

1171

✦
Benz.
1171

+4036 827 01

1171
Anweisung
zur
Kenntniß, Prüfung, Anwendung und
Verfertigung
aller Arten

Thermometer,
Barometer, Hygrometer,
Pyrometer, Kräometer, Hydrometer
u. dergl. m.

nach den neuesten Erfindungen und Verbesserungen.

Nebst
Belehrungen über die specifische Schwere
und vergleichenden Tabellen der verschiedenen
Scalen von Réaumur, Celsius, Fahrenheit,
Baumé und Andern.

Eine nützliche Schrift

für
jeden Physiker und Chemiker, Laboranten, sowie für alle
Diejenigen, welche sich mit der Verfertigung von der-
gleichen Instrumenten beschäftigen oder solche erlernen
wollen.

Von
Robert Nicholson.

Mit deutschen Zusätzen vermehrt.

Mit 37 lithographirten Abbildungen.

Quedlinburg und Leipzig.
Druck und Verlag von Gottfr. Vasse.
1832.

Beleg 1741



I n h a l t.

	Seite
1. Thermometer	1
2. Quecksilber-Thermometer	2
3. Fahrenheit's Scale	5
4. Réaumur's Thermometer = Scale	7
5. Delisle's Thermometer = Scale	10
6. Die Scale des Celsius oder die hunderttheilige	11
7. Mortimer's Metallthermometer	13
8. Wedgwood's Thermometer oder Pyrometer	16
9. Mill's Pyrometer	29
10. Specifische Wärme	31
11. Wärmeleitungsfähigkeit	34
12. Ueber ein Heber-Hydrometer, und dessen Anwendung zur Bestimmung der Temperatur des Wassers bei der größten Dichtigkeit. Von Heinr. Meißle	38
13. Ueber die Verfertigung übereinstimmender Aërometer mit Beauméscher Gradleiter, von A. Schöber und S. P. Pecher, Oberfeuerwerker der k. k. östr. Artillerie in Wien	41
14. Kältemesser (Frigorimeter), oder Instrument zur Bestimmung, um wie viel ein Metall durch die Kälte zusammengezogen wird.	46
15. Thermo-Barometer des Hrn. Angelo Bellani	47
16. Prinsep's Pyrometer	48
17. Neue Thermometer = Fassung	49
18. Untersuchungen über das Leisungs = Vermögen dünner Körper, welche der Einwirkung der Wärme ausgesetzt sind, und Beschreibung eines neuen Berührungsthermometers. Von Hrn. Fourier	—
19. Ueber Hrn. Buntens Barometer	68
20. Gläserne Springbrunnen	69
21. Ueber die Verfertigung richtiger Aërometer. Von Dr. Fr. Körner zu Jena	70
22. Neue Art, Thermometer aufzuhängen. Von W. Mageough	72
23. Idee zu einem Pyrometer, das seine Grade von sich selbst anzeigt	74
24. Ueber ein verbessertes Löthrohr von Hrn. K. T. Kemp	75
25. Hrn. Christie's verbessertes Barometer	77
26. Ueber Heberbarometer mit fixer Scale und Röhre. Von Joh. Bartak	78

	Seite
27. Neues Kräometer, von Don Jose Maria Bustamente . . .	81
28. Ab Sprengen der Kolben und Glasröhren . . .	87
29. Thermomanometer, oder Instrument, um die Elasticität des Wasserdampfs zu messen. . .	—
30. Beschreibung eines neuen Hygrometers von der Erfindung des Hrn. A. Benoit, welches derselbe Hygrofkop nennt . . .	88
31. Ueber einige Vorsichtsmaßregeln bei Beobachtungen mit dem Kräometer. Von Hrn. Dubrunfaut . . .	94
32. Ueber ein feststehendes Thermometer, womit man die Temperatur der Färbekufen bestimmen kann, welche mit Dampf erhitzt wer- den; von Hrn. Achille Penot . . .	95
33. A. Bellani's Thermo-Barometer . . .	99
34. Verbessertes Färbethermometer . . .	103
35. Glas durch Reibung zu zerschneiden . . .	105

Zweite Abtheilung.

Ueber die specifische Schwere.

A. Die hydrostatische Wage . . .	106
B. Statische Untersuchung der Körper . . .	112
1. Homberg's Kräometer . . .	113
2. Die Taufend-Gran-Flasche . . .	114
3. Kubikzoll-Flasche . . .	115
4. Homberg's Hydrometer . . .	116
5. Baumé's Salzwage . . .	117
6. Baumé's Spirituswage . . .	121
7. Fahrenheit's Hydrometer . . .	123
8. Nicholson's Hydrometer . . .	125
9. Guyton de Morveau's Kräometer . . .	127
10. Kräometrische Kügelchen . . .	131
11. Neues Pyrometer, von Hrn. Pouillet . . .	133

1. Thermometer.

Dr. Robert Fludd scheint der erste gewesen zu sein, der ein Mittel zu finden gestrebt hat, die Temperatur der Atmosphäre in den verschiedenen auf einander folgenden Jahreszeiten zu messen.

Sein Apparat gründete sich auf die Ausdehnung der Luft durch die Wärme, hatte aber den Fehler, daß er keinen festen Punkt besaß, so daß andere Beobachter hätten in den Stand gesetzt werden können, Instrumente zu verfertigen, die untereinander vergleichbar sind.

Fahrenheit verbesserte diesen Apparat wesentlich, und heutzutage ist das gebräuchlichste Thermometer auf die größere oder geringere Ausdehnung gegründet.

Fahrenheit gestand indessen dem Prof. Boerhaave, daß er nie zwei Thermometer habe verfertigen können, welche an allen Punkten der Scale mit einander übereinstimmten hätten, und schrieb der ungleichmäßigen Ausdehnung der verschiedenen Glastheile am Instrumente diese Mängel zu.

Die Vergleichen, welche Hr. Hutchins mit mehreren Thermometern, von den besten Künstlern London's verfertigt, angestellt und in den Philosophical Transactions mitgetheilt hat, thun die großen Differenzen dar, welche zwischen diesen Thermometern bestanden. Auch die neuesten Beobachtungen, welche der Capitain Parry auf seiner Reise nach dem Nordpol gemacht hat, bieten ähnliche Differenzen dar. Andere Beobachter haben sogar gefunden, daß selbst die fixen Punkte mit der Zeit ihre Stelle verändern, weil, wie man glaubt, das Glas, nachdem es durch die Kälte zusammengezogen worden ist, sein voriges Volumen nicht wieder erhalte. Daraus kann man aber lernen, daß man den Anzeigen des Thermometers nicht zu großes Vertrauen schenken dürfe, und nur mittelst der vergleichenden Beobachtungen der Physiker wird man endlich zu ziemlich richtigen Resultaten gelangen. Hauptsächlich muß man sich vor dem Vertrauen bewahren, welches Jedermann seinem eignen Instrument oder irgend einer besondern Thermometerart zu schenken geneigt ist.

Thermometer.

2. Quecksilber-Thermometer.

Die Thermometer, deren man sich in der Meteorologie bedient, d. h. mit welchen man die Temperatur der Atmosphäre mißt, werden ganz in die Flüssigkeit eingetaucht und deshalb Röhre und Kugel gleichmäßig von der Wärme afficirt. Untersucht man dagegen die Temperatur tropfbarer Flüssigkeiten, so wird die Kugel und ein entblößter Theil der Röhre unter der Scale bloß eingetaucht.

Thermometer für Zwecke der Meteorologie und der Chemie müssen deshalb jedes anders graduirt werden. Die ersten müssen deshalb mit der Kugel und der ganzen Röhre in den Dampf von kochendem Wasser, und die Kugel noch 1 oder 2 Zoll unter die Oberfläche des kochenden Wassers bei einer Barometer-Höhe von 30 Zoll eingetaucht werden.

Um an chemischen Thermometern den Siedepunkt zu bestimmen, taucht man bloß die Kugel und den entblößten Theil der Röhre unter der Scale in kochendes Wasser.

Ehe man das Ende der Thermometer-Röhre verschließt, zieht man es haarförmig aus und erhitzt die Kugel, bis das Quecksilber die ganze Röhre ausfüllt. So wie man das haarförmig ausgezogene Glas mit der Löthrohrflamme berührt, wird es verschlossen und der äußern Luft der Zutritt verwehrt. Es läßt sich leicht erkennen, ob bei Verfertigung eines Thermometers diese Vorsichtsmaßregel beobachtet worden ist: man braucht es nur umzukehren, so daß die Kugel oben zu stehen kommt. Ist es rein von Luft und die Röhre nicht von gar zu geringem innern Durchmesser, so fällt das durch nichts unterstützte Quecksilber frei herab und füllt die ganze Röhre aus; wenn aber nicht alle Luft ausgetrieben ist, so fällt die Säule nicht bis auf den Grund der Röhre herab, weil die darin befindliche Luft, vermöge ihrer Elasticität, Widerstand leistet und die Säule bis dahin zu gelangen hindert.

In England verfertigt man die Scalen an den Thermometern aus Elfenbein oder aus Burbaum. In Frankreich pflegt man die Scale häufig auf einen schmalen Papierstreifen zu verzeichnen, denselben in eine Glasröhre einzuschließen und letztere an der Thermometer-Röhre zu befestigen. Dergleichen Scalen sind sehr bequem, wenn man mit dem Thermometer die Temperatur ährender Flüssigkeiten untersuchen will.

Jeder Zoll Differenz im Barometer-Drucke bewirkt für den Siedepunkt des Wassers eine Differenz von $1,92^{\circ}$ F.; oder ein Grad F. entspricht nach Wollaston 1,589 Zoll Barometer-Druck. Wenn das Barometer z. B. eine Höhe von 29 Zoll hat, so siedet das Wasser bei $210,08^{\circ}$ F.; und wenn das Barometer auf 31 Zoll steht, so ist der Siedepunkt des Wassers $213,92^{\circ}$ F. Auf diese Ursache der Variationen kann man nicht genug Aufmerksamkeit verwenden.

Die Thermometer-Röhren, wie man sie von den Glashütten bekommt, sind sämmtlich mehr oder weniger von unregelmäßigem Caliber. Das erste, was man deshalb zu thun hat, besteht darin, die Röhre in Theile von gleicher Capacität abzutheilen. Zu diesem Behufe taucht man das Ende der Röhre in Quecksilber und läßt einen kleinen Theil des Metalles in die Röhre eindringen.

Diese kleine Quecksilber-Säule darf nicht über $\frac{1}{2}$ Zoll lang sein. Man bringt sie bis auf ein paar Zoll gegen das Ende hin, wo die Kugel angeblasen werden soll, und markirt mit einer Feile oder einem Diamante den Anfang der Scale. Nachdem man nun einen graduirten Papierstreif auf den Tisch gelegt hat, hält man die Thermometer-Röhre daran, so daß das Ende der Quecksilber-Säule mit dem einen Ende der Scale coincidirt. Auf der Scale bemerkt man nun das andere Ende der Quecksilber-Säule. Dann läßt man das Metall in der Röhre vorrücken, bis das untere Ende desselben dahin zu stehen kommt, wo erst das obere sich befand. Darauf legt man die Röhre wieder an die Scale und fährt so fort, bis die nöthige Länge graduirt ist. Endlich wägt man das Quecksilber mit der größten Genauigkeit.

Die Kugel wird alsdann mit der Glasschmelzer-Lampe auf die gewöhnliche Weise geblasen. Eine cylindrische oder conische Kugel hat vor einer sphärischen, was Stärke und Empfindlichkeit anlangt, den Vorzug. Will man die Röhre nach Cavallo's Methode graduiren (Philosophical Transactions 1781), so wägt man die Kugel und zeichnet das Gewicht derselben auf. Röhrenförmig zusammengewickeltes Papier wird hierauf an der Mündung der Röhre befestigt, so daß es sich trichterförmig noch 1 oder 2 Zoll über die Röhre erhebt. In diesen Papiertrichter schüttet man frisch gekochtes Quecksilber und treibt auch aus der Kugel, mittelst gelinder Lampenwärme, einen Theil Luft aus. Läßt

man die Kugel alsdann erkalten, so dringt ein Theil Quecksilber in dieselbe hinab, welcher der Quantität der vorher ausgetriebenen Luft entspricht. Die Kugel wird nun so stark über der Lampe erhitzt, daß das eingeschlossene Quecksilber eine Zeitlang heftig kocht. Nimmt man die Lampe hinweg, so senkt sich das Quecksilber aus dem Papiertrichter hinab und füllt nicht allein die Kugel, sondern auch die Röhre. Sollte sich irgend ein Luftbläschen wahrnehmen lassen, so muß das Erhitzen des Quecksilbers bis zum Kochen wiederholt werden, jedoch immer mit der Vorsicht, daß in dem Papiertrichter eine Säule Quecksilber oben ausliegt. Wenn die Temperatur der Kugel fast bis zum Siedepunkte des Wassers herabgesunken ist, kann man letztere in geschmolzenes Eis senken. Dann wird der Trichter mit feinem Quecksilber abgenommen und die Kugel in kochendes Wasser gesenkt. Ungefähr $\frac{1}{3}$ des eingeschlossenen Quecksilbers wird jetzt ausgetrieben werden. Senkt man hierauf das Instrument wiederum in geschmolzenes Eis, so wird der Nullpunkt der 100theiligen Scale, welcher gleich ist 32° F., durch die oberste Gränze der Quecksilber-Säule angezeigt werden. Dieser Punkt wird entweder mit einem Strich am Glas oder an der zubereiteten Scale bezeichnet. Alsdann wird das Ganze gewogen.

Somit hat man hinlängliche Bestimmungen, die Graduirung der Instrumente, von einem gegebenen Punkt aus, zu vollenden. In heißen Himmelsstrichen und an andern Orten, wo z. B. das Eis nicht gut zu haben, ist dieses Verfahren, ein genaues Thermometer herzustellen, von besonderer Wichtigkeit. Wir kennen das Gewicht des ganzen eingeschlossenen Quecksilbers und das von jedem Grade der Thermometer-Röhre. Da nun von 32° bis zu 212° F., oder von 0° bis zu 100° der 100theiligen Scale, gleich ist einer Quecksilberausdehnung im Glase von $\frac{1}{3}$, so kann man leicht berechnen, wie viele Gradzwischenräume in der Temperaturreihe zwischen dem Gefrierpunkt und dem Siedepunkte des Wassers enthalten sind.

Angenommen z. B., das eingeschlossene Quecksilber wiegt 378 Gran, so wird $\frac{1}{3}$ dieser Quantität oder 6 Gran = 180° F. sein. War nun die erste Messsäule des Quecksilbers = 0,6 Gran, so werden 10 dieser Räume die ganze Temperaturreihe zwischen dem Gefrierpunkt und dem Siedepunkte des Wassers ausfüllen. Kennt man deshalb

den Siedepunkt, so kann man auch den Gefrierpunkt bestimmen; oder von der Temperatur des lebenden menschlichen Körpers = 98° F. kann man sowohl den Gefrierpunkt, als den Siedepunkt des Wassers bestimmen. In gegenwärtigem Falle muß man jeden Raum der zubereiteten Scale in 18 gleiche Theile theilen, was Fahrenheit'sche Grade giebt; oder in 10 gleiche Theile, wodurch man Grade der 100theiligen oder der Scale des Celsius erhält; oder in 8 Theile, die dann Reaumur'sche Grade bilden.

Hat man indessen Eis und kochendes Wasser zur Hand, so kann man das Wägen entbehren; denn indem man das Instrument in geschmolzenes Eis und dann wieder in kochendes Wasser senkt, erlangt man zwei fixe Punkte und bildet nun die Scale durch Theilung.

3. Fahrenheit's Scale.

In England bedient man sich gewöhnlich der Fahrenheit'schen Thermometerscale. Die Acta eruditorum vom Jahre 1714 erwähnen zwei von Fahrenheit verfertigte Thermometer mit einer Scale, auf welcher die Differenz der Temperatur zwischen einer Mischung von Eis und Salz und derjenigen der Achselgruben oder des Mundes eines gefundenen Mannes in 24 Theile getheilt war. Je 4 solche Abtheilungen hatten eine besondere Benennung. Bei 0° z. B. stand »sehr große Kälte;« bei 4° »große Kälte;« bei 8° »kalte Luft;« bei 12° »gemäßigt;« bei 16° »warm;« bei 20° »sehr warm;« bei 24° »unerträglich heiß.« Daraus wird wahrscheinlich, daß Fahrenheit anfänglich an sechs gleiche Temperaturstufen von der größten Kälte bis zur unerträglichsten Hitze gedacht, nachher aber gefunden, daß diese Abtheilungen für genaue Beobachtungen zu groß seien, und deshalb sich veranlaßt gefunden habe, jede solche Abtheilung wiederum in 4 Theile zu zerlegen, wodurch er 24° erhielt.

Wann er später veranlaßt worden ist, jeden dieser Grade, größerer Genauigkeit halber, noch kleiner zu zertheilen, ist nicht bekannt. Aber aus einer Abhandlung Fahrenheit's in den Philosophical Transactions vom Jahre 1724 scheint sich zu ergeben, daß seine meteorologischen oder Weingeistthermometer von 3 fixen Punkten in 96 Grade getheilt waren. Die Kugel enthielt, wie Boerhaave be-

richtet, so viel Alkohol, daß er 1933 Grade der Scale hätte füllen können, wenn sonst die Scale diese Länge gehabt hätte.

Die drei fixen Punkte waren: 1) eine Mischung aus Eis und Salmiak oder Kochsalz gab den Nullpunkt; 2) eine Mischung aus Eis und Wasser gab den 32sten Grad; 3) die Kugel wurde in den Mund oder in die Achselgruben eines gesunden Mannes gebracht, und dadurch erhielt er den 96sten Grad, die äußerste Gränze seiner ursprünglichen Scale,

Durch die Beobachtung Amonton's, daß das Wasser bei einem fixen Wärmegrade kochte, und durch die Beobachtungen anderer Naturforscher, daß die Barometerhöhe mit der atmosphärischen Temperatur variierte, wurde Fahrenheit veranlaßt, einige Quecksilber-Thermometer zu verfertigen, um damit den Siedepunkt verschiedener Flüssigkeiten auszumitteln.

Die Kugel dieser Thermometer scheint, nach Boerhaave, eine Capacität von 11124 Graden gehabt zu haben, aber die Scale erstreckte sich nur bis zu 600°, bei welchem Punkte das Quecksilber zu kochen begann.

Mit diesen Thermometern fand Fahrenheit, daß Weingeist von 826 specif. Schwere bei 48° zu kochen anfing bei 176°.

Regenwasser, von 1000 specif. Schwere bei 48°, kochte bei 212°.

Salpetergeist, von 12935 specif. Schwere bei 48°, kochte bei 242°.

Kalilauge, von 15634 specif. Schwere bei 48°, kochte bei 240°.

Bitriolöl, von 18775 specif. Schwere bei 48°, kochte bei 546°.

Flüchtige Oele fangen bald an zu kochen, aber ihre Wärme nimmt während des Kochens beständig zu, weil die meisten flüchtigen Theile entweichen.

Fixe Oele verlangen einen solchen Grad der Hitze, um in's Kochen zu kommen, daß das Quecksilber im Thermometer gleichzeitig zu sieden beginnt.

Gegenwärtig sind die Quecksilber-Thermometer mit Fahrenheit'scher Scale nur nach zwei fixen Punkten graduirt, nämlich den Gefrierpunkt oder 32° gibt eine Mischung von Eis und Wasser, und der Siedepunkt des Was-

fers wird mit dem 212° bezeichnet. Der Fundamentalabstand beider fixen Punkte wird in 180 Grade getheilt und die Scale wird nach aufwärts oder niederwärts mehr oder weniger verlängert, indem man die Grade eben so groß als diejenigen zwischen den beiden fixen Punkten macht.

Die Weingeist-Thermometer haben ebenfalls zwei fixe Punkte. Den Gefrierpunkt oder 32° bestimmt man durch eine Mischung von Eis und Wasser, und den obersten Punkt, welcher noch unter dem Siedepunkte des Weingeistes liegen muß, durch kochendes Wasser, welches man bis zu einem bestimmten, mit dem Quecksilber-Thermometer zu messenden Grade, sich verkühlen läßt.

Jeder Grad der Fahrenheit'schen Scale beträgt $\frac{1}{10 \frac{1}{40}}$ des Quecksilber-Volumens beim Gefrierpunkte.

4. Réaumur's Thermometer-*Scale*.

Isaac Newton scheint zuerst die Idee gehabt zu haben, aliquote Theile des flüssigen Quecksilbers, beim Gefrierpunkte gemessen, zu Graden der Thermometer-*Scale* zu machen, und Réaumur brachte diesen Gedanken zur Ausführung.

Er gab Thermometern von großen Dimensionen den Vorzug. Die Kugeln derselben hatten $4\frac{1}{2}$ Zoll und die Röhre $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser.

Um sie zu graduiren, bediente er sich eines Maßes aus einem Stück enger Röhre verfertigt, dessen Mitte zu einer länglichen Kugel ausgeblasen und mit einem Zeichen an dem einen Ende versehen war. Dieses Maß senkte er in Wasser und ließ letzteres bis an's Zeichen eintreten, alsdann verschloß er das obere Ende mit dem Finger und nahm das Maß aus dem Wasser heraus. Die Capacität dieses Maßes betrug $\frac{1}{1000}$ von der Capacität der Kugel und eines Theiles der Röhre.

Die *Scale* am Thermometer war doppelt graduirt. Zur linken Hand fand man die Zahl der Maße verzeichnet, welche jedem Grad entsprachen, und zur rechten Hand die Grade der Ausdehnung oder der Zusammenziehung, erstere oben und letztere unten. Sie waren in Tausendtheilen ausgedrückt, und die Null stand gerade der Zahl Tausend an der linken *Scale* gegenüber. Diese Graduierung nahm sich etwa folgender Gestalt aus.

1000	3	} Grade der Ausdehnung.
1002	2	
1001	1	
1000	0	Null.
999	1	} Grade der Zusammenziehung.
998	2	
997	3	

Mit diesen Thermometern fand Réaumur, wie er in den Mémoires de l'Académie Roy. des Sciences vom Jahre 1730 selbst mittheilt, daß 400 Maß Seinenwasser, beim Gefrierpunkte geschöpft, den Raum von 445 Maß einnahmen, wenn sie bis zum Siedepunkte gebracht wurden.

Vierhundert Maß des besten Weingeistes, den man zu Paris nur haben konnte, nahmen unter ähnlichen Umständen den Raum von 435 Maß ein.

Vierhundert Maß einer Mischung von drei Theilen Weingeist und einem Theile Wasser nahmen den Raum von 430 Maß ein.

Vierhundert Maß einer Mischung von Weingeist und Wasser zu gleichen Theilen nahmen unter ähnlichen Umständen den Raum von 425 Maß ein.

Wenn ein mit Weingeist gefülltes Thermometer über einer Lampe erhitzt wird, so geräth es bei gelinder Hitze in heftiges Wallen, dehnt sich aber nicht über einen gewissen Punkt hinaus aus. Bringt man das Thermometer alsdann in kochendes Wasser, so dehnt sich der Weingeist weit mehr aus, und hebt man das Thermometer aus dem Wasser, so daß das Kochen aufhört, so steht der Weingeist in einer gewissen Höhe über dem vorigen Punkte.

Für meteorologische Zwecke füllte Réaumur sein Thermometer mit Weingeist, den er mit Wasser verdünnt hatte, bis er durch wiederholte Versuche endlich fand, daß 1000 Maßtheile von der Temperatur des Gefrierpunktes sich bis zu 1080 Maßtheilen ausdehnten, wenn das Thermometer in kochendes Wasser gesenkt wurde. Die 80 Grade des eigentlichen Réaumur'schen Thermometers bezeichnen deshalb nicht den Siedepunkt des Wassers, sondern denjenigen seines verdünnten Weingeistes, oder nach Dr. Martine den 180sten Grad der Fahrenheit'schen Scale, so daß jeder Grad der Réaumur'schen Scale $1,85^{\circ}$ F. beträgt. Bei diesen Reductionen herrscht aber viele Unbestimmtheit, und man verwandelt die

Réaumur'schen Grade in der Regel auf die Weise in Fahrenheit'sche, daß man jeden der ersteren zu $2\frac{1}{4}^{\circ}$ F. annimmt.

Man behauptet, daß diese Confusion daher rühre, daß Deluc, der französische Vorleser der letztverstorbenen alten Königin von England, den Fundamentalabstand des Gefrierpunktes und des Siedepunktes auf seinen Quecksilber-Thermometern ebenfalls in 80° getheilt habe. Man erzählt, daß la Condamine ihm gerathen habe, eine andere Eintheilung anzunehmen, damit seine Scale nicht mit derjenigen Réaumur's verwechselt werde; daß aber Deluc den Rath seines Freundes nicht befolgt habe, weil die Zahl 80 den Vortheil mehrerer Divisoren in ganzen Zahlen gewährt. Auf diese Weise nun wurden die beiden Thermometer-Scalen, die doch eigentlich so verschieden sind, mit einander verwechselt, und unter andern Deluc's Scale, welche er in seinen Recherches sur les Modifications de l'Atmosphère 1772 mittheilt, führt noch jetzt durchgängig den Namen der Réaumur'schen Scale.

Wenn verdünnter Weingeist in einem verschlossenen Thermometer sich befindet, so scheint er, vermöge des Druckes seines eigenen Dunstes, eine höhere Temperatur auszuhalten zu können, als die seines eigenen Siedepunktes. Da aber seine Ausdehnung nicht mit derjenigen des Quecksilbers identisch ist, so kann die Reduction der Grade eines Weingeist-Thermometers auf diejenigen eines Quecksilber-Thermometers nicht aus der bloßen Betrachtung des Verhältnisses zwischen den 80 Graden der Réaumur'schen Scale und den 180 Graden, in welche auf der Fahrenheit'schen Scale der Fundamentalabstand des Gefrierpunktes und des Siedepunktes des Wassers abgetheilt ist, bewerkstelligt werden.

Deluc selbst hat folgende Scale der zusammentreffenden Punkte eines Quecksilber-Thermometers und eines Weingeist-Thermometers mitgetheilt. Auf beiden Thermometern war der Fundamentalabstand des Gefrierpunktes und des Siedepunktes des Wassers in 80 Grade abgetheilt, und beide Instrumente wurden stufenweise in demselben mit Wasser gefüllten Gefäße erhitzt.

Quecksilber

80°

75

Weingeist

80,0°

73,8

Quecksilber	Weingeist
70°	67,8°
65	61,9
60	56,2
55	50,7
50	45,3
45	40,2
40	35,1
35	30,3
30	25,6
25	21,0
20	16,5
15	12,2
10	7,9
5	3,9
0	0,0
— 5	— 3,9
— 10	— 7,7

Aus diesem Versuch ergibt sich, daß die gewöhnliche Reduction der mit Weingeist-Thermometern von Réaumur'scher Scale beobachteten Temperaturgrade auf Grade der Fahrenheit'schen Scale nur sehr plumpe Annäherungen gibt und sogar einen Fehler von mehr als 10° herbeiführen kann. Die beobachtete Temperatur soll z. B. 35,1° betragen; so würde man durch die Reduction 111° F. erhalten, während aus Deluc's Versuchen hervorgeht, daß die wirkliche Temperatur nicht weniger als 122° beträgt.

Réaumur fand, daß sein Thermometer in tiefen Höhlen oder Kellern das ganze Jahr hindurch auf 10,2° stand.

5. Delisle's Thermometer-Scale.

Eine ähnliche Unsicherheit besteht hinsichtlich der Reduction dieser Scale auf Fahrenheit'sche Grade.

Diese Scale ist ungefähr auf den nämlichen Grundsatz, wie die Réaumur'sche Scale basirt: Delisle hat den Siedepunkt des Wassers zum fixen Punkt und die Zusammenziehung des Quecksilbers zum Maßstabe der Grade genommen. Der Siedepunkt des Wassers ist mit Null bezeichnet, und die Graduierung geht nun abwärts. Jeder Grad beträgt $\frac{1}{10000}$ vom Volumen des Quecksilbers beim Siedepunkte des Wassers.

Nach dieser Art der Schätzung der Wärme oder vielmehr der Kälte, die durch das russische Klima an die Hand gegeben zu sein scheint, fiel der Gefrierpunkt des Wassers etwa auf den 153sten Grad von Delisle's ursprünglicher Scale, und nach derselben muß man die Beobachtungen Smelin's reduciren. Aber nach einigen Jahren scheint man die Vortheile der Graduirung nach zwei firen Punkten eingesehen und die Berechnung der Zusammenziehung des Quecksilbers aufgegeben zu haben. Um eine runde Zahl zu erhalten, setzte man den Gefrierpunkt bei 150° unter Null.

Diese Scale ist nur in Rußland gebräuchlich.

6. Die Scale des Celsius oder die hunderttheilige.

Celsius nahm im Jahr 1742 den Gefrierpunkt des Wassers als den einen firen Punkt und den Siedepunkt desselben als den andern firen Punkt an und theilte den Fundamentalabstand in 100 Grade von gleicher Capacität. Das Quecksilber war die Flüssigkeit, deren Ausdehnung gemessen wurde.

Diese Scale ist neuerdings in Frankreich unter dem Namen der hunderttheiligen Scale angenommen worden. Jeder Grad derselben ist gleich $1,8^{\circ}$ F.

In England hat man fast durchgehends die Fahrenheit'sche Scale angenommen, und sie gewährt auch wirklich manche Vortheile. Ihre Abtheilungen z. B. sind die kleinsten, und deshalb kommen seltener Brüche vor. Da sie ferner so tief unter dem Gefrierpunkte des Wassers beginnt, so braucht man selten zu negativen Brüchen seine Zuflucht zu nehmen.

Am meisten gebräuchlich in Europa sind also jetzt die Scalen von Réaumur, Celsius und Fahrenheit, und es kommt häufig vor, daß man die Grade der einen auf diejenigen der andern zu reduciren hat. Eine solche Reduction ist ein sehr einfaches Rechenexempel. Um Grade der hunderttheiligen Scale in Fahrenheit'sche zu verwandeln, multiplicirt man mit 1,8 oder mit 6 und 0,3 und bezeichnet die letzte Ziffer des Products als einen Decimalbruch. Z. B. 17° der hunderttheiligen Scale sind $= 17 \times 6 \times 0,3 = 30,6^{\circ}$ F.

Da aber erstere Scale den Schmelzpunkt des Eises mit 0° und letztere mit 32° bezeichnet, so muß man zu $30,6^{\circ}$

noch 32 addiren, um den richtigen Fahrenheit'schen Grad 62,6° zu bekommen.

Eine andere Formel derselben Verwandlungsregel ist: multiplicire die Grade der hunderttheiligen Scale mit 2 und ziehe von dem Producte den fünften Theil der erstern ab, so wird der Rest die gewünschte Verwandlung geben, z. B.

$$17 \times 2 - \frac{17}{5} = 30,6^\circ.$$

Wünscht man eine Fahrenheit'sche Gradbestimmung in eine der hunderttheiligen Scale zu verwandeln, so muß man von ersterer erst 32° abziehen, da bei letzterer der Schmelzpunkt des Eises mit 0° bezeichnet ist. Um also 95° F. richtig auf die hunderttheilige Scale zu reduciren, hat man folgenden Ansaß zu machen: $95 - 32 = 63$;

$$\frac{63}{6 \times 0,3} = 35^\circ, \text{ nach der hunderttheiligen Scale.}$$

Wer in arithmetischer Reduction Gewandtheit besitzt, der wird wissen, wie vortheilhaft es ist, sich wo möglich auf eine Regel zu beschränken und nicht zwei oder mehrere unter einander zu mischen. Deshalb scheint die gewöhnliche Regel, die man zur Verwandlung der Fahrenheit'schen in hunderttheilige Grade anwendet, indem man mit 9 multiplicirt und mit 5 dividirt, nicht so zweckmäßig zu sein, als die vorhergehende. Aber was die Réaumur'sche Scale anlangt, die jetzt seltener vorkommt, kann man das gewöhnliche Verhältniß von 9 zu 4 anwenden, oder zum Doppelten den 4ten Theil addiren:

$$F^\circ = \frac{9}{4} R^\circ \text{ und}$$

$$R^\circ = \frac{4}{9} F^\circ.$$

So verhalten sich diese beiden Gradbestimmungen zu einander; immer müssen indessen die 32 Grade in Anschlag gebracht werden.

$$F^\circ - 32^\circ$$

$$C^\circ =$$

$$6 \times 0,3$$

$$F^\circ = (C^\circ \times 6 \times 0,3) + 32^\circ$$

$$R^\circ = \frac{4(F - 32)}{9}$$

$$F^{\circ} = \frac{9}{4} R + 32^{\circ}$$

$$C^{\circ} = \frac{R^{\circ}}{0,8}$$

$$R^{\circ} = 0,8 \times C^{\circ}$$

7. Mortimer's Metallthermometer.

(Hierzu Fig. 1. bis 3.)

Mit den gewöhnlichen Thermometern kann man nur die niedern Temperaturgrade messen. Da sie aus Glas gefertigt sind, so pflegen sie auch sehr zerbrechlich zu sein, und es ereignet sich oft, daß sie zerspringen, wenn sie aus einer großen Wärme herausgenommen und zu plötzlich der Kälte ausgesetzt werden. Dr. Cromwell Mortimer kam auf den Gedanken, ob nicht die Eigenschaft der festen Körper und besonders der Metalle, sich in der Kälte zusammenzuziehen und in der Wärme auszudehnen, zur Verfertigung eines Instrumentes könnte benutzt werden, mit welchem man im Stande sei, alle Grade sowohl der größten Kälte, als der größten Wärme zu messen?

Obgleich die Veränderungen, welche die Metalle durch die Wärme erfahren, im Verhältnisse zu den Veränderungen des Weingeistes oder selbst des Quecksilbers nur gering sind, so hat man doch gefunden, daß das Eisen, während es von der gewöhnlichen Temperatur bis zur Rothglühitze übergeht, um den sechzigsten Theil sich verlängert. Daraus ergibt sich aber, daß von 40° F. unter Null bis zur größten Hitze, welche das Eisen vertragen kann, ohne zu schmelzen, ein Stab von 3 Fuß Länge sich um $\frac{1}{2}$ Zoll verlängert haben muß. Diese Zunahme der Länge, wie gering sie auch sei, ist dennoch ausreichend, alle Wärmegrade bemerkbar zu machen, die man mit einem Instrumente muß beobachten können.

Das Instrument, wie es von Hrn. Jackson im Jahr 1736 unter Leitung Graham's und Ellicot's ausgeführt wurde, ist Fig. 1. und 2. dargestellt.

Fig. 1. ab ist ein runder Stab aus Stahl oder Messing, $\frac{1}{4}$ Zoll dick und 3 Fuß 1 Zoll lang. Ist der Stab aus Messing verfertigt, so pflegt er 3 Fuß lang zu sein, und die Spitze a ist aus Stahl, 1 Zoll lang und wird angeschraubt, damit sich die Spitze nicht so leicht abnutze.

cd sind zwei eiserne Stützen, zusammengefügt am untern Ende durch eine breite Querstrebe dd von 2 Zoll Länge. In der Mitte derselben befindet sich ein kleiner Punkt von $\frac{1}{2}$ Zoll Höhe, der in eine Oeffnung am untern Ende des Stabes b eindringt und dazu dient, den Stab unten fest zu erhalten, was auch das Querband ** in zwei Drittheilen der Höhe der eisernen Stützen bewirken soll, denn in der Mitte hat es ein Loch, durch welches der Stab durchgeführt ist. Der Stab greift endlich bei a in ein kleines Loch an der Unterseite eines Hebels ein. Diese Vorrichtungen dienen alle dazu, den Stab fest und stätig an seiner Stelle zu erhalten. Die eisernen Stützen sind platt, und von c nach x parallel laufend mit dem Vordertheile des Apparates. Bei x werden sie halbrund, so daß die untern Theile im rechten Winkel zu den obern Theilen stehen;

ef ist der Hebel, welcher sich auf der Achse g dreht.

Bei f bemerkt man eine Schnur, welche zwei Mal über die kleine Rolle h geschlagen ist und ein Gewicht i von einem halben Pfunde trägt, damit die Schnur immer straff sei; am andern Ende e des Hebels hängt ein anderes Gewicht l von hinlänglicher Schwere, um nicht nur den längern Arm gf im Gleichgewichte zu erhalten, sondern auch, um gegen den Punkt a hin den kürzern Hebelarm niederzudrücken und dadurch den Stab ab in seiner Lage fest zu erhalten.

mno ist der hintere Theil einer messingenen Scheibe von der Gestalt eines Zifferblattes. Die vordere Seite derselben ist Fig. 3. abgebildet. Die Rolle h Fig. 1. dreht sich um eine Achse c, welche durch das Zifferblatt läuft und an der Vorderseite desselben einen Zeiger ab in Bewegung setzt.

Die Verhältnisse des Stabes und des Hebels sind willkürlich. Die Stäbe Mortimer's, sowohl die messingenen, als die stählernen, waren 3 Fuß lang und hatten eine conische stählerne Spitze von 1 Zoll Höhe, die oben angeschraubt wurde. Von e bis a war der Hebel 4 Zoll, von a bis g $1\frac{1}{2}$ Zoll und von g bis f 12 Zoll lang. Die Höhe von c bis g betrug $1\frac{1}{2}$ Zoll. Die messingene Rolle h hatte $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser und alle übrigen Theile waren aus Eichenholz verfertigt.

Die Hauptsäule oder der Pfeiler pq war 1 Zoll in's

Gevierte und $2\frac{1}{2}$ Fuß hoch. Bei q war er in ein schweres hölzernes Fußgestell rs eingelocht, so daß er, vermöge eines Treibstockes, höher oder niedriger, je nachdem es sich nothwendig machte, gestellt werden konnte. Hatte er mit dem untern Ende des Stabes ab gleiches Niveau, so konnte man ihn mittelst der Schraube t feststellen.

Fig. 3. gibt eine Darstellung des Zifferblattes oder der vordern Seite der Platte mno in Fig. 1. Die Platte ist aus Messing, das man mit einem starken Papier überzieht, und kann jede beliebige Größe haben. An Dr. Mortimer's Instrument hatte dieses Zifferblatt 11 Zoll Durchmesser.

ab ist der Zeiger, welcher sich mit der Achse c bewegt, an welcher die Rolle h in Fig. 1. befestigt ist. Der äußere Ring muß so breit gelassen werden, daß man chemische Charaktere oder Zeichen darauf schreiben kann.

Der Kreisbogen de enthält die Abtheilungen von Fahrenheit's Quecksilber-Thermometer, und der Bogen fg diejenigen von Réaumur's oder vom Weingeist-Thermometer.

Um dieses Instrument für den Gebrauch zu adjustiren, setzt man das untere Theil des Stabes b in Fig. 2. bis zu den Zeichen + in kaltes Fluß- oder Regenwasser, das sich in einem Gefäße befindet, welches über's Feuer gesetzt werden kann. Nachdem das Wasser eine Viertelstunde gekocht hat, dreht man den Weiser ab in Fig. 3., bis er die horizontale Stellung bei b angenommen hat, was der Siedepunkt des heißen Wassers ist, und der Abtheilung von 212° auf Fahrenheit's Scale entspricht. Alsdann nimmt man das untere Ende aus dem Wasser und trocknet es ein wenig über dem Feuer. Jetzt kommt nun alles darauf an, daß die Stellung des Zeigers durch nichts verändert werde, und deshalb möchte es zweckmäßig sein, denselben mittelst einer Druckschraube an der Achse c zu befestigen.

Läßt man nun das Instrument an der Luft verköhlen, so wird der Zeiger unter b hinabrücken und geringere Wärmegrade als die des kochenden Wassers anzeigen. Wird nun das Instrument in schmelzendes Zinn, Blei u. s. w. eingetaucht, so wird es die Wärmegrade anzeigen, welche über dem Siedepunkte des Wassers liegen. Ein Messingstab ist ausreichend, um die größten Grade der Kälte und alle Grade der Wärme bis zum Schmelzpunkte des Silbers

und Goldes zu messen. Will man aber größere Grade der Wärme damit messen, so muß der Stab aus Stahl oder aus dem feinsten Eisen verfertigt sein.

Ein Eisenstab, den man mit kochendem Wasser auf die eben beschriebene Weise regulirt hat, vermag nicht allein den Wärmegrad von schmelzendem Zinn und Blei, sondern auch von schmelzendem Silber, Gold und Kupfer zu messen und endlich alle Temperaturen bis zur Schmelzung des Eisens. Ueber diesen Punkt hinaus wendet man einen Stab aus Pseifenthon an, den man mit Quecksilber adjustirt, denn bei selbigem kann man nie Wasser anwenden. Mit diesem thönernen Stab kann man die Wärmegrade bis zur Verglasung der Substanzen messen.

In großen Treiböfen oder Hochöfen kann man ein solches Instrument nicht anwenden, aber in den Ofen, wo Blei und Zinn geschmolzen wird, läßt sich eine kleine Oeffnung anbringen, durch welche eine Portion geschmolzenes Metall heraustritt und dennoch in Verbindung mit der übrigen Metallmasse im Ofen steht. In dieses geschmolzene Metall kann man alsdann das Instrument eintauchen.

Um ein Thermoscop an Eisen-, Kupfer- oder Glasöfen anzubringen, müßte man eine Stelle vorrichten, die zwar keine Oeffnung in den Ofen hat, sondern nur die Dicke eines Steines oder Backsteines besitzt. An diese Stelle müßte das Instrument gebracht werden, und obgleich hier nicht die wirkliche Hitze im Ofen stattfindet, so wird es doch einen vergleichungsmäßigen Wärmegrad unter gleichen Umständen zu verschiedenen Zeiten anzeigen, so daß man daraus abnehmen kann, wie die Glut im Ofen regulirt werden muß.

8. Wedgwood's Thermometer oder Pyrometer.

Eine Dunkelroth-, Hellroth-, und Weißglühhitze sind unbestimmte Ausdrücke, und obgleich diese drei Stadien hinlänglich verschieden von einander sind, so liegen sie doch noch immer zu weit auseinander entfernt. Der Grad der Helligkeit des Feuers nimmt mit seiner Kraft durch eine Menge Abstufungen zu, die sich weder mit Worten bezeichnen, noch durch's Auge unterscheiden lassen.

Wedgwood hatte die Bemerkung gemacht, daß Mischungen von Eisenoxyden und Thon im Feuer eine Manichfaltigkeit bestimmter Farben und Schattirungen an-

nehmen und hoffte daraus nützliche Criteria für die verschiedenen Grade der Wärme zu folgern.

Man muß indessen bekennen, daß ein Thermometer, welches sich auf diesen Grundsatz gründet, für den allgemeinen Gebrauch sehr unbequem sei; denn die Begriffe der Farben lassen sich durch Worte sehr schwierig mittheilen; auch vermögen nicht alle Augen die Farben gleich gut zu unterscheiden und besonders die Abstufungen derselben, welche einander sehr nahe liegen. Dann ist man endlich nicht immer im Stande, sich vor der Wirkung der Dämpfe zu sichern, welche die Farben sehr merklich verändern.

Während man diesen Gegenstand eines aufmerksamen Nachdenkens würdigte, entdeckte man in den thonhaltigen Substanzen eine andere Eigenschaft, die in jeder Art derselben, die wir bis jetzt kennen gelernt haben, in größerm oder geringerm Grade vorherrscht, so daß man sie für ein charakteristisches Merkmal dieser Classe von Körpern betrachten kann. Diese Eigenschaft beruht nämlich in der Verminderung ihres Volumens im Feuer. Durch Versuche, welche in dieser Hinsicht angestellt worden sind, hat man bald gefunden, daß diese Eigenschaft einen weit genauern und umfangreichern Maßstab, als die verschiedenen Farbenabstufungen des Feuers für die Grade der Wärme abgibt.

Die Verminderung des Volumens beginnt bei diesen Thonkörpern schon in einer schwachen Rothglühhitze und schreitet mit der Zunahme der Glut ziemlich regelmäßig bis zur Verglasung des Thones, und folglich bis zum äußersten Wärmegrade fort, den Schmelztiegel oder andere aus diesem Material verfertigte Gefäße auszuhalten vermögen. Die Totalzusammenziehung, welche bei einigen guten Thonsorten in der stärksten Glut stattfindet, beträgt mehr als den vierten Theil ihres Volumens nach allen Dimensionen.

Unter allen Sorten, die versucht worden sind, scheinen einige Sorten des reinsten Porzellan-Thones aus Cornwallis sich am besten zu eignen, die Intensität der Glut zu ertragen und die Grade ihrer Wärme zu messen.

Um dieses Material für thermometrische Zwecke zuzubereiten und zu benutzen, wendete Wedgwood folgendes Verfahren an:

Der Thon wird erst geschlemmt und dann in diesem

Thermometer.

verdünnten Zustande durch ein feines Sieb gerieben, dann getrocknet, und in Büchsen aufbewahrt.

In diesen Büchsen gut getrocknet, erleidet er eben so wenig Veränderungen der Dualität, als auf seinem natürlichen Lager, was freilich nicht der Fall zu sein pflegt, wenn er lange Jahre der Wirkung der Luft und der Feuchtigkeit ausgesetzt ist. Die Oeffnungen der Siebe, durch welche Wedgwood seinen Thon zu reiben pflegte, betragen etwa $\frac{1}{100000}$ eines Zolles.

Soll der trockene Thon für thermometrische Zwecke zugerichtet werden, so erweicht man ihn mit etwa $\frac{2}{3}$ seines Gewichtes Wasser und formt kleine Stücke in kleinen Metallformen von $\frac{6}{10}$ Zoll Breite, und ziemlich genau parallel-laufenden Seiten von $\frac{4}{10}$ Zoll Tiefe und 1 Zoll Länge. Damit der Thon gut aus der Form herausgeht, muß man das Innere mit Del bestreichen, und die Form warm machen.

Nachdem diese Stücke völlig ausgetrocknet sind, bringt man sie in eine andere eiserne Form, die bloß einen Boden und zwei Seiten hat und $\frac{5}{10}$ Zoll breit ist. Man schabt die Thonstücke ab, bis sie in diese Form passen.

Um die Zusammenziehung zu messen, welche sie im Feuer erfahren, legt man sie in ein anderes Maß, welches aus einer kupfernen oder messingenen Platte besteht, auf welche zwei Lineale desselben Metalles und ganz gerade aufgeböhlet sind. Sie haben 24 Zoll Länge und sind abgetheilt in Zolle und Zehntelzolle. Diese Lineale bilden einen convergirenden Kanal von $\frac{5}{10}$ Zoll Breite an dem einen und $\frac{3}{10}$ Zoll Breite an dem andern Ende, so daß ein abgeschabtes Thonstück, welches in die eiserne Form paßt, gerade auch in das weitere Ende des Kanales paßt. Ein solches Thonstück soll nun im Feuer sich um $\frac{1}{3}$ seines Volumens zusammengezogen haben, so wird es sich bis zur Mitte des Kanales schieben lassen. Hat es sich um $\frac{2}{3}$ seines Volumens zusammengezogen, so wird es sich bis an's schmalste Ende des Kanales schieben lassen. Jeder zwischenliegende Grad der Zusammenziehung verstattet, das Thonstück bis zu einer gewissen Stelle im Kanale zu schieben, und der Grad, bei welchem es die convergirenden Lineale berührt, gibt das Maß seiner Zusammenziehung und drückt folglich den Wärmegrad aus, welchem es im Feuer ausgesetzt gewesen ist.

Hat man diesen Thon im Sommer an der Sonne oder

in einem mäßig geheizten Zimmer oder bei einer etwas höhern Temperatur über einem Feuer getrocknet, so wird man nie einen Unterschied im Grade seiner Trockenheit bemerken. Er verliert ungefähr, nachdem er so getrocknet ist, den hundertsten Theil seines Gewichtes in der Hitze des kochenden Wassers, ungefähr noch einmal so viel in der Hitze des schmelzenden Bleies, und von hier an bis zur Rothglühhitze noch zehn solcher Theile, im Ganzen also $\frac{12}{100}$.

In jedem Falle wird es gut sein, diese Thonstücke, nachdem sie einmal trocken sind, in eine schwache Rothglühhitze zu bringen, damit sie einige Festigkeit oder Härte erlangen und nun, wenn es nöthig ist, das Einpacken und Transportiren vertragen, hauptsächlich aber, daß man sie mit einemale, ohne daß sie Risse bekommen und zerspringen, was bei ungebranntem Thon häufig der Fall zu sein pflegt, einer sehr starken Hitze aussetzen kann. Man braucht indessen nicht eine besondere Sorgfalt auf den Grad dieser schwachen Rothglühhitze zu verwenden, sondern sieht nur darauf, daß er nicht die niedrigste Temperatur überschreite, die man einst mit ihnen zu messen gedenkt; denn ein Thonstück, welches einem noch geringeren Grade der Wärme ausgesetzt gewesen ist, kann eben so gut gebraucht werden, um höhere Wärmegrade zu messen, als ein Stück, welches gar nicht in's Feuer gekommen ist.

Diesen Theil der Zubereitung anlangend, mag es vielleicht zweckmäßig sein, auf einen Umstand aufmerksam zu machen, der zwar sonst nicht besonders wichtig ist, aber den Arbeiter zum ersten Male doch vielleicht in Verlegenheit setzen könnte.

Wenn die Hitze nicht bei allen Stücken völlig gleichmäßig ist, so wird er wahrscheinlich finden, daß zwar manche angefangen haben, sich zusammenzuziehen, andere dagegen sich auszudehnen, denn indem sie sich der Rothglühhitze nähern, pflegen sie sämmtlich ein wenig aufzuschwellen. Dieses pflegt sich in dem Augenblicke zu ereignen, wo sie die meiste Luft ausgeben, und man muß vielleicht ihre Ausdehnung der großen Elasticität zuschreiben, welche die Luft bei dieser Temperatur erlangt, und welche die Massentheiligen des Thones auseinanderreibt, ehe sie entweicht.

Jede Abtheilung der Scale, obgleich nur $\frac{1}{10}$ Zoll betragend, entspricht $\frac{1}{600}$ der Breite des kleinen Thonstückchens. Man könnte die Genauigkeit des Instrumentes noch

erhöhen, wenn man die Abtheilung kleiner oder die Scale länger machte. Eine solche Verbesserung dürfte aber schwerlich nothwendig sein, und die Vortheile, welche sie gewähren möchte, den damit verbundenen Nachtheilen vollkommen das Gleichgewicht halten.

Wenn eine Scale von zwei Fuß Länge für unbequem gehalten werden sollte, so könnte man sie in zwei Theile, jeden von 1 Fuß Länge theilen, und auf derselben Platte drei messingene Lineale befestigen. Das erste und zweite Lineal müßten an dem einen Ende 1 Zoll und am andern $\frac{4}{10}$ Zoll von einander abstehen, dagegen das zweite und dritte $\frac{4}{10}$ Zoll an dem einen und $\frac{1}{10}$ Zoll an dem andern Ende, so daß die beiden ersten Lineale bis zum 120sten, das zweite und dritte aber bis zum 240sten Grade reichen.

Da dieses Thermometer gleich allen andern, nur den Wärmegrad anzeigen kann, den es erfahren hat, so muß der Versuchsansteller besonders darauf sehen, die Thonstücke einer gleichen Wirkung des Feuers mit dem zu prüfenden Körper auszusetzen, wenn er mit ihnen die Wärme messen will, welcher der Körper ausgesetzt ist. In Oefen, Reverberiröfen unter einer Muffel, wo die Hitze sehr stätig und gleichförmig ist, kann dieses so leicht bewerkstelligt werden, daß wir nichts darüber zu sagen brauchen; aber im freien Feuer, wo die Hitze nothwendig mehr schwankend und über verschiedenen Theilen des Brennmaterials ungleichmäßig ist, da finden schon einige Vorsichtsmaßregeln nützliche Anwendung.

Man kann das Thonstück in der Regel mit der Substanz, welche der Gegenstand des Versuches ist, in den Schmelztiegel legen; ist hingegen letztere von solcher Art, daß sie schmilzt und das Thonstück einhüllt, so muß man ihm vorher eine schwache Hülle von Schmelztiegelthon geben. Da die Thonstücke so klein sind, so geht dieses sehr gut an, man müßte denn mit ganz kleinen Schmelztiegeln arbeiten; auch kann man den Thonstücken jede Größe geben, die man sonst zweckmäßig findet, sobald man nur eine feiner Dimensionen bei $\frac{5}{10}$ Zoll erhält.

Wendet man die kleinste Sorte der Schmelztiegel an, so kann man die Umhüllung des Thonstücks an den Schmelztiegel ankleben, so daß sie sein äußeres Volumen vermehrt. Sollte Jemand die Frage aufwerfen, warum man nicht immer das Thonstück auf diese Weise von außen am Schmelz-

tiegel befestigt, so dient ihm zur Antwort, daß bei großen Schmelztiegeln diese Umhüllung des Thonstücks sich außerhalb des Schmelztiegels weit schneller erhitzt, als der Inhalt des Tiegels. Bei kleinen Schmelztiegeln dagegen hat man dieses nicht zu befürchten, weil sowohl die Umhüllung des Thonstücks, als der Schmelztiegel ziemlich gleiches Volumen haben.

Diese thermometrischen Thonstücke besitzen einige sonderbare Eigenschaften, die man kaum bei irgend einer Substanz anzutreffen erwarten sollte, durch welche sie aber für ihren Zweck ganz besonders geschikt werden.

1) Wenn man sie in eine mäßige Feuerwärme bringt, so erfahren sie keine Vermehrung des Volumens, obschon sie gleich den andern Thonarten porös sind und Wasser absorbiren; und dieses ist selbst dann nicht der Fall, wenn sie mit Wasser gesättigt sind.

2) In sehr heftigem Feuer werden sie in Porzellan verwandelