vorzüglich zu Eisenerz in Steiermark und Hüttenberg in Kärnthen; und der Sprudelstein zu Karlsbad in Böhmen, wo er sich als ein Absatz der dortigen Mineralquellen bildet.

Der Arragonit ist im Wesentlichen nichts, als wasserfreier kohlen-saurer Kalk. Zwar enthält er auch immer kohlen-sauren Strontian, aber in veränderlichen, geringen, keinem Atomverhältniss entsprechenden Mengen (am meisten der von Molina, 3,97 pCt., am wenigsten der aus Salzburg, 0,72 pCt.), so dass man diesen nicht als wesentlichen Bestandtheil betrachten kann (Stromeyer, Untersuch. üb. d. Misch. d. Min., Bd. I. S. 1.) Eben so ist es mit dem Gehalt an Wasser, der höchstens 0,3 pCt. beträgt und nur als Verkuisterungswasser anzusehen ist. Der Arragonit ist also kohlen-saurer Kalk von anderer Kristallform, anderem specifischen Gewicht, kurz anderen physikalischen Eigenschaften, als der Kalkspath. Er ist isomer mit diesem, und der kohlen-saure Kalk dimorph.

Welche Umstände den kohlen-sauren Kalk veranlasst haben, bald die Form des Kalkspaths (die rhomboëdrische), bald die des Arragonits (die prismatische) anzunehmen, ist lange schon zweifelhaft gewesen. Früher glaubte man allgemein, dass der kleine Gehalt an kohlen-saurem Strontian, obwohl die Mischung aufserwesentlich, die letztere Form bedingt habe, ähnlich wie bei Kristallisationen aus wässerigen Lösungen ein Gehalt an Säure oder an einem Salze die Kristallgestalt des Anschlie-

senden abändert, ohne dass dieses von jenen Stoffen etwas aufnimmt. Neuere Versuche von G. Rose (Pogg. Ann. Bd. XLII. S. 363) haben jedoch dargethan, dass, wenigstens beim Anschiefen von kohlen-saurem Kalk aus wässerigen Lösungen, die Kristallform alleinig durch die Temperatur bedingt werde. Lässt man eine Lösung von kohlen-saurem Kalk in kohlen-saurem Wasser bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft abdampfen, oder fällt man eine Lösung von Chlorcalcium bei gewöhnlicher Temperatur durch eine Lösung von kohlen-saurem Ammoniak, so erhält man Kristalle von der Form des Kalkspaths (im letztern Falle sind die Kristalle natürlich mikroskopisch, und sie sind erst zu erkennen, wenn der Niederschlag aus dem flockigen Zustande, den er anfangs besitzt, in den körnigen übergegangen ist); bewerkstelligt man aber die Abdampfung oder Fällung des kohlen-sauren Kalks in der Hitze, so bekommt man mikroskopische Kristalle von der Form und dem specifischen Gewichte des Arragonits; besonders rein von Kalkspathkristallen sind diese, wenn man bei der Fällung die heisse Chlorcalciumlösung in die heisse Lösung von kohlen-saurem Ammoniak einträgt. Durch diese Erfahrungen erklärt sich, warum der Carlsbader Sprudelstein und andere aus heissen Quellen abgelagerte Kalksinter die Form des Arragonits besitzen.

Auf nassem Wege nimmt also der kohlen-saure Kalk in höherer Temperatur, immer die letztere Form an, und auf nassem Wege sind ersichtlich alle in der Natur vorkommenden Arragonitkristalle gebildet. Zwar sind diese in Spalten und Höhlungen von früher offenbar in feurigem Fluss gewesen Gebirgsarten, z. B. in Basalten, eine sehr gewöhnliche Erscheinung, allein alles deutet darauf hin, dass sie aus einer infiltrirten und durch das umgebende Gestein erhitzten Lösung von kohlen-saurem Kalk abgesetzt worden sind. Dass der natürlich vorkommende Arragonit nicht auf trockenem Wege gebildet worden, dafür spricht noch sein Verhalten in gröfserer Hitze.

Erhitzt man ihn bis zum anfangenden Glühen, so zerfällt und zerspringt er, unter einem höchst unbedeutenden Gewichtsverluste, der nur aus Verknüpfungswasser besteht, zu einem groben Pulver. Schon Haidinger (Pogg. Ann. Bd. XI. S. 177) nahm an, dass dies Pulver aus kleinen Kalkspathkristallen bestehe, und die Bildung dieser, weil sie, bei gleichem Gewichte,  $\frac{29}{27}$  mehr Raum als Arragonitkristalle einnehmen, sich in der Hitze auch anders als letztere ausdehnen, die Ursache des Zerspringens sey. Diese Meinung ist neuerlich durch G. Rose (a. a. O.) insofern bestätigt, als er gezeigt, dass das Pulver von decrepitirtem Arragonit das specifische Gewicht des Kalkspaths besitzt; auch hat derselbe durch das nämliche Mittel nachgewiesen, dass kleine Kristalle und faserige Massen von Arragonit, z. B. Carlsbader Sprudelstein und Steiermärksche Eisenblüthe, obwohl sie bei Erhitzung nicht zerspringen, sondern ihre Form behalten, sich dennoch dabei in Kalkspath umwandeln und folglich andere Afterkristalle von diesem darstellen. Ueberdies führt auch Mitscherlich (Pogg. Ann. Bd. XXI. S. 157) als Beobachtung von sich an, dass ein Arragonitkristall, der sich von den Wänden des Vesuvus abgelöst hatte und in die flüssige Lava gefallen war, darin durch die Hitze so verändert worden, dass er äußerlich aus Kalkspath, im Innern aber noch aus Arragonit besteht, ohne seine Form eingebüßt zu haben. Geschmolzene kohlen-saure Kalkerde schießt auch immer in der Form des Kalkspaths an, wie dies an den drei Spaltflächen bei gröfseren Körnern von Marmor deutlich zu ersehen. Die Umwandlung des Arragonits in Kalk-

spath erfolgt übrigens auch in gewöhnlicher Temperatur. Lässt man den zuvor erwähnten, aus einer heißen Chlorcalciumlösung erhaltenen Niederschlag, der frisch aus Arragonit besteht, aber eine Woche lang in der erkalteten Flüssigkeit liegen, so findet man, unter dem Mikroskop, dass er nun die Form von Kalkspath besitzt.

Der Arragonit zeigt auch, eben wegen seiner vom Kalkspath verschiedenen Kristallform, ein anderes optisches Verhalten, wie dieser. Der Kalkspath besitzt nur eine optische Axe, der Arragonit deren zwei, die im violetten Licht unter  $20^{\circ}25'6''$  und im rothen Licht unter  $19^{\circ}44'40''$  gegen einander neigen (Rudberg in Pogg. Ann., Bd. XVII., S. 18).  
P.

Die specifische Wärme, gegen die des Wassers = 1, ist beim Arragonit = 0,1966, beim Kalkspath = 0,2015 (Neumann in Pogg. Ann., Bd. XXIII. S. 28.).  
P.

Arrow root. (*Amylum Marantae*, *Faecula Marantae*; Pfeilwurzelmehl). Das Stärkemehl aus den knolligen Ausläufern der *Maranta arundinacea* W., und der *Maranta indica* Tussac (*Scitamineae*). Es wird in Westindien auf ähnliche Weise wie bei uns das Kartoffelstärkemehl bereitet. Man zerreibt die Knollen, wäscht aus dem Brei das Stärkemehl mit Wasser aus und colirt durch Leinwand. Aus der durchgelaufenen milchichten Flüssigkeit setzt sich das Arrow Root ab; es wird durch wiederholt aufgegossenes Wasser ausgesüßt. Das Arrow Root ist reines Stärkemehl. Von dem Weizenstärkemehle unterscheidet es sich durch seine größeren Körner, welche schon dem unbewaffneten Auge glasglänzend wie die Körner des Kartoffelstärkemehls sich darstellen. Beim Anbrühen mit kochendem Wasser giebt es einen vollkommen geruch- und geschmacklosen Kleister, während der auf gleiche Weise aus Kartoffelstärkemehl bereitete Kleister den bekannten Geruch und Geschmack der rohen zerriebenen Kartoffeln besitzt. Arrow root (engl.) heißt Pfeilwurzel.  
O.

Arsa nennen die Kalmücken den aus saurer Stutenmilch (tatarisch: Kumis; kalmükisch: Tschigan) bereiteten und rectificirten Branntwein. Sie lassen dazu die Milch in Beuteln aus Schaffellen sauer werden, und unterwerfen sie dann in einem sehr rohen und unreinlichen Apparate (einem eisernen Topfe mit hölzernem Deckel und hölzernen gekrümmten Ableitungsröhren, wobei die Fugen mit Lehm und Mist verstrichen werden) der Destillation. Das erhaltene Product, Araca genannt, nochmals übergezogen, giebt den Arsa. Der Tschigan ist ein ganz angenehmes Getränk, der Arsa aber, wegen seiner Beimengungen, ein sehr unangenehmes, ranzig schmeckendes. Aus Kuhmilch bereitet, nennen die Kalmücken den Branntwein Airak. Pallas nennt ihn Arki. Die Gewinnung des Milchbranntweins beruht auf der Fähigkeit des Milchzuckers, mit Hülfe des in der sauren Milch enthaltenen Ferments, in Weingährung zu gerathen, wie neuerlich Hess gezeigt hat (Pogg. Annal., Bd. 41, S. 194). Die so lange von Einigen bezweifelte Gährungsfähigkeit der Milch und des Milchzuckers ist sicher durch diese Versuche bestätigt; ob nicht aber der Milchzucker, bevor er Alkohol liefert, in Traubenzucker umgewandelt werde, da, nach Persoz, schon Citronen- und Essigsäure diese Umwandlung bewirken, könnte noch in Frage gestellt werden.  
P.

Arsen (Metalloid. — Arsenik, Scherbenkobalt, Fliegen gift. — *Arsenicum*; *Cobaltum crystallisatum*; *Regulus arsenici*; *ἀρσενικόν* des Dioscorides). Mit *συνδυαζή* scheint Aristoteles und mit *ἀρσενικόν* Theophrastus seine Verbindung mit Schwefel, das *Aurum pigmentum*, bezeichnet zu haben. Von Schröder 1694 und Brand 1733 zuerst aus arseniger Säure dargestellt.

Zeichen: As. — Atomgewicht: 470,042.

Zusammensetzung der wichtigsten Verbindungen des Arsens.

	Formel	Atomgewicht	Arsen	
Arsenbromid . . . . .	As <sub>2</sub> Br <sub>6</sub>	3875,00	24,26	75,74
Arsenchlorid . . . . .	As <sub>2</sub> Cl <sub>6</sub>	2268,04	41,45	58,55
Arsenjodid . . . . .	As <sub>2</sub> J <sub>6</sub>	5678,58	16,55	83,45
Arsenige Säure . . . . .	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1240,08	75,81	24,19
Arsensäure . . . . .	As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1440,08	65,28	34,72
Arsensulfür . . . . .	As <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	1342,41	70,03	29,97
Arsensulfid . . . . .	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	1543,58	60,90	39,10
Arsenpersulfid . . . . .	As <sub>2</sub> S <sub>5</sub>	1945,91	48,31	51,69
Arsenwasserstoff . . . . .	As <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	977,52	96,17	3,83

In der Natur findet sich das Arsen ziemlich häufig, entweder in Verbindung mit Metallen (Kobalt- und Nickelerze) oder mit Schwefel (*Aurum pigmentum*), seltener gediegen oder mit Sauerstoff verbunden (arsenige Säure oder arsensaure Salze).

Im Großen, namentlich in Schlesien, gewinnt man das Arsen durch einen Sublimationsprocess aus dem Arsenkies (Arsenisen). Das Mineral wird in thönernen Retorten, welche reihenweise über einander in einem Galeerenofen liegen, nach und nach der stärksten Rothglühhitze ausgesetzt. Sobald sich Arsendämpfe zeigen, werden die Retorten mit Vorlagen luftdicht verbunden, indem sich die Dämpfe zu kristallinischen Krusten oder als schwarzes grobes Pulver verdichten.

Dieses Arsen kommt im Handel als Fliegenstein, Scherbenkobalt, Fliegenkobalt vor, doch wird unter dieser Benennung sehr häufig auch gediegenes Arsen verkauft.

Durch eine neue Sublimation des Fliegensteins in einer Retorte von Thon, oder durch Reduction der arsenigen Säure mit brennbaren Materialien in einem ähnlichen Apparate gewinnt man reines Arsen. Man mengt die feingepulverte arsenige Säure mit  $\frac{1}{2}$  Kohlenpulver, geglühtem Kienrufs, oder mit  $\frac{1}{2}$  verkohltem Weinstein. Die Retorte muss einen ziemlich weiten Hals haben, den man von Zeit zu Zeit mit einem heißen Glasstabe aufräumt, um das Verstopfen zu verhüten. Nach dem völligen Erkalten der Retorte schlägt man den Boden ab und man findet den oberen Theil mit einer stahlgrauen, stark metallisch glänzenden Kruste angefüllt.

Das reine Arsen verliert an der Luft seinen Glanz, wird matt und grauschwarz; es besitzt ein blättriges Gefüge, kristallisirt in Rhomboëdern, ist spröde, sehr leicht in feines Pulver zu verwandeln, von 5,7 bis 5,96 specif. Gewicht; es ist geruch- und geschmacklos. Es verflüchtigt sich, ohne vorher zu schmelzen; auf den Siedepunkt der Schwefelsäure erhitzt, sublimirt es nicht; beim Sieden mit Quecksilber gehen Arsendämpfe in die Vorlage über; zwischen 326 und 360° scheint es sich demnach zu verflüchtigen. Es besitzt zwei Oxydationsstufen: arsenige Säure, welche flüchtig, und Arsensäure, welche ziemlich feuerfest ist. Die Existenz eines Suboxyds ist zweifelhaft. Es verbrennt, an der Luft er-

hitzt, im Sauerstoffgase mit Flamme, zu arseniger Säure, wobei die Dämpfe einen durchdringenden Knoblauchgeruch verbreiten. In luftfreiem Wasser verliert es seinen Glanz nicht, und oxydirt sich selbst nicht beim Sieden damit; hat die Luft Zutritt, so bildet sich arsenige Säure, die sich im Wasser löst. Man hat die Erfahrung gemacht, dass sich frisch sublimirtes Arsen, in Massen mit Wasser benetzt, zuweilen bis zur Entzündung erhitzt; die näheren Bedingungen derselben sind nicht ausgemittelt. Das Arsen verbindet sich mit Metalloiden, mit manchen unter Feuererscheinung; man kennt nur eine Chlorverbindung, das Arsenchlorid, und mehrere Schwefelverbindungen; die bekanntesten sind: Arsensulfür und Arsensulfid. Von Chlorwasserstoffsäure wird es bei Abschluss der Luft nicht aufgelöst; bei Zutritt derselben bildet sich eine kleine Menge Chlorür. Von Salpetersäure wird es leicht und heftig oxydirt, und in arsenige oder Arsensäure verwandelt; concentrirte Schwefelsäure oxydirt es zu arseniger Säure unter Freiwerdung von schwefliger Säure, verdünnte hat keine Wirkung. In Königswasser ist es leicht löslich; bei hinreichender Menge verwandelt es sich in Arsensäure. Mit den meisten Metallen vermischt es sich zu spröden, leicht schmelzbaren Legirungen, den Arseniden.

Mit den Hydraten der Alkalien zusammengeschmolzen, oxydirt sich das Arsen; es entzieht theils dem Metalloxyd, theils dem Wasser seinen Sauerstoff. Es entwickelt sich reines Wasserstoffgas, und es entsteht arsenigsaures Metalloxyd, gemengt mit Arsenmetall (Arseniden).

Mit Salpeter oder chlorsaurem Kali gemischt und angezündet, verpufft es mit Heftigkeit; ein Gemenge mit chlorsaurem Kali explodirt schon durch einen starken Schlag.

Aether und Weingeist greifen das Arsen nicht an; in manchen fetten Oelen ist es in der Hitze löslich.

Das Arsen, so wie alle seine Verbindungen, sind außerordentlich giftig.

J. L.

**Arsen, Bestimmung des.** Die gewöhnlichsten Methoden, welche zur quantitativen Bestimmung des Arsens, seiner Oxydations- und Schweflungsstufen angewendet werden, sind die folgenden.

Enthält die salpetersaure Auflösung eine Oxydationsstufe des Arsens und sonst keine andere feuerbeständige Substanz, so bringt man in die Flüssigkeit eine genau abgewogene Quantität reines Bleioxyd, dampft zur Trockne ab, glüht und wiegt den Rückstand. Alles, was sein Gewicht mehr beträgt, als das angewandte Bleioxyd, wird als Arsensäure berechnet. Dieses Verfahren kann nur in wenigen Fällen angewendet werden, da die Auflösung in den meisten Fällen neben Salpetersäure noch andere Säuren enthält, die mit Bleioxyd ein in der Hitze nicht zersetzbares Salz bilden. Es ist besser, in die Flüssigkeit so lange Schwefelwasserstoffsäure hineinzuleiten, als noch ein Niederschlag gebildet wird, oder sie durch Ammoniak zu neutralisiren und durch Zusatz von überschüssigem Wasserstoffsulfid-Ammonium (Schwefelwasserstoff-Ammoniak) in eine lösliche Verbindung von Arsensulfid- oder Arsenpersulfid-Ammonium (s. Arsensulfidsalze) zu verwandeln. Wird nach einiger Zeit diese Flüssigkeit mit Essigsäure übersättigt, so schlägt sich eine Schweflungsstufe des Arsens, gemengt mit Schwefel, nieder. Diesen Niederschlag sammelt man, trocknet ihn sorgfältig und wiegt davon eine Portion genau ab, die man mit Königswasser

vollständig oxydirt. Man kann ihn auch mit 3 Th. Salpeter und 2 Th. kohlen-saurem Natron mischen, und durch Schmelzen in einem Porcellantiegel ohne Verlust verbrennen. Die Auflösungen beider werden mit Salzsäure übersättigt und durch Chlorbarium gefällt; es schlägt sich schwefelsaurer Baryt nieder, während arsensaure in Auflösung bleibt. Aus dem Gewicht des schwefelsauren Baryts berechnet man den Schwefel, der, von der bekannten Quantität des dazu verwendeten Arsensulfids abgezogen, die Menge des Arsens giebt. Ist der erhaltene Schwefelniederschlag aus einer Auflösung mit Schwefelwasserstoffgas erhalten, die keine Arsensäure enthält, so kann man ihn trocknen und wiegen, und durch Behandlung mit Ammoniak, welcher den unverbundenen Schwefel zurücklässt, letzteren bestimmen (H. Rose). Nach Berthier's Methode kann man Arsensäure quantitativ bestimmen, wenn man eine genau abgewogene Menge metallisches Eisen in Salpetersäure auflöst, diese Auflösung mit der Flüssigkeit mischt, aus welcher die Arsensäure bestimmt werden soll, und das Ganze alsdann durch überschüssiges Ammoniak fällt. Es ist unerlässlich, hierbei ein Uebermaß des Eisenoxydsalzes anzuwenden.

Der Niederschlag wird sorgfältig ausgewaschen, getrocknet und geglüht. Die Menge des in diesem Niederschlage enthaltenen Eisenoxyds ist bekannt; sie wird aus der Quantität des aufgelösten Eisens berechnet. Es ist klar, dass das erhaltene Gewicht um die darin enthaltene Menge Arsensäure größer seyn muss. Durch Subtraction der berechneten Gewichtsmenge des reinen Eisenoxyds von dem erhaltenen bekommt man mithin die Menge der Arsensäure.

J. L.

**Arsenblüthe** (*Arsenic oxydè*. — *Oxyde of Arsenic*; *Arsenic bloom*). Ein seltenes Mineral, welches in regelmässigen Octaedern, meist aber in nadel- und haarförmigen Kristallen, auch massig, mit kugeligiger und traubiger Aussenfläche und selbst als erdiger Beschlag erscheint. Es ist weiß bis graulichweiß, nur zufällig gelb, roth oder grün, durchscheinend, glas- bis seidenglänzend, von zusammenziehendem, hintennach süßlichem Geschmack, hat ein spezifisches Gewicht = 3,69 bis 3,71 und ist härter als Gyps. Vor dem Löthrohre zeigt es sich flüchtig und verbreitet, auf der Kohle behandelt, Geruch nach Arsen. Es besteht aus mehr oder weniger reiner arseniger Säure =  $As_2 O_3$ . Es findet sich meist nur als Verwitterungsproduct in älterem und jüngerem Gebirge und in alten Grubengebäuden; so zu St. Andreasberg, Mariakirch, Kapnik in Ungarn, Bieber bei Hanau u. s. w.

J. L.

**Arsenbromid**.  $As_2 Br_6$ . Von Serullas dargestellt. Brom wird mit gepulvertem Arsen zusammengebracht und so lange von Letzterem zugesetzt, als man noch Entzündung bemerkt. Der Rückstand giebt bei der Destillation eine farblose Flüssigkeit, welche bei  $20^\circ$  erstarrt, bei  $25^\circ$  schmilzt und bei  $220^\circ$  siedet; seine chemischen Eigenschaften sind ganz die des Arsenchlorids.

J. L.

**Arsenchlorid**.  $As_2 Cl_6$ . Diese Verbindung erhält man am einfachsten und reinsten, wenn man in einer tubulirten Retorte reines Arsen in trockenem Chlorgase erwärmt. Das Arsen entzündet sich, verbrennt mit einer schwachen weißen Flamme zu Chlorid, das sich bei stärkerer Hitze in die angepasste trockne Vorlage begiebt. Durch gelindes Erwärmen befreit man es von freiem Chlor.

Das Arsenchlorid ist eine farblose, klare Flüssigkeit von beträcht-

### Arsenchlorid-Ammoniak. — Arsen, Entdeckung des. 497

lichem specif. Gewicht, es sinkt in Wasser und Vitriolöl zu Boden, ist wenig flüchtig, siedet bei 132°, zieht aus der Luft Feuchtigkeit an und verbreitet weiße Dämpfe, lässt sich mit wenig Wasser, mit Weingeist, Aether und flüchtigen Oelen mischen. Mit viel Wasser längere Zeit in Berührung, oder damit erwärmt, zerlegt es sich in arsenige Säure, welche in Gestalt eines weißen Pulvers zu Boden fällt, und in Salzsäure; die überstehende Flüssigkeit enthält noch mehr Arsen, als ein gleiches Volum Wasser von arseniger Säure zu lösen vermag, so dass demnach eine gewisse Portion Chlorid unzersetzt darin enthalten seyn muss. Phosphor und Schwefel lösen sich in dem Arsenchlorid in der Wärme auf und kristallisiren daraus unverändert.

Wenn man arsenige Säure, Kochsalz und Schwefelsäure zusammen destillirt, so erhält man ebenfalls Arsenchlorid, mit Wasser und Salzsäure verunreinigt, von denen es sich nicht befreien lässt. J. L.

**Arsenchlorid-Ammoniak.** Arsenchlorid und trocknes Ammoniakgas vereinigen sich zu einem weißen festen Körper, welcher in Wasser und Weingeist löslich ist und unverändert daraus kristallisirt. Mit concentrirter Schwefelsäure destillirt, erhält man daraus wieder unverändertes Chlorür. J. L.

**Arsen, Entdeckung des.** Die Nachweisung und Ausmittelung des Arsens in den verschiedenartigsten Materien ist für die gerichtliche Medicin eine Aufgabe von der höchsten Wichtigkeit. Die arsenige Säure eignet sich unglücklicherweise mehr wie jede andere Substanz zur Ausführung des feigsten aller Verbrechen; sie besitzt keine Eigenschaften, die dem Opfer ihre todbringende Nähe ahnen lässt, und ihre unausbleiblichen Wirkungen bringen die Gefahr meistens erst dann ans Licht, wenn die Hülfe zu spät kommt.

Die Aufgabe, welche der Chemiker in Vergiftungsfällen zu lösen hat, ist die Beweisführung, dass der Tod oder die Symptome der Krankheit durch Gift herbeigeführt worden sind, und in den meisten Fällen hat man demnach in Speisen, oder in dem, was der Kranke von sich gegeben hat, oder in den Verdauungsorganen des Gestorbenen die Gegenwart des Giftes — und in 99 Fällen von 100 ist dies arsenige Säure — auf eine unzweideutige Weise darzuthun und dem Richter vor Augen zu legen. Anklagen auf Tod und Leben oder Lossprechung des schuldigen Verbrechers sind in solchen Fällen abhängig von der Geschicklichkeit und Gewissenhaftigkeit des Chemikers, und es gehört mithin zu den ersten Erfordernissen eines Mannes, der diese schwere Verantwortlichkeit auf sich zu nehmen hat, dass er vor Allem die anzuwendenden Mittel kennt, welche nöthig sind, um zum Zweck zu gelangen. Diese Bedingung ist leicht zu erfüllen und in Jedermanns Hand; nicht so aber eine andere, welche darin besteht, dass man die nöthige Gewandtheit und Geschicklichkeit besitzen muss, um diese Mittel auf eine zuverlässige Weise in Ausführung zu bringen, dass man mithin Herr aller vorzunehmenden Operationen sey.

Wenn man nicht vollkommen sicher hinsichtlich dieser letzteren Bedingung ist, so versteht es sich von selbst, dass man vor Allem, ehe man sich zur Untersuchung der problematisch arsenhaltigen Materien entschließt, die Fertigkeiten und das zu den Versuchen nöthige Geschick durch die Vornahme aller Operationen sich zu eigen macht. Man wählt dazu fremde Materien, welche ähnlich sind den Gegenständen der

Anklage, setzt denselben geringe Quantitäten arseniger Säure zu, und verfährt damit ganz so, wie man die eigentliche Untersuchung zu führen beabsichtigt. Nie darf zur Erlernung dieser Geschicklichkeiten und Fertigkeiten das *Corpus delicti* verwandt werden.

Die Vergiftung kann geschehen seyn durch pulverförmige arsenige Säure, die den Speisen beigemischt worden ist — diese Fälle kommen am häufigsten vor — oder durch eine Auflösung von arseniger Säure.

In dem ersteren Falle ist die Untersuchung leicht und einfach, denn es gelingt dann stets, in den Speisen oder in dem, was der Kranke von sich gegeben hat, oder in dem Inhalt des Magens, der Eingeweide, in den Falten des Magens Theile dieser pulverförmigen Säure aufzufinden. Die Speisen oder den Inhalt des Magens übergießt man in einem Glasgefäße (sogenannte Zuckergläser eignen sich dazu sehr gut) mit dem doppelten Volum destillirten Wassers und giebt diesem langsam eine drehende Bewegung. Die arsenige Säure besitzt ein größeres specif. Gewicht, sie setzt sich leicht zu Boden, und man kann schon von außen sehen, ob sich ein Absatz weißer Körnchen oder eines feinen Pulvers gebildet hat.

Wenn es gelingt, auch nur ein Körnchen arseniger Säure, nicht mehr, als man mit der Spitze einer feinen Nadel aufzuheben im Stande ist, aufzufinden, so lässt sich damit schon ein gültiger Beweis von ihrer Gegenwart führen.

Arsenige Säure kann von dem Chemiker an ihrem Verhalten zu verschiedenen anderen Körpern erkannt werden; die Erscheinungen, die sie in diesen Fällen darbietet, sind so charakteristisch, dass man selten in die Lage kommt, sich zu täuschen, wenn man reine arsenige Säure oder höchstens mit einem anderen Mineralkörper gemischt, vor sich hat. Alle diese Reactionen verlieren aber ihre Eigenthümlichkeiten, wenn die arsenige Säure mit vielerlei organischen Materien gemengt ist, und alle sogenannten Reagentien auf arsenige Säure beweisen nur, dass Diejenigen, welche sie als Erkennungsmittel in Vorschlag brachten, niemals in die Lage gekommen sind, sie bei einem gerichtlichen Falle in Anwendung zu bringen. Nur eine Eigenthümlichkeit der arsenigen Säure bleibt in allen Fällen ungeändert, dies ist ihre leichte Reducirbarkeit zu Arsen und die Flüchtigkeit des letzteren; sein eigenthümlicher Geruch, wenn er verbrannt wird, sein spiegelnder, schwarz metallischer Glanz unterscheidet ihn auf eine so ausgezeichnete Weise von jedem anderen Körper, dass, wenn es gelingt, aus den aufgefundenen weißen Körnchen einen Körper mit diesen Eigenschaften darzustellen, dass man in diesem Falle den strengsten Beweis über sein Vorhandenseyn geführt hat; alle anderen Reactionen werden damit gänzlich überflüssig. Die nach der Auffindung weißer Körnchen zu lösende Aufgabe ist nun, aus denselben Arsen mit allen seinen Eigenschaften darzustellen.

Zu diesem Zweck wählt man eine 3 Zoll lange, 3 Linien weite Glasröhre von starkem, schwer schmelzbarem Glase, zieht sie an dem einen Ende zu einer  $\frac{1}{2}$  Zoll langen, verschlossenen Spitze aus, deren innerer Durchmesser im geringsten Falle  $\frac{1}{2}$  Linie betragen muss. Die arsenige Säure, welche man reduciren will, wird an das verschlossene Ende der Spitze *a* (Fig. 9, Taf. V.) gebracht und ein Splitter Kohle von  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{1}{4}$  Zoll Länge obendrauf (bei *bc*) geschoben. Man erhitzt

nun die Kohle vorsichtig mit einer kleinen Weingeistflamme; wenn sie glüht führt man den Theil der Spitze in die Flamme, wo die arsenige Säure liegt, so dass diese, indem sie sich verflüchtigt, über die glühende Kohle hinstreichen muss; sie wird alsdann vollständig reducirt und bei *d* sieht man einen schwarzen, metallisch glänzenden Spiegel von Arsen sich anlegen. Man kann nun die Röhre bei *e* abschneiden, durch Erhitzen der Stelle *d* Arsen verflüchtigen und seinen eigenthümlichen, knoblauchartigen Geruch wahrnehmen. Anstatt des Kohlensplitters kann man auch grobes Kohlenpulver nehmen, man muss nur alsdann einen gewissen Raum über dem Kohlenpulver lassen, um den Dämpfen Ausgang zu verschaffen.

Ist das aufgefundene Pulver sehr fein mit Sand und andern Theilen gemengt, von denen es sich mechanisch nicht trennen lässt, so erhitzt man einen Theil davon mit Salzsäure und legt in diese Auflösung einen Streifen Zinkblech, so dass eine nicht zu langsame Entwicklung von Wasserstoff hervorgebracht wird; das Wasserstoffgas ist in diesem Falle mit Arsenwasserstoff gemengt, welches letztere auf folgende Weise erkannt wird. Lässt man das Gas durch eine Glasröhre von schwer schmelzbarem Glase ausströmen, deren innerer Durchmesser wenigstens 1 Linie betragen muss, und erhitzt man diese Röhre an irgend einer Stelle mit einer Weingeistlampe zum schwachen Glühen, so legt sich aufserhalb der Flamme, auch wenn die Menge der in der Salzsäure aufgelösten arsenigen Säure nur  $\frac{1}{2}$  Milligrm. =  $\frac{1}{30}$  Gran beträgt, ein starker, schwarz metallglänzender Ring von Arsen an. Zündet man das Gas an der Oeffnung, wo es ausströmt, an, so ist die Farbe der Flamme nicht, wie von gewöhnlichem Wasserstoffgas, gelb, sondern hellblau, und wird in diese Flamme eine kalte, reine und glatte Porcellanfläche gehalten, so überzieht sich diese mit einer spiegelglänzenden schwarzen Lage von Arsen. Ein gewöhnliches Medicinglas, in dessen Oeffnung vermittelst eines durchbohrten Korkstöpsels eine heberförmige Glasröhre befestigt ist, reicht für diesen Versuch vollkommen aus. Vor den Korkstöpsel kann man, um das Ueberspritzen von Tröpfchen der Flüssigkeit zu hindern, einen Pfropf von lockerer Baumwolle mit einsetzen, oder das Gas durch eine mehre Zoll lange weitere, mit Baumwolle gefüllte Röhre leiten, die mit der engeren, aus der das Gas ausströmt, verbunden ist. Der spiegelnde Ueberzug auf dem Porcellan muss bei dem Erhitzen verschwinden und den knoblauchartigen Geruch des Arsens verbreiten; er muss sich augenblicklich durch Salpetersäure hinwegnehmen lassen. Diese Reaction ist aufserordentlich scharf, und auch bei den kleinsten vorhandenen Mengen von Arsen noch bemerkbar; sie ist von Marsh zuerst angegeben worden. Ganz besonders ist hierbei zu beachten, dass die zur Entwicklung des Wasserstoffgases anzuwendenden Materialien vorher auf einen Arsengehalt geprüft werden müssen. Man verfährt bei dieser Prüfung auf dieselbe Weise. Nur in dem Falle also, wenn das Zink und die Salzsäure, für sich in Berührung, ein Wasserstoffgas entwickeln, welches mit einer gelben Flamme brennt, die auf Porcellan nicht den mindesten schwarzen Fleck hinterlässt, wenn dieses Gas auf dem Innern der glühenden Leitungsröhre keinen schwarz metallischen Ring absetzt, erst dann können beide zu diesem Versuche in Anwendung genommen werden. Anstatt der Salzsäure kann man übrigens auch Schwefelsäure mit demselben Erfolge wählen.

Statt des letzteren Weges kann man auch den folgenden wählen,

den man unter allen Umständen einschlagen muss, wo sich durch Schlämmen keine arsenige Säure abscheiden lässt, wo also zu vermuthen steht, dass die arsenige Säure in Auflösung gegeben worden ist. Alle Materien, in welchen man das Gift vermuthet, werden mit einer schwachen Kalilauge und hinreichendem Wasser ausgekocht, zu dieser Flüssigkeit setzt man reine Salzsäure, so dass sie eine stark saure Reaction annimmt; sie lässt sich alsdann, indem die meisten aufgelösten organischen Materien coagulirt werden, leicht durch ein Tuch bei Anwendung eines gewissen Druckes von den unlöslichen Theilen trennen; der Rückstand wird mehrmals mit wenig Wasser vertheilt, zum zweiten und dritten Male ausgepresst, und alle Flüssigkeiten, nachdem sie vereinigt sind, durch Papier filtrirt. Gewöhnlich ist die Abkochung mit Kali dunkelbraun und schleimig, und wird nach dem Zusatz der Salzsäure hell, klar und von gelblicher Farbe. Nach dem Zusatz von Salzsäure kann sie einmal aufgekocht, aber sie darf nicht abgedampft und concentrirt werden, weil sich sonst mit den Wasser- und Säuredämpfen Arsenchlorid mit verflüchtigt. Alles in den Materien enthaltene Arsen ist in dieser Flüssigkeit als arsenige oder Arsensäure enthalten. Man kann diese Flüssigkeit auf den Arsengehalt prüfen, wenn man sie gerade so behandelt, wie in dem Vorhergehenden beschrieben ist, wo man die Eigenschaft des Arsenwasserstoffgases zu seiner Entdeckung benutzt. Man muss in diesem Falle noch Salzsäure zusetzen, Zink in einem passenden Apparate hineinlegen etc.

Zwei andere Verfahrensarten, aus dieser Flüssigkeit das Arsen mit allen seinen Eigenschaften herzustellen, sind als die besten anerkannt; die eine ist von V. Rose, die andere von Berzelius.

Nach V. Rose wird der sauren Flüssigkeit kohlen-saures Kali zugesetzt in der Art, dass sie noch eine schwach saure Reaction auf Lackmuspapier behält; sie wird aufgekocht, um die Kohlensäure auszutreiben, und alsdann mit Kalkwasser im Ueberschuss vermischt. Unter allen Umständen entsteht hierdurch ein Niederschlag, dessen Absetzung sich durch Erwärmung befördern lässt; es ist ein Gemenge von mehreren Kalksalzen mit arsenigsaurem und arsensaurem Kalk, wenn letztere Säuren in der Auflösung vorhanden waren. Der Niederschlag wird auf einem kleinen Filter gesammelt, ausgewaschen und scharf getrocknet mit seinem doppelten Volum frisch ausgeglühten Kohlenpulvers gemengt in eine je nach seiner Masse engere oder weitere Glasröhre gebracht und bis zum Weichwerden der Röhre geglüht. Die in dem Gemenge enthaltenen Oxydationsstufen des Arsens werden durch die Kohle reducirt, und das Arsen setzt sich aufserhalb des glühenden Theils der Röhre in der mehrmals erwähnten Form an (Fig. 9.).

Da die Reduction erst bei angehendem Glühen erfolgt, und vor diesem Zeitpunkte die Kalksalze ihr Wasser abgeben, was sich in dem Innern der Röhre verdichten und durch Herabfließen auf den heißen Theil das Springen derselben verursachen kann, so ist es gut, im Anfang des Erhitzens einen dünnen Glasstab, den man mit Löschpapier umwickelt, einzuführen, und damit alle Feuchtigkeit hinwegzunehmen.

Bei dem Kochen thierischer Materien mit kaustischem Kali wird meistens eine gewisse Quantität Ammoniak gebildet, welches in der Flüssigkeit sich auflöst und bei Zusatz von Salzsäure Salmiak bildet, der die Präcipitation der arsensauren Kalksalze verhindert. Aus dieser Ursache ist es besser, die salzsäurehaltige saure Flüssigkeit durch Einleiten von

Schwefelwasserstoffsäure vollständig zu sättigen. Ist arsenige Säure darin zugegen, so entsteht Arsensulfid von citrongelber Farbe, was sich bei ruhigem Stehen nach 12 bis 24 Stunden, und bei gelinder Erwärmung schnell und leicht absetzt.

Der Niederschlag wird auf einem Filter gesammelt, ausgewaschen und ein Theil davon in Aetzkalilauge aufgelöst, oder auf dem Filter mit Kalilauge übergossen, worin er sich leicht und schnell auflöst. Der kochenden alkalischen Auflösung setzt man nun so lange eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd hinzu, bis ein Tropfen der Flüssigkeit, mit Essigsäure vermischt, klar bleibt und keinen gelben Niederschlag mehr fallen lässt. Stets muss hierbei in der Auflösung freies Alkali im Ueberschuss vorhanden seyn. In diesem Falle entsteht Schwefelsilber, und alles Arsen bleibt als Arsensäure in der alkalischen Flüssigkeit. Man setzt derselben, ohne sie von dem Niederschlage zu trennen, Salzsäure zu, so dass sie bemerklich vorwaltet, filtrirt sie alsdann von dem Schwefel und Chlorsilber ab, dampft sie zur Trockne ein, glüht den Rückstand schwach, mengt ihn mit Kohlenpulver und glüht das Gemenge in einem passenden Rohre, wo durch die Kohle die Arsensäure reducirt und Arsen, welches sich sublimirt, abgeschieden wird; es ist übrigens noch bequemer und, der verminderten Masse der arsenhaltigen Materien wegen, besser, wenn man die Flüssigkeit, nachdem sie mit Salzsäure etwas übersättigt ist, aufkocht, die Arsensäure mit Kalkwasser niederschlägt, und diesen Niederschlag allein zu dem Reductionsversuche nimmt, also damit das Verfahren von V. Rose befolgt.

Anstatt der alkalischen Auflösung salpetersaures Silber zuzusetzen, kann man mit derselben Sicherheit essigsaures Bleioxyd anwenden; das Kali behält in diesem Falle Bleioxyd neben arseniger Säure aufgelöst; sie wird geradezu, ohne sie von dem Schwefelblei zu trennen, mit Schwefelsäure im Ueberschuss versetzt, in diese Auflösung ein Zinkstreifen gelegt, das sich entwickelnde Gas durch eine schwach glühende, bei kleinen Quantitäten möglichst enge, Glasröhre geleitet, und wie bei der Entdeckung des Arsens durch Arsenwasserstoffbildung verfahren (siehe diese). Diese Methode ist so ausnehmend scharf, dass  $\frac{1}{2}$  Milligramm. des Schwefelniederschlags hinreicht, um die unzweideutigsten Kennzeichen von der Anwesenheit des Arsens, d. h. die Bildung eines schwarzen, metallisch glänzenden Rings in der glühenden Leitungsröhre des Gases etc., zum Vorschein zu bringen.

Die letztere Methode, nämlich die Fällung der arsenhaltigen Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoffgas, hat neben ihrer großen Einfachheit den Vortheil, dass keine Art von Beimischung organischer oder anderer Materien die Reaction hindert, vorausgesetzt, dass die zu fallende Flüssigkeit einen Ueberschuss von Salzsäure enthält.

Anstatt das Arsen des Arsensulfids durch den Sauerstoff des salpetersauren Silberoxyds in Arsensäure zu verwandeln, kann man es auch in einigen Tropfen Kalilauge lösen, oder von dem Filter durch Uebergießen mit Kalilauge hinwegnehmen, der Lauge etwas Salpeter zusetzen, zur Trockne abdampfen und den Rückstand in einer Porcellanschale bei schwacher Glühhitze schmelzen. Der Salpeter zerstört beim Schmelzen alle anhängenden organischen Materien, und das Kali hindert die Wiederauflösung anderer beigemischten Metalloxyde, so dass beim Uebergießen der geschmolzenen Masse mit Wasser die Auflösung nichts

weiter enthält, als arsensaures, schwefelsaures, salpetersaures und freies Kali. Man verfährt damit ganz nach der Methode von V. Rose.

Berzelius's Methode weicht von der so eben beschriebenen darin ab, dass er das Arsen aus dem mit Schwefelwasserstoff erhaltenen Niederschlag direct reducirt. Zu diesem Zweck wird der Niederschlag, nachdem er wohl ausgewaschen ist, im feuchten Zustande mit gepulvertem geglühten kohlen-sauren Natron zu einem Teige gemengt, derselbe in eine 3 Linien weite, an beiden Enden offene, an dem einen Ende zu einer Spitze ausgezogene Röhre gebracht; diese Röhre steht in Verbindung mit einem Apparate, aus dem sich reines Wasserstoffgas entwickelt. Man erhitzt zuerst in dem Gastrome die feuchte Masse gelinde, und, wenn alles Wasser entfernt ist, so stark, dass sie schmilzt. Sogleich nachdem sie glühend geworden, sieht man Arsen an den kälteren Theilen der Röhre, nach der Spitze zu oder in der Spitze, als schwarzen, metallisch glänzenden Ring sich anlegen. Um das feuchte Gemenge des Schwefelniederschlags in die Röhre hineinzubringen, streicht es Berzelius auf einen Glassplitter oder ein dünnes Röhrchen, was er in die Reductionsröhre hineinschiebt.

*a* Fig. 10 Taf. V. ist die Entbindungsflasche, *d* eine Chlorcalciumröhre, *e* ist die Reductionsröhre, *gh* die kleine eingeschobene Röhre. Der Vorgang bei dieser Reduction ist in dem Artikel »Arsensulfid, Verhalten zu Alkalien« auseinandergesetzt.

Auf dasselbe Princip gründet sich die folgende Reductionsmethode. Eine Glasröhre wird in eine nicht zu enge verschlossene Spitze ausgezogen; in die Spitze bei *b* bringt man das getrocknete Arsensulfid, und auf dasselbe eine lockere Schicht von einem wohlausgeglühten Gemenge von Aetzkalk mit Kohle. Man erhitzt nun zuerst den Theil der Röhre, wo das Gemenge liegt, zum Glühen, und bringt alsdann die Spitze *b* in die Flamme, in der Art also, dass das Arsensulfid in Dampf-gestalt über den glühenden Kalk streichen muss; an der Stelle *a* legt sich das reducirt Arsen an. Um sich ein inniges Gemenge von Kalk mit Kohle zu verschaffen, löscht man gebrannten Kalk mit Wasser, mischt das trockne Kalkhydrat mit einem Drittel seines Gewichts Kienrufs, und glüht es zum zweiten Male aus. Man kann auch mit demselben Vortheil, nach H. Rose, das Schwefelarsen mit oxalsaurem Kalk, und noch besser mit einem Gemenge von oxalsaurem Kalk und etwas kohlen-saurem Ammoniak, in einer an dem einen Ende verschlossenen engen Glasröhre glühen. Die letzteren Methoden sind nicht ganz befriedigend, indem ein Theil des Arsensulfids in dem Rückstande bleibt, und ein anderer meistens un-reducirt durch den glühenden Kalk hindurchgeht; sie lassen sich übrigens in den meisten Fällen mit hinreichender Sicherheit in Anwendung bringen.

Aus Flüssigkeiten, welche, anstatt arseniger Säure, Arsensäure enthalten, erhält man mit Schwefelwasserstoff nur mit Schwierigkeit einen Niederschlag von Arsenpersulfid; es ist in diesem Falle bequemer, die freie Säure mit Aetzkali zu neutralisiren, etwas Kali im Ueberschuss zuzusetzen, und erst dann und so lange Schwefelwasserstoffsäure einzuleiten, bis dieses Gas nicht mehr absorhirt wird; in diesem Falle entsteht Arsenpersulfid - Schwefelkalium, was aufgelöst bleibt. Man vermischt sie alsdann mit überschüssiger Salzsäure, wodurch diese Verbindung zerlegt und alles Arsenpersulfid niedergeschlagen wird. Mit diesem Niederschlage verfährt man ganz, wie bei der Reduction des Arsensulfids.

(Man sehe die Artikel »Arsenwasserstoff und Arsensulfid, Verhalten zu alkalischen Metalloxyden.«) J. L.

Arsenerze sind Mineralien, die, aufser ihren übrigen metallischen Grundlagen, Arsen in Mischung enthalten. Es gehören hierher: Gediegenes Arsen = As (im bergmännischen Sinne, indem das

Arsenmetall nie rein, und meist auf Erzgängen vorkommt;

Arsenkies =  $\text{FeS}_2 + \text{FeAs}_2$ ;

Kobaltglanz oder Glanzkobalt =  $\text{CoS}_2 + \text{CoAs}_2$ ;

Kupferfahlerz =  $4 \left\{ \begin{array}{l} \text{Fe S} \\ \text{Zn S} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{Sb}_2 \text{S}_3 \\ \text{As}_2 \text{S}_3 \end{array} \right\} + 2 \left( 4 \text{Cu}_2 \text{S} + \left\{ \begin{array}{l} \text{Sb}_2 \text{S}_3 \\ \text{As}_2 \text{S}_3 \end{array} \right\} \right)$

Kupfernichel oder Arsennickel (röthlicher) =  $\text{NiAs}$ ;

Arsennickel (grauer) =  $\text{NiAs}_2$ ;

Nickelglanz =  $\text{NiS}_2 + \text{NiAs}_2$ ;

Polybasit =  $9 \left\{ \begin{array}{l} \text{Cu}_2 \text{S} \\ \text{Ag}_2 \text{S} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{Sb}_2 \text{S}_3 \\ \text{As}_2 \text{S}_3 \end{array} \right\}$ ;

(In dieser Formel das Ag halb so groß wie gewöhnlich genommen.)

Lichtes Rothgültigerz =  $3 \text{AgS} + 2 \text{AsS}_3$ , und

Speiskobalt =  $\text{CoAs}_2$ .

Das Rauschgelb =  $\text{As}_2\text{S}_3$  und das Realgar =  $\text{AsS}$ , so wie alle Mineralien, in welchen das Arsen im oxydirten Zustande enthalten ist, werden in der Regel nicht zu den Arsenerzen gezählt.

**Arsenfluorid.**  $\text{As}_2\text{F}_6$ . Bei Destillation eines Gemenges von gleichen Theilen Flussspath und arseniger Säure mit 5 Th. concentrirter Schwefelsäure erhält man diese Verbindung in Gestalt einer farblosen, bei  $100^\circ$  siedenden Flüssigkeit. Das Verhalten derselben gegen Wasser etc. ist der des Chlorids ähnlich; sie vereinigt sich mit wasserfreiem Ammoniak zu einem weissen, festen Salze, analog in seinen Eigenschaften dem Arsenchlorid-Ammoniak. J. L.

**Arsenkies** (*Fer arsenical.* — *Arsenical Pyrites*; *Arsenical Iron*). Ein Mineral, welches in Kristallen erscheint, die sich auf eine gerade rhombische Säule von  $115^\circ 53'$  zurückführen lassen; auch kommt es massig und derb vor. Es ist silberweiss bis licht-stahlgrau, undurchsichtig, metallglänzend, härter als Apatit und hat ein specifisches Gewicht = 6,172. Nach Stromeyer enthält es 36,04 Eisen, 42,88 Arsen und 21,08 Schwefel, und lässt sich somit durch die Formel  $\text{FeS}_2 + \text{FeAs}_2$  ausdrücken. In einem Glaskölbchen erhitzt, zersetzt er sich leichter unter Sublimation von metallischem Arsen, und geht dadurch in  $\text{FeS}$  über. Man findet den Arsenkies auf Lagern und Gängen in Gneufs, Glimmer und Chloritschiefer, seltener im Uebergangskalk; so zu Freiberg, Munzig, Joachimsthal, Altenburg, Ehrenfriedersdorf, St. Andreasberg, Schlading in Steiermark, Reichenstein und Kupferberg in Schlesien; in Siebenbürgen, Cornwall, Schweden u. s. w. J. L.

**Arsenide** nennt man die Verbindungen des Arsens mit Metallen; viele kommen in der Natur ziemlich rein und kristallisirt vor; sie können leicht direct durch Zusammenschmelzen der Metalle, oder von arseniger Säure, Kohle und dem Metall, mit dem man das Arsen verbinden will, hervorgebracht werden. Die Verbindungen des Kaliums und Natriums mit dem Arsen zerlegen das Wasser, wenn sie damit zusammengebracht werden, es entsteht Kali und Natron, und es entwickelt sich Arsenwasserstoffgas; fester Arsenwasserstoff bleibt als schwarzes Pulver in der Flüssigkeit. Die Verbindungen der schweren Metalle mit

Arsen sind spröde und leichter schmelzbar, als die Metalle; erhitzt man ein Stückchen Arsen auf einem Platinblech, so entsteht sogleich ein Loch, indem die entstandene Verbindung schmilzt. Beim Glühen in verschlossenen Gefäßen werden die meisten Arsenide zerlegt, indem sich der größte Theil des Arsens verflüchtigt; beim Glühen an der Luft ist diese Zersetzung noch vollständiger, das Arsen geht als arsenige Säure hinweg, das Metall bleibt entweder rein, wie bei den edeln Metallen, oder als Oxyd, oder als basisch arsensaures Salz zurück. Durch Glühen von arsenig- oder arsensauren Salzen mit Kohle lassen sich keine dem Arsengehalt entsprechende Verbindungen hervorbringen; gewöhnlich wird hierbei alles Arsen verflüchtigt, und es bleibt Oxyd, oder Metall, oder arsenhaltiges Metall. Die Arsenide werden durch Schmelzen mit Salpeter in basisch arsensaure Salze verwandelt; geschieht das Glühen bei Zusatz von reinen oder kohlen-sauren Alkalien, so bleiben bei den schweren Metallen nach dem Uebergießen mit Wasser ihre Oxyde arsenfrei zurück. Die Arsenide der schweren Metalle werden durch Säuren, aufser Salpetersäure oder Königswasser, entweder gar nicht oder nur schwierig angegriffen; durch Schmelzen mit kohlen-sauren Alkalien oder mit schwarzem Fluss erleiden die Arsenide keine Veränderung; wird bei diesen Mischungen aber Schwefel zugesetzt, so entsteht eine im Wasser lösliche Verbindung von Arsensulfür mit Alkalisulfür, und das Metall bleibt, frei von Arsen, als Schwefelmetall zurück. J. L.

Arsenige Säure ( $As_2O_3$ . *Acidum arsenicosum* B. — Weisfer Arsenik; Giftmehl; Hüttenrauch. — *Arsenicum album*). Arsen oxydirt sich an feuchter Luft, es überzieht sich mit einer schwarzen Rinde (sogenanntes Suboxyd), aus welcher heißes Wasser arsenige Säure auszieht; schneller geschieht diese Oxydation, wenn es einer höheren Temperatur ausgesetzt wird; bis nahe zur Rothglühhitze erwärmt, verbreitet es, indem es verbrennt, in der Luft dicke weiße Dämpfe von arseniger Säure, wobei man einen eigenthümlichen durchdringenden Knoblauchgeruch bemerkt; die nämliche Oxydationsstufe entsteht, wenn Arsen mit concentrirter Schwefelsäure und ein Gemenge derselben mit Arsensäure, wenn es mit verdünnter Salpetersäure erwärmt wird, oder wenn man Arsenchlorid mit Wasser vermischt.

Diese Säure wird in den Laboratorien nur selten dargestellt, indem sie im Handel sehr rein vorkommt; sie wird nämlich im Großen als Nebenproduct bei den Schmalte werken, und in Schlesien aus Arsenkies (Eisenarsenür) direct gewonnen. Das verkleinerte Erz wird in einem Ofen in einem Theile desselben, welcher die Form einer an beiden Seiten offenen Muffel besitzt, zum Glühen erhitzt; die vordere Oeffnung dient zum Eintragen des frischen und zum Herausnehmen des gerösteten Erzes; die hintere Seite steht vermittelst einer weiten Röhre in Verbindung entweder mit einem gemauerten Kanal oder mit gewölbten Kammern, die über einander angebracht sind, Giftfänge. Durch die vordere Oeffnung nach den Giftfängen zu geht während der Dauer der Röstung ein mässi ger Luftstrom über das glühende Erz, in welchem das ausgetriebene Arsen verbrennt und wodurch die arsenige Säure in die Giftfänge übergeführt wird. Sie setzt sich an den Wänden und am Boden in Gestalt eines weißen oder grauen Pulvers an, Arsenikmehl, Giftmehl.

Dieses Giftmehl wird sodann in eisernen Gefäßen sublimirt, und dies ist die gefährlichste Operation bei der Arsen-gewinnung. Das dem

Giftmehl beigemischte reine Arsen verbindet sich nämlich mit dem Eisen dieser Gefäße; sie bekommen bald Löcher, durch welche arsenige Säure in den Feuerraum fällt, aus dem sie sich in dem ganzen Arbeitsorte verbreitet.

Die auf die beschriebene Weise sublimirte arsenige Säure kommt im Handel in Gestalt von durchscheinenden bis durchsichtigen, farblosen oder schwachgelblichen Stücken vor, von muschlichem Bruch, ohne bemerkbar kristallinisches Gefüge; es ist amorphe arsenige Säure (s. den Art. »Amorph«); sie ist geruchlos, von schwachem styptischen süßlichen Geschmack; sie ist leicht schmelzbar, flüchtiger wie Arsen und sublimirbar, ihre Dämpfe besitzen keinen Geruch.

In kaltem Wasser ist die gepulverte arsenige Säure nur schwierig löslich, sie wird davon, wie Schwefelblumen, nicht benetzt; in kochendem löst sie sich leichter als in kaltem; aus der heißen Auflösung kristallisirt sie in ziemlich regelmäßigen Octaëdern. Bei dem Uebergang der amorphen arsenigen Säure in den kristallinen Zustand aus Wasser bemerkt man keine besondere Erscheinung, vielleicht weil die Kristallbildung nur sehr langsam vor sich geht; löst man sie aber in kochender Salzsäure und lässt die Auflösung an einem dunkeln Orte erkalten, so bemerkt man in der Flüssigkeit eine starke und so lange fortdauernde Lichtentwicklung in der Form von leuchtenden Funken, bis die Kristallisation beendigt ist; die erhaltenen durchsichtigen Kristalle, auf dieselbe Weise wiederholt kristallisirt, zeigen diese Erscheinung nicht mehr, sie ist demnach abhängig von dem Uebergang der arsenigen Säure in eine neue Form. Die gewöhnliche glasartige durchsichtige arsenige Säure wird mit der Zeit, ohne ihr Gewicht zu verändern, milchweils porcellanartig; auch diese Veränderung beruht auf dem Uebergang aus dem amorphen in den kristallinen Zustand.

Die physikalischen Eigenschaften der amorphen und kristallinen arsenigen Säure weichen von einander ab; die kristallinische ist specifisch leichter, als die amorphe; 1 Th. der letzteren bedarf zu ihrer Auflösung 105 Th. Wasser von gewöhnlicher Temperatur und 10,3 Th. kochendes; 1 Th. kristallinische nur 80 Th. kalten und 9 Th. siedenden Wassers (Guibourt). Die Auflösung der amorphen Säure röthet Lackmus, die der kristallinen nicht. Durch Berührung der gepulverten amorphen Säure mit Ammoniak, von welchem sie nichts in Verbindung behält, geht sie augenblicklich in den Zustand der kristallinen über. Die aus Arsenchlorid mit Wasser gefällte arsenige Säure löst sich in 22 Th. Wasser von 80°, die Auflösung röthet Lackmus.

Wöhler hat eine arsenige Säure beschrieben, welche nicht in der gewöhnlichen Form kristallisirt war, sondern in einer andern, die sich geometrisch nicht auf das Regularoctaëder zurückführen lässt. Bei dem Abbruch eines Ofens, in welchem Kobalterze geröstet worden waren, fanden sich viele Zwischenräume des Mauerwerks mit einer Zusammensetzung von durchsichtigen, perlmutterglänzenden, sechsseitigen, biegsamen und nach der Richtung der größeren Flächen spaltbaren Tafeln von ganz reiner arseniger Säure angefüllt. Bei neuer Kristallisation lieferten diese die gewöhnliche Form. — Die arsenige Säure löst sich in verdünnten heißen Säuren in größerer Menge, wie im Wasser, und kristallisirt daraus, ohne von den Säuren zurückzubehalten. Beim Kochen mit Salpetersäure verwandelt sie sich in Arsensäure; ihre Auflösung in Säuren oder Wasser absorbirt Chlorgas in großer Menge; beim Ab-

dampfen erhält man Arsensäure, wobei Chlorwasserstoffsäure entweicht. Phosphorige und unterphosphorige Säure zerlegen die arsenige Säure in Arsen, was sich abscheidet, während sich Phosphorsäure bildet; dies geschieht, wenn die Auflösungen beider so weit abgedampft werden, dass die genannten Phosphorsäuren Phosphorwasserstoff entwickeln, wodurch es sehr wahrscheinlich wird, dass die Zersetzung auf Kosten der Bestandtheile dieses Gases vor sich geht.

Erwärmt man Jod mit arseniger Säure und Wasser, so bekommt man eine gefärbte Auflösung, aus der sich beim Abdampfen und Erkalten eine Verbindung von beiden in Gestalt silberglänzender weißer Kristalle absetzen; trocken erhitzt, geben sie Wasser, Arsenjodid, Jod und arsenige Säure.

Schwefel und Phosphor zerlegen die arsenige Säure, wenn sie damit zusammengeschmolzen werden; es entsteht schweflige Säure und Arsensulfür, oder Arsenphosphor und Phosphorsäure.

Wasserstoff, Kohle und viele Metalle entziehen bei schwacher Glühhitze der arsenigen Säure ihren Sauerstoff und reduciren sie gänzlich wie die beiden ersteren, oder unter Bildung von arsenigsauren oder arsensauren Salzen und Metallarseniden.

Mit wasserfreien alkalischen Erden oder mit kohlen-sauren fixen Alkalien zusammengelüht, zerfällt die arsenige Säure in arsensaures Salz und in Arsen, das sich sublimirt.

Die höheren Oxydationsstufen vieler Metalle (Mangansäure, Chromsäure) werden durch arsenige Säure in die niedrigsten zurückgeführt; dasselbe geschieht auf nassem Wege, wenn manche frisch niedergeschlagene Metalloxyde, z. B. Kupferoxyd, mit arseniger Säure und überschüssigem Alkali digerirt werden. Eine wässrige Auflösung von arseniger Säure wird durch Schwefelwasserstoffsäure gelb gefärbt; wird die Auflösung mit einer Säure versetzt, so entsteht ein gelber flockiger Niederschlag, die der arsenigen Säure correspondirende Schwefelverbindung.

Aus sauren Auflösungen der arsenigen Säure wird das Arsen durch Zink in Gestalt eines schwarzen Pulvers niedergeschlagen, wobei sich mit dem Wasserstoffgas Arsenwasserstoffgas entwickelt.

Die arsenige Säure geht eine Verbindung ein mit saurem weinsauren Kali. Mit salpetersauren Salzen zusammengemischt, entstehen arsensaure Verbindungen ihrer Basen. Sie ist unlöslich in Aether, etwas löslich in Alkohol, und wird von heißen fetten Oelen zu einer schwarzen pflasterartigen Masse aufgelöst.

J. L.

**Arsenigsäure Salze.** Die arsenige Säure verbindet sich mit Basen zu sauren neutralen oder basisch arsenigsauren Salzen, welche bis jetzt nur wenig untersucht sind. Diejenigen Salze, worin sich der Sauerstoff der Basis zu dem der Säure wie 2 zu 3 verhält, werden als neutrale betrachtet; die allgemeine Formel für ihre Zusammensetzung ist, wenn MO ein Atom einer Basis bedeutet, die 1 At. Sauerstoff enthält,  $2MO, As_2O_3$ . Sie löst sich in Kali- und Natronlauge in jeder Menge auf, ohne das Alkali zu neutralisiren. Die concentrirten Auflösungen zerlegen sich an der Luft durch die Einwirkung der Kohlen-säure, und man erhält daraus nach längerer Zeit sehr große und vollkommen ausgebildete Octäeder von arseniger Säure. In wässrigem Ammoniak löst sich die Säure leichter, als im Wasser; beim Verdampfen der Auflösung bleibt sie ammoniakfrei zurück.

Kalk, Baryt und Strontian lösen sich auf, wenn sie mit Wasser und überschüssiger arseniger Säure gekocht werden; aus diesen Auflösungen schlägt Kalk-, Baryt- und Strontianwasser basische Salze in Gestalt von weissen Flocken nieder. Diese Niederschläge lösen sich in Säuren und Ammoniaksalzen auf; aus diesem Grunde kann die arsenige Säure aus Flüssigkeiten, welche Ammoniaksalze enthalten, durch diese Basen nicht gefällt werden.

Die übrigen arsenigsauren Salze sind im Wasser unlöslich; sie werden durch Zersetzung eines löslichen arsenigsauren Salzes mit den Auflösungen der entsprechenden Metalloxydsalze dargestellt. Alle basischen arsenigsauren Salze sind in Säuren löslich, wenn diese mit der Basis kein unlösliches Salz bilden; manche lösen sich in überschüssiger arseniger Säure auf; arsenigsaures Eisenoxyd, Kobaltoxyd, Kupferoxyd, Nickeloxyd und Silberoxyd lösen sich leicht in Ammoniak; das Kupfersalz giebt eine farblose Auflösung, indem das Kupferoxyd sich hierbei zerlegt in Oxydul, während der abgetretene Sauerstoff einen Theil der arsenigen Säure in Arsensäure verwandelt. Die Auflösungen dieser Salze, deren Basen in Säuren oder in Wasser lösliche Schwefelmetalle bilden, verhalten sich zu Schwefelwasserstoffsäure genau wie Auflösungen von arseniger Säure (s. S. 504); bei den übrigen schlägt sich mit Arsensulfür das in Säuren unlösliche Schwefelmetall nieder, aus welchem Niederschlage ersteres durch Ammoniak ausgezogen werden kann. Die meisten arsenigsauren Salze werden durch Glühen zersetzt in Arsen, das sich sublimirt, und in ein arsen-saures Salz; bei Zusatz von Kohle allein oder von Borsäure mit Kohle ist die Zersetzung und Abscheidung des Arsens meistens vollkommen.

Bleisalze werden durch arsenigsaure Alkalien weifs niederschlagen, eben so Eisen- und Quecksilbersalze; charakteristisch ist die Farbe des arsenigsauren Silberoxyds, es besitzt eine satte gelbe Farbe und die des arsenigsauren Kupferoxyds (siehe Mineralgrün), welches zeisiggrün ist; Kobaltsalze werden pfirsichblüthroth, Nickelsalze hellgrün gefällt. Arsenigsaures Manganoxydul bildet beim Schmelzen ein dunkelrothes, sehr leicht flüssiges Glas, was durch Glühhitze nicht zerlegt wird und beim Glühen mit Kohle alles Arsen vollständig abgiebt.

J. L.

Arsenigsaure Doppelsalze s. Schweinfurter Grün und weinsteinsaure Doppelsalze.

Arsenjodid.  $As_2 J_6$ . Destillirt man ein Gemenge von 5 Th. Jod mit 1 Th. Arsen, so erhält man in der Vorlage und dem Halse der Retorte Arsenjodid in Gestalt einer orangeröthen, goldglänzenden kristallinischen Masse; sie ist leichtflüssig und wird von Wasser aufgelöst, aus welchem sie beim Abdampfen sich wieder scheidet. Ist das Jod feucht, so wird das Jodid mit arseniger Säure verunreinigt. (S. Arsenige Säure und Jod).

J. L.

Arsenperchlorid.  $As_2 Cl_{10}$ ? Diese Verbindung scheint für sich nicht dargestellt werden zu können. Destillirt man arsen-saures Kali mit Kochsalz und Schwefelsäure, so entwickelt sich Chlorgas und man erhält die niedere Chlorstufe  $As_2 Cl_6$ .

J. L.

Arsenpersulfid.  $As_2 S_5$ . Arsensulfid (Berzelius). Dies ist die der Arsensäure correspondirende Schweflungsstufe des Arsens.

Am leichtesten wird sie erhalten, wenn arsensaures Kali ( $\text{As}_2\text{O}_5, 2\text{KO}$ ) in Wasser aufgelöst und vollständig durch Hineinleiten von Schwefelwasserstoffsäure zerlegt wird; man erhält eine schwach gelbliche Flüssigkeit, die bei Zusatz einer Säure Arsenpersulfid fallen lässt, indem die Schwefelbasis unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff zerlegt wird. Durch Zersetzung von Arsensäure mit Schwefelwasserstoff erhält man diese Verbindung ebenfalls, obwohl ungleich langsamer. Der Niederschlag ist dem Arsenulfid in der Farbe und Beschaffenheit so ähnlich, dass beide durch das Auge kaum von einander unterschieden werden können; er besitzt übrigens gewöhnlich eine etwas hellere Farbe. Im trocknen Zustande stellt es ein hochgelbes Pulver dar, welches schwieriger als Schwefel schmilzt, und dabei dunkler und röthlich wird; für sich erhitzt, sublimirt es ohne Veränderung zu einer zähen, rothbraunen, nicht kristallinischen Masse; erkaltet ist sie durchsichtig und gelbroth. Mit Alkohol gekocht, entzieht ihm dieser Schwefel, und es bleibt eine niedrigere Schweflungsstufe zurück; frisch niedergeschlagen, röthet es Lackmus, löst sich mit großer Leichtigkeit in Alkalien und kaustischem concentrirten Ammoniak; durch verdünntes Ammoniak wird es in Schwefel und in die niedrigere Schweflungsstufe zersetzt. Es zerlegt die Wasserstoffsulfidsalze unter Austreibung von Schwefelwasserstoff; eben so leicht zerlegt es die kohlen-sauren kochenden Alkalien. Es verbindet sich mit Schwefelbasen zu den Arsenpersulfidsalzen (Berzelius).

Wenn eine Auflösung von neutralem Arsenpersulfid-Natrium oder Kalium mit Alkohol vermischt und die filtrirte kochende Flüssigkeit bis auf zwei Drittel abgedampft wird, so scheiden sich aus derselben glänzende Kristallgruppen ab, welche gegen 1 At. Arsen 9 At. Schwefel enthalten, ohne Zweifel Verbindungen von Schwefel mit Arsenpersulfidsalzen.  
J. L.

**Arsenpersulfidsalze** (*Sulfarseniati* Berzelius). Alle arsensauren Salze, mit den Schweflungsstufen der Alkalimetalle in Berührung, werden davon zersetzt in Arsenpersulfidsalze. Diese Zerlegung erfolgt auf eine ähnliche Art, wie die der arsenigsauren Salze unter denselben Umständen (s. Arsenulfidsalze). Die Verbindungen des Arsenpersulfids mit alkalischen Schwefelmetallen sind im wasserfreien Zustande gelb; mit chemisch gebundenem Wasser sind sie farblos oder gelblich; sie besitzen einen schwefelartigen, ekelhaft bitteren Geschmack. Durch Säuren werden sie zersetzt unter Fällung von Arsenpersulfid; alle Salze der Radikale der Alkalien, alkalischen Erden, Beryllerde und Yttererde sind, so wie einige der schweren Metalle, löslich. Die neutralen lassen sich nicht kristallisiren, die basischen nehmen leichter regelmäßige Form an. Die neutralen zerlegen sich beim Glühen in Schwefel und ein Arsenulfidsalz, die basischen werden nicht verändert. Die Auflösungen verändern sich an der Luft; durch Absorption von Sauerstoff entsteht unterschwelliges und arsenigsaures Salz, was in Auflösung bleibt; es schlägt sich Arsenpersulfid und Schwefel nieder.

Diese Salze existiren in den verschiedensten Sättigungsgraden; diejenigen, worin der Schwefel der Basis sich zu dem des Arsenpersulfids verhält, wie 2 zu 5, werden als die neutralen betrachtet (Berzelius).

Alle Oxydationsstufen des Arsens verwandeln sich bei Digestion

mit den höheren Schweflungsstufen der löslichen Alkalimetalle, in Arsenpersulfidsalze (s. Arsensulfidsalze), die sich leicht und vollständig lösen.

J. L.

**Arsensäure.**  $As_2O_5$ . (*Acidum arsenicum*.) Die höchste Oxydationsstufe des Arsens; sie wird erhalten, wenn man 1 Th. arsenige Säure in einer Mischung von 10 Th. Salpetersäure und 1 Th. Chlorwasserstoffsäure in der Wärme auflöst, die Auflösung gelinde abdampft, in einem Platingefäße zur Trockne bringt, und zuletzt zur Entfernung der fremden Säuren zum schwachen Glühen erhitzt. Sehr rein erhält man sie auch durch Zerlegung von arsensaurem Baryt mit verdünnter Schwefelsäure, wobei man nach Absonderung des schwefelsauren Baryts auf dieselbe Weise verfährt.

Man erhält die Arsensäure auf diese Weise in Gestalt eines durchsichtigen oder milchweißen Glases, welches leicht schmelzbar und in starker Glühhitze in arsenige Säure und Sauerstoff zersetzbar ist.

An der Luft zerfließt sie zu einer sehr sauren, scharf metallisch schmeckenden, Lackmus stark röthenden, syrupähnlichen Flüssigkeit, in welcher sich bei starker Kälte große, durchsichtige, leicht zerfließliche Kristalle von kristallisirtem Arsensäurehydrat bilden; sie entstehen häufig beim langsamen Zerfließen der wasserfreien an feuchter Luft. Ist der Arsensäure arsenige Säure beigemischt, so bleibt diese bei der Auflösung im Wasser zum großen Theil zurück. Sie löst Eisen und Zink mit Entwicklung von reinem Wasserstoffgas auf; die Auflösung des Zinks erstarrt nach und nach, so wie die Flüssigkeit neutral wird, zu einer gelatinösen, durchsichtigen Masse; bei Gegenwart von Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure zerlegen die genannten Metalle die Arsensäure, es scheidet sich Arsen ab, und mit dem freiwerdenden Wasserstoffgase entwickelt sich Arsenwasserstoff.

Schwefelwasserstoffsäure zerlegt die wässrige Arsensäure in der Kälte sehr langsam, bei Gegenwart einer fremden Säure und in der Wärme schneller; die Flüssigkeit wird anfänglich gelb und bleibt klar und durchsichtig, nach einigen Stunden setzt sich Arsensulfid ( $As_2S_5$ ) ab; enthält sie arsenige Säure, so entsteht sogleich ein gelber Niederschlag von Arsensulfür ( $As_2S_3$ ). Mit Ammoniumsulfür oder Ammoniumsulfid (geschwefeltes Schwefelammonium) im Ueberschuss vermischt, giebt die Säure keinen Niederschlag, indem das entstehende Arsensulfid von dem freien Ammoniak oder dem überschüssigen Ammoniumsulfür in Auflösung erhalten wird; wird aber eine Säure zugesetzt, so wird alles Arsensulfid gefällt.

Die Arsensäure verhält sich gegen brennbare Körper, gegen Metalle und überhaupt gegen alle reducirenden Verbindungen, wie die arsenige Säure; sie wird davon entweder gänzlich oder nur theilweise ihres Sauerstoffs beraubt und Arsen abgeschieden, oder in arsenige Säure verwandelt; ihre Auflösung, mit Zucker oder anderen organischen Materien vermischt, färbt sich mehr oder weniger dunkelroth. Wovon diese Farbe herrührt, ist unbekannt.

J. L.

**Arsensäure, antimonig- und antimonsaure.** Wenn ein arsen- und antimonhaltiger Körper mit Salpetersäure oxydirt wird, so entsteht eine Verbindung von Arsensäure mit antimoniger Säure, die sich theilweise in der Salpetersäure löst und daraus, durch Zusatz von Wasser, in Gestalt eines weißen Pulvers gefällt werden kann; der

größte Theil davon ist in dem Rückstande enthalten. Nach dem Glühen ist diese Verbindung durchaus unlöslich in Salpetersäure, in beiden Fällen löst sie sich aber in Salzsäure. Wird die salzsaure Auflösung abgedampft bis zur Trockne, so zieht Wasser Arsensäure und wenig antimonige Säure daraus aus. Kaustische Alkalien zerlegen beim Schmelzen diese Verbindung in arsensaures und antimonigsäures Alkali; mit Wasser übergossen, lösen sich diese Verbindungen auf, und Salpetersäure fällt alsdann aus der Auflösung eine Verbindung, welche weniger Arsensäure enthält. Löst man letztere in concentrirter Salzsäure auf und setzt Wasser zu, so schlägt sich beinahe reine antimonige Säure nieder (Berthier).

J. L.

## Arsensaure Salze.

Zusammensetzung der bekanntesten arsensauren Salze.

Formel	Atomgewicht	Säure	Base	Wasser
a. Mit 3 Atomen Basis.				
$As_2O_5, 3AgO$ . . . . .	5794,90	24,85	75,15	
$As_2O_5, 3BaO$ . . . . .	4310,72	33,41	66,59	
$As_2O_5, 3CaO$ . . . . .	2508,14	57,42	42,58	
$As_2O_5, 3K_2O$ . . . . .	3209,83	44,86	55,14	
$As_2O_5, 3NaO$ . . . . .	2612,77	55,12	44,88	
$As_2O_5, 3NaO, 24aq.$ . . . . .	5312,27	27,11	22,07	50,82
$As_2O_5, 2NaO, H_2O + 24aq. (?)$	5033,85	28,61	{NaO 15,53 H <sub>2</sub> O 2,24	53,62
$As_2O_5, 3PbO$ . . . . .	5623,58	25,61	74,39	
b. Mit 2 Atomen Basis.				
$As_2O_5, 2N_2H_6 + 3aq.$ . . . . .	2206,47	65,26	19,44	15,30
$As_2O_5, 2BaO$ . . . . .	3353,84	42,94	57,06	
$As_2O_5, 2CaO$ . . . . .	2152,12	66,91	33,09	
$As_2O_5, 2KO$ . . . . .	2619,92	54,97	45,03	
$As_2O_5, 2NaO + 16aq.$ . . . . .	4021,55	35,81	49,44	44,75
$As_2O_5, 2PbO$ . . . . .	4229,08	34,05	65,95	
c. Mit 1 Atom Basis.				
$As_2O_5, N_2H_6 + 3aq.$ . . . . .	1991,99	72,29	10,77	16,94
$As_2O_5, BaO$ . . . . .	2396,96	60,08	39,92	
$As_2O_5, CaO$ . . . . .	1796,10	80,18	19,82	
$As_2O_5, KO$ . . . . .	2030,00	70,94	29,06	
$As_2O_5, NaO, 4aq.$ . . . . .	2280,90	63,14	17,14	19,72

Die Arsensäure bildet mit den Basen drei Reihen von Salzen, wovon viele in ihrer Zusammensetzung den phosphorsauren Salzen sehr ähnlich sind. Die erste Reihe enthält 3 Atome fixer Basis auf 1 At. Arsensäure; man ist gewohnt, diese basische arsensaure Salze zu nennen. Zu dieser Reihe ist das arsensaure Natron zu rechnen, in welchem 1 Atom fixer Basis vertreten ist durch 1 At. Halhydratwasser (basisches Wasser), obwohl es, seinem Gehalt an fixer Basis nach, zu den Salzen der zweiten Reihe gezählt werden müsste. In der zweiten Reihe sind mit 1 At. Arsensäure 2 At. fixer Basis und in der dritten 1 At. fixer Basis verbunden; die Salze der zweiten Reihe heißen die neutralen, die der dritten die sauren arsensauren Salze. Die auflöselichen Salze der ersten und zweiten Reihe reagieren alkalisch, die der dritten sauer. Wird ein lösliches Salz der ersten Reihe mit einem andern Metallsalz vermischt, so entsteht ein Niederschlag von der Zusammensetzung des löslichen arsensauren Salzes; die Flüssigkeit ist nach der

Zersetzung neutral. Lösliche arsensaure Salze der zweiten Reihe zerlegen sich mit anderen Metallsalzen, indem sich entsprechende unlösliche arsensaure Verbindungen bilden; ist die Flüssigkeit nach der Zersetzung sauer, so ist das entstandene unlösliche Salz ein Salz der ersten Reihe.

Eine gleiche Kristallform mit phosphorsauren Salzen besitzen alle arsensauren Salze, deren Zusammensetzung den entsprechenden phosphorsauren ähnlich ist. Bei mehreren arsensauren Salzen ist die gleiche Zusammensetzung übrigens durch den Versuch noch nicht nachgewiesen.

Alle in Salpetersäure löslichen arsensauren Salze geben mit basisch essigsaurem Bleioxyd einen weißen Niederschlag ( $\text{As}_2\text{O}_5, 3\text{PbO}$ ), welcher, auf der Kohle vor dem Löthrohr geglüht, schmilzt und unter heftiger Entwicklung von Arsen reducirt wird. Dieses Verhalten wird als Erkennungsmittel der arsensauren Salze benutzt.

Mit Kohle oder Wasserstoffgas für sich oder gemengt mit Borsäure geglüht, geben alle arsensauren Salze sublimirbares Arsen.

Kali und Natron bilden mit der Arsensäure auflösliche Verbindungen, die entweder direct oder durch Zusammenschmelzen der entsprechenden salpetersauren Salze mit ihrem halben Gewicht arseniger Säure dargestellt werden.

Die gegen Pflanzenfarben neutralen Auflösungen von arsensaurem Kali und Ammoniak geben bei der Kristallisation arsensaure Salze der dritten, eine solche Lösung von arsensaurem Natron hingegen giebt ein Salz der ersten Reihe; die Mutterlange reagirt in dem ersteren Falle alkalisch, in dem andern sauer. Die arsensauren Salze der ersten und zweiten Reihe von Baryt, Kalk, Magnesia und Strontian sind unlöslich in Wasser, aber löslich in Ammoniaksalzen; die der dritten Reihe leicht löslich. Arsensaure Bittererde bildet mit Ammoniak ein Doppelsalz, ähnlich dem phosphorsauren Bittererde-Ammoniak ( $2\text{MgO}, \text{H}_6\text{N}_2, \text{As}_2\text{O}_5, 14\text{aq.}$ ). Arsensaurer Kalk mit Kristallwasser ( $2\text{CaO}, \text{As}_2\text{O}_5, 6\text{aq.}$ ) ist der natürlich vorkommende Pharmacolith; der Pikropharmacolith ist ein Doppelsalz, welches Kalk, Bittererde und Wasser enthält.

Lösliche arsensaure Salze schlagen Chromoxydsalze grün, Kupferoxydsalze grünblau, Kobaltoxydsalze rosenroth, Nickeloxydsalze grün, Platinsalze hellbraun, Quecksilberoxydsalze gelb, Quecksilberoxydulsalze gelblichweiss, Rhodiumsalze gelbweiss, Silberoxydsalze braunroth (die Farbe dieses Silbersalzes ist für die Arsensäure charakteristisch), Uranoxydsalze hellgelb nieder. Alle übrigen Metallsalze werden davon weiss gefällt.

Arsensaures Eisenoxyd, Kobaltoxyd, Kupferoxyd, Nickeloxyd, Silberoxyd sind in Ammoniak löslich. J. L.

Arsen, Scheidung vom Antimon. Eine Legirung beider Körper wird durch Weissglühhitze bei Ausschluss der Luft zerlegt, indem sich das Arsen verflüchtigt; bei einer weit niedrigeren Temperatur geschieht dies, wenn die Legirung in einem Strome trocknen Wasserstoffgases geglüht wird. Das, was die Legirung am Gewichte verliert, ist Arsen, und was zurückbleibt, Antimon. Hierbei ist zu beachten, dass bei zu starker Hitze eine Verflüchtigung von Antimon nicht vermieden werden kann.

Wenn beide Körper in Auflösung vorhanden sind, werden sie aus

derselben durch einen Strom Schwefelwasserstoffgas niedergeschlagen. Der Niederschlag wird ausgewaschen, gewogen, durch Königswasser oxydirt und der Schwefel durch Fällung der entstandenen Schwefelsäure mittelst Chlorbarium bestimmt. Eine andere Portion des getrockneten Schwefelniederschlags wird, wie die Legirung, in einem Strome Wasserstoffgas geglüht; es sublimirt in diesem Falle Schwefel, Arsensulfid, und es bleibt Antimon zurück, dessen Gewicht bestimmt wird.

Bei qualitativen Untersuchungen löst man den Schwefelniederschlag in Kalilauge auf, setzt der kochenden Flüssigkeit so lange eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd hinzu, bis ein Tropfen davon durch Essigsäure nicht mehr gelb gefällt wird; man filtrirt das Schwefelsilber von dem Niederschlage ab, und versetzt die kalte Auflösung mit Salmiak, wodurch die Oxydationsstufen des Antimons gefällt werden, während die des Arsens in dem frei gewordenen Ammoniak aufgelöst bleiben. Man kann auch den Schwefelniederschlag durch Schmelzen mit Salpetersäure vollständig oxydiren und aus der geschmolzenen Masse, durch kohlen-saure Ammoniaklösung, die arsensaure Verbindung ausziehen, oder wie in dem Artikel »Arsensäure, antimonige Säure« angeführt, ver-fahren (H. Rose).

J. L.

Arsensilber (*Argent antimonial ferro-argentifere*) ist ein mehr oder weniger inniges Gemenge aus Antimonsilber mit gedie-genem Arsen oder Arsenkies, und findet sich zu St. Andreasberg am Harze.

J. L.

Arsensulfid.  $As_2S_3$ . (Gelbes Schwefelarsen; Rausch-gelb; Auripigment; Arseniges Sulfid (Berzelius); Oper-ment.) Auf nassem Wege erhält man diese Verbindung am reinsten; sie bildet sich stets durch Zerlegung von Arsenchlorid oder von arse-niger Säure mit Schwefelwasserstoff, in letzterem Falle bei Gegenwart einer starken Mineralsäure. Beim Zusammenbringen einer wässerigen Auflösung von arseniger Säure mit Schwefelwasserstoff wird die Flüs-sigkeit gelb, ohne dass sich ein Niederschlag bildet, so dass die nicht zersetzte arsenige Säure die Abscheidung von der Flüssigkeit zu verhin-dern scheint; bei Zusatz einer Mineralsäure, namentlich Salzsäure, scheidet sich aber das Arsensulfid sogleich oder beim gelinden Erwärmen ab. Der Niederschlag von Arsensulfid besitzt eine schöne citrongelbe Farbe, wird beim Erhitzen dunkler bis braunroth, schmilzt leicht und ist in hö-herer Temperatur leicht verdampfbar.

Er löst sich in Ammoniak und kaustischen Alkalien in der Kälte, in kohlen-sauren in der Wärme, so wie in kochender concentrirter Salz-säure unter Zersetzung auf. Alle oxydirenden Substanzen verwandeln dieses Sulfid, so wie alle anderen Schwefelverbindungen des Arsens, in höhere oder niedere Oxydationsstufen seiner Elemente. Saures schwe-felsaures Kali, damit zusammengeschmolzen, löst es unter Aufbrausen auf, es entwickelt sich schweflige Säure und es bleibt arsenigsaures Kali, gemengt mit schwefelsaurem. Es verbindet sich mit anderen Schwefel-metallen zu Arsensulfidsalzen.

Leitet man seine Dämpfe über glühendes Eisen, Silber und andere Metalle, so ertziehen ihm diese den Schwefel, und Arsen wird abge-schieden; sind die reducirenden Metalle im Ueberschuss zugegen, so ver-bindet sich das freiwerdende Arsen damit zu einem Arsenide.

J. L.

**Arsensulfid, Verhalten zu alkalischen Metall-oxiden.** Arsensulfid löst sich mit Leichtigkeit in Kalilauge, Natronlauge und Ammoniak, und zwar unter Zersetzung, auf; die Veränderung, welche es hierbei erleidet, ist ganz dieselbe, welche das Antimonsulfür unter gleichen Umständen erfährt; das Arsen des Sulfids oxydirt sich auf Kosten des Sauerstoffs des Alkali's zu arseniger Säure, während sein Schwefel mit dem Alkalimetall in Verbindung tritt. Letzteres vereinigt sich mit überschüssigem Arsensulfid zu einem Schwefelsalz; nie entsteht hierbei eine Oxydationsstufe des Schwefels.

5 At. Kali (5 KO) z. B. zerlegen sich mit 1 At. Arsensulfid ( $As_2S_3$ ) zu 1 At. arsenigsaurem Kali ( $As_2O_3, 2KO$ ) und 3 At. Schwefelkalium (3 KS); letzteres löst in der Kälte doppelt so viel Arsensulfid auf, als das neutrale Schwefelsalz enthält, demnach 3 Atome ( $As_2S_3$ ).

Wenn diese Auflösung mit einer Säure versetzt wird, so werden die 3 Atome Schwefelkalium zerlegt in Kali, was sich mit der Säure verbindet, und in 3 At. Schwefelwasserstoff, welcher genau hinreicht, um die in der Flüssigkeit befindliche arsenige Säure (1 Atom) in Sulfid und Wasser zu reduciren, so dass also Arsensulfid, sowohl das mit dem Schwefelkalium verbundene, als das neu gebildete, niederfällt, ohne dass sich Schwefelwasserstoff entwickelt.

Schmilzt man Arsensulfid mit kohlen-saurem Kali und Natron zusammen, so ist die Zersetzung vollkommen dieselbe, wie bei Anwendung von Kalilauge; die geschmolzene Masse enthält also, neben arsenigsaurem Alkali, eine Verbindung von Arsensulfid mit alkalischem Schwefel-metall.

Ähnlich verhält sich Kalk und Baryt gegen Arsensulfid. Leitet man die Dämpfe von Arsensulfid über glühenden Kalk, so wird kein arsenigsaures Salz, sondern arsen-saurer Kalk unter Abscheidung von Arsen gebildet. Der Rückstand enthält Arsensulfid in Verbindung mit Schwefelcalcium.

Wenn über ein Gemenge von Kohle mit kohlen-saurem Alkali (schwarzer Fluss) oder Kohle mit Kalk bei Rothglühhitze die Dämpfe von Arsensulfid geleitet werden, so bleibt in der erkalteten Masse keine Oxydationsstufe des Arsens zurück; es ist in diesem Falle die Kohle, die sich mit dem Sauerstoff des Alkali's vereinigt, und das freiwerdende Alkalimetall zerlegt einen Theil des Arsensulfids, indem es ihm allen Schwefel entzieht, wodurch auf der andern Seite alles Arsen frei wird, was ohne die Kohle sich oxydirt haben würde;  $\frac{1}{4}$  des Arsensulfids bleibt mit der gebildeten Schwefelbase in Verbindung, und  $\frac{3}{4}$  Arsen erhält man als Sublimat. Ganz auf dieselbe Weise verhalten sich diese Gemenge, wenn sie in einem Strome Wasserstoffgas geglüht werden.

Kocht man Arsensulfid mit einem löslichen kohlen-sauren Alkali, so erhält man nach dem Filtriren der concentrirten Lösung eine wasserklare Flüssigkeit, die nach einiger Zeit eine Menge eines kerne-sbraunen Pulvers absetzt. Dieses Pulver ist eine Verbindung von Arsensulfür mit Schwefelkalium, und in der Auflösung bleibt Arsenpersulfidkalium. Das Arsensulfid wird also unter diesen Umständen gerade so zersetzt, wie bei Behandlung seiner neutralen löslichen Verbindungen mit Wasser (s. Arsensulfidsalze).

Erhitzt man eine Auflösung von Arsensulfid in Kalilauge mit Silber-

Blei- und anderen Metalloxyden, so werden diese Metalle in Schwefelmetalle verwandelt, während alles Arsen des Arsensulfids als Arsen- oder arsenige Säure in der Auflösung bleibt. Dasselbe findet Statt, wenn der kochenden alkalischen Auflösung des Arsensulfids Bleisalze, Silber- und andere Metallsalze zugesetzt werden mit der Vorsicht, dass die Flüssigkeit stets alkalisch bleibt. J. L.

Arsensulfidsalze (*Sulfarseniata* Berzelius). Mit diesem Namen bezeichnet man die Verbindungen des Arsensulfids mit Schwefelbasen. Diese Klasse von Salzen ist zuerst von Berzelius entdeckt und untersucht worden.

Das Arsensulfid vereinigt sich mit andern Schwefelbasen in mannichfaltigen Verhältnissen; in den gewöhnlichsten Verbindungsstufen verhält sich der Schwefel der Schwefelbasis zu dem des Arsensulfids, wie 1, 2, 3 : 3. Die Verbindungen, worin sich der Schwefel der Basis zu dem der Säure wie 2 : 3 verhält, werden als neutrale Salze angesehen.

Die neutralen Verbindungen des Arsensulfids mit Schwefelkalium (Kaliumsulfid) und Schwefelnatrium erhält man durch Glühen der entsprechenden Arsenpersulfidsalze. Wird z. B. neutrales Arsenpersulfidkalium ( $As_2S_5, 2KS$ ) geschmolzen, so verliert es 2 Atome Schwefel und es bleibt neutrales Arsensulfidkalium. Löst man Arsensulfid auf in Wasserstoffsulfidkalium ( $H_2S, KS$ ), so wird das Wasserstoffsulfid (Schwefelwasserstoff) ausgetrieben, und es entsteht saures Arsensulfidkalium ( $As_2S_3, KS$ ). Dieselbe Verbindung entsteht, wenn Arsensulfid in Alkalihydraten aufgelöst oder mit kohlen-sauren Alkalien geschmolzen wird; in letzterem Falle ist die Verbindung gemengt mit arsenig-sauren Salzen.

Die neutralen Arsensulfid-Alkalimetalle werden durch Wasser zersetzt; vollständiger geschieht dies beim Abdampfen. 3 At. Arsensulfid ( $As_6S_9 = 3As_2S_3$ ) zerlegen sich in 2 At. Arsensulfür ( $As_2S_2$ ) und 1 At. Arsenpersulfid ( $As_2S_5$ ). Das Arsensulfür schlägt sich nieder in Verbindung mit 1 At. Schwefelbasis als kermesbraunes Pulver, während ein basisches Arsenpersulfidsalz gelöst bleibt.

Die löslichen Verbindungen der arsenigen Säure geben mit Ammoniak neutralisirt, wenn sie Ueberschuss von Säure enthalten und mit den Schwefelverbindungen der Alkalimetalle in Ueberschuss versetzt und digerirt, eine Flüssigkeit, welche freies Alkali und ein Arsensulfidsalz enthält. Auf dieselbe Weise verhalten sich alle unlöslichen Salze der arsenigen Säure. Aus 1 At. arseniger Säure und 4 At. der niedrigsten Schweflungsstufe des Kaliums entsteht 1 At. saures Arsensulfidkalium und 3 At. Kali ( $As_2O_3 + 4KS = As_2S_3, KS + 3KO$ ). Wird eine höhere Schweflungsstufe des Alkalimetalls genommen, so bleibt in der Auflösung die höhere Schweflungsstufe des Arsens. Bei Anwendung von Wasserstoffsulfid Alkalimetallen bleibt in der Auflösung kein freies Alkali. 1 At.  $As_2O_3 + 3(KS, H_2S)$  giebt  $As_2S_3, 3KS + 3H_2O$ . J. L.

Arsensulfür.  $As_2S_2$ . (Rothes Schwefelarsen; Realgar; Sandarach; Rubin-schwefel.) Die niedrigste Schweflungsstufe des Arsens; sie findet sich in der Natur. Kann durch Zusammenschmelzen von Arsensulfid, oder von Schwefel mit Arsen, oder von Schwefel mit überschüssiger arseniger Säure dargestellt werden. Die reinen Materialien ist das geschmolzene Product rubinroth und durchsichtig, das im Handel vorkommende ist braunroth und undurchsichtig;

es wird auf Hüttenwerken im Großen durch Destillation des Arsenkieses (Eisenarsenids) mit Schwefelkies (Eisenpersulfid) erhalten. Mit Schwefel schmilzt es in jedem Verhältniss zusammen; bei Destillation geht ein schwefelreicheres Product zuerst über, zu Ende derselben erhält man diese Verbindung immer rein. Gepulvert ist es gelb, in der Wärme dunkler werdend. Verbrennt an der Luft, indem sich schwellige und arsenige Säure bildet; mit Salpetersäure erhitzt, entsteht Arsensäure unter Abscheidung des Schwefels; concentrirte Schwefelsäure bildet damit schwellige und arsenige Säure. Verbindet sich mit anderen Schwefelmetallen zu eigenen, in Wasser meistens schwerlöslichen Schwefelsalzen; in diesen Verbindungen verhält sich gewöhnlich der Schwefelgehalt der Schwefelbase zu dem des Arsensulfürs wie 1 : 2.

Digerirt man feingepulvertes Arsensulfür mit kaustischer Kalilauge, so bleibt ein braunes Pulver, welches auf 12 At. Arsen 1 At. Schwefel enthält =  $As_{12}S$ . Ein Gemenge dieses Arsensulfürs mit Salpeter brennt angezündet fort mit blendendweißer Flamme (s. Weisfeuer, indianisches).  
J. L.

**Arsenwasserstoff.**  $As_2H_6$  und  $As_2H_4$ . Arsen bildet mit Wasserstoff zwei Verbindungen, von denen die eine gasförmig, die andere fest und pulverförmig ist.

**Gasförmiger Arsenwasserstoff.** Man erhält diese Verbindung rein, wenn Zinkarsenür (Arsenzink) in Schwefelsäure aufgelöst wird, die mit ihrem dreifachen Gewicht Wasser verdünnt ist; es kann über ausgekochtem Wasser aufgefangen werden. Das Gas ist brennbar, leicht entzündlich, besitzt einen höchst unangenehmen eigenthümlichen Geruch, und wird bei starkem Druck und niederer Temperatur (bei  $-40^\circ$ ) tropfbarflüssig; es ist, eingeathmet, in hohem Grade giftig; sein specif. Gewicht ist 2,695 (Dumas).

Leitet man das Gas durch eine nicht zu weite Glasröhre, welche an irgend einer Stelle zum schwachen Glühen erhitzt wird, wozu die Flamme einer Weingeistlampe hinreicht, so zerlegt sich das Gas in Wasserstoffgas und in Arsen, welches sich außerhalb des glühenden Theils als schwarzer, metallisch glänzender Ring absetzt. Die Zersetzung ist vollkommen; 2 Vol. Arsenwasserstoffgas geben hierbei 3 Vol. Wasserstoffgas. Die gelbliche Flamme des gewöhnlichen Wasserstoffgases wird bei der geringsten Einmischung von Arsenwasserstoff bläulich.

Leitet man die Flamme von brennendem Arsenwasserstoff auf einen glatten kalten Körper, eine Porcellan-, Glasfläche etc., so verbrennt der Wasserstoff und das Arsen setzt sich auf den Gegenstand ab und überzieht die Oberfläche desselben mit einem dicken, schwarz metallisch glänzenden Anflug, welcher in Salpetersäure und Schwefelammonium leicht löslich ist.

Dasselbe findet Statt bei gewöhnlichem Wasserstoffgase, wenn ihm auch nur eine Spur Arsenwasserstoff beigemischt ist.

Alles Wasserstoffgas ist gemischt mit mehr oder weniger Arsenwasserstoffgas, wenn es sich aus einer Flüssigkeit entwickelt, welche die kleinsten Mengen arseniger Säure enthält. Wenn also arsenhaltiges Zinn oder Zink in reiner Salzsäure gelöst und das sich entwickelnde Gas durch eine an einer Stelle glühende Glasröhre, oder die Flamme des brennenden Gases auf eine kalte Porcellanfläche geleitet wird, so giebt der schwarz metallische Anflug sogleich die Beimischung von Ar-

sen zu erkennen. Dasselbe findet Statt, wenn arsenhaltige Salzsäure mit reinem Zink zusammengebracht wird. Bei Prüfungen dieser Art, wo Eisen oder Zinn oder andere Metalle zur Entwicklung des Wasserstoffgases angewandt werden, muss das Gas vorher durch eine 12 Zoll lange, mit lockerer Baumwolle angefüllte Glasröhre geleitet werden, um die durch die Heftigkeit der Gasentwicklung mit fortgerissenen Tröpfchen der Flüssigkeit zurückzuhalten; im entgegengesetzten Falle erhält man stets schwarze Anflüge von metallischem Eisen, Zinn etc., die an ihrem Verhalten zu Salpetersäure und Schwefelammonium übrigens leicht erkannt werden können.

Körper, die zum Wasserstoff größere Verwandtschaft haben, zerlegen das Arsenwasserstoff augenblicklich, indem sie sich mit dem Wasserstoff verbinden, wobei Arsen abgeschieden wird. Bei Ueberschuss des zersetzenden Körpers verbindet sich dieser mit dem freigewordenen Arsen. Auf diese Weise verhalten sich Chlor, Jod und Brom, ferner Phosphor und Schwefel; die letzteren, wenn sie zum Schmelzen erhitzt werden. Salpetersäure, Schwefelsäure, luftpaltendes Wasser etc. zerlegen das Gas durch Oxydation des Wasserstoffs.

Viele Chloride in wässriger Auflösung verhalten sich gegen Arsenwasserstoff, wie Chlor für sich allein. Aus Quecksilberchloridlösung (Sublimat) fällt das Gas Chlorür oder ein Gemenge von Metall und Arsen; die kleinste Spur davon bringt einen Niederschlag hervor, der im ersteren Falle weiß, im anderen braun oder schwarz ist. Auch dieses Mittel wird benutzt, um in Gasen Einmischungen von Arsenwasserstoffgas zu entdecken.

Aus den Salzen der sogenannten edlen Metalle fällt das Arsenwasserstoff das Metall regulinisch, indem sich der Sauerstoff der Oxyde mit seinen Bestandtheilen verbindet. Manganoxydul-, Zinnoxidul- und Eisenoxydulsalze werden davon kaum verändert; aus den meisten übrigen Metallsalzen schlägt der Arsenwasserstoff Arsenide dieser Metalle nieder, indem sein Wasserstoff das Oxyd zu Metall reducirt, welches mit dem Arsen in Verbindung tritt.

Kupferoxydauflösungen absorbiren das Gas unter Zersetzung vollkommen; dieses Mittel dient, um seine Reinheit, d. h. Einmischungen fremder Gase, die nicht davon absorbirt werden, zu entdecken.

Wasser löst  $\frac{1}{5}$  seines Volums Arsenwasserstoff; es ist in Aether und Weingeist wenig, in Terpentinöl und fetten Oelen in größerer Menge löslich.

Arsenwasserstoff, fester (Wasserstoffarsenik).  $As_2 H_3$ . Bei der Auflösung von Kalium- und Natrium-Arsenür in Wasser erhielten Gay-Lussac und Thénard weniger Wasserstoffgas, als das Kalium für sich entwickelt haben würde; es schied sich dabei ein braunes Pulver ab, was diesen Wasserstoff enthielt. Dies ist bis jetzt der einzige Weg, diese Verbindung darzustellen. Durch Glühen wird er zersetzt in Wasserstoff und Arsen. J. L.

Arthanitin (besser Cyclamin). Ein Stoff in den Wurzeln von *Cyclamen europaeum* (die früher den officinellen Namen *Rad. Arthanitae* führten) und in geringer Menge auch in denen von *Primula veris*, *Anagallis arvensis* und *Limosella aquatica*, von Saladin aufgefunden (*Journ. de chim. méd.*, T. VI., p. 417), später auch von Buchner jun. und Herberger (*Buchn. Rep.*, Bd. 37. S. 36.) dargestellt. Nach Letz-

teren erhält man es, wenn man die frischen Wurzeln vom Cyclamen mit kaltem Weingeist auszieht, den Auszug in gelinder Wärme abdampft, den Rückstand erst mit Aether (zur Fortschaffung von Wachs) und dann mit kaltem Wasser (zur Befreiung von einem bitteren Extractivstoff) wäscht, hierauf in warmem Alkohol löst, die Lösung mit gereinigter Thierkohle schüttelt und bei sehr gelinder Wärme abdunsten lässt. Was anschießt ist Arthanitin.

So dargestellt, bildet es zarte weiße Nadeln, die geruchlos sind, äußerst scharf und brennend (nicht bitter) schmecken, äußerlich auf die Haut nicht wirken, innerlich in der Dosis von einigen Granen aber Brechen und Stuhlausleerungen erregen. Es reagirt weder sauer noch alkalisch, ist nicht sublimirbar, sondern zersetzt sich in der Hitze. Unlöslich in Aether und in fetten und ätherischen Oelen, leicht löslich dagegen in Alkohol. Vom kalten Wasser erfordert es 500 Th. zur Lösung; Säuren begünstigen diese Lösung, ohne es zu sättigen. Salpetersäure verwandelt es in Oxalsäure. Concentrirte Schwefelsäure zersetzt und färbt es, kalt oder wenigstens in gelinder Wärme, sehr lebhaft violettroth, in größerer Hitze es verkohlend. Durch Sieden seiner Lösungen in Wasser oder Alkohol verliert es seine Schärfe und seine Löslichkeit in Alkohol. Diese Zersetzbarkeit ist Ursache der geringen Wirksamkeit und des milden Geschmacks der trocknen Wurzeln vom Cyclamen. P.

#### Asa dulcis s. Benzoë.

Asa foetida. (*Gummi Asae foetidae*, Stinkender Asand, Teufelsdreck). Aus der querdurchgeschnittenen Wurzel der in Persien in den Provinzen Chorassan und Laer wachsenden *Ferula Asa foetida* L. (*Umbelliferae*) fließt ein Milchsaft aus, welcher eingetrocknet die Asa foetida der Officinen giebt. Die beste Sorte besteht aus einem Aggregate von weißen, an der Luft röthlich werdenden Körnern (*Asa foetida in granis*) die schlechtere aus einer braunrothen mit Unreinigkeiten vermengten Masse (*Asa foetida in massis*) von durchdringendem Knoblauchgeruche und scharfem bitterm Knoblauchgeschmacke. Brandes fand in 100 Theilen: Aetherisches Oel 4,6 (von welchem der Geruch abhängig ist und welches nach Zeise Schwefel enthält), Harz 48,8 (bis auf 1,6 in Aether löslich) Gummi mit Spuren von äpfelsauren, essigsäuren, schwefelsauren und phosphorsauren Kali- und Kalksalzen 19,4; Bassorin 6,4, schwefelsaures Kali 6,2, äpfelsauren Kalk 0,4, kohlensauren Kalk 3,5, Eisenoxyd und Thonerde 0,4, Sand und Unreinigkeiten 4,6, Wasser 6. Spuren von Phosphor O.

#### Asand, stinkender, s. Asa foetida.

Asarin (Asar; Haselwurzcampher). Einer der eigenthümlichen Stoffe in den Wurzeln von *Asarum europaeum*; zuerst von Görz untersucht (Pfaff, Syst. d. Mat. med., Bd. III. S. 229.), dann von Lassaigne und Feneulle (N. Trommsd. Journ., Bd. V. St. 2. S. 72.), hierauf von Graeger (*Dissert. inaug. de asaro europ.*, Goett. 1830.) und zuletzt von Blanchet und Sell (Ann. d. Pharm., Bd. VI. S. 297.). — Man gewinnt das Asarin, wenn man die trockne Wurzel mit 8 Th. Wasser der Destillation unterwirft und 3 Th. überzieht; es findet sich dabei kristallisirt theils am Retortenhalse, theils in dem milchigen Destillat am Boden desselben, während obenauf Tropfen von Asarunöl schwim-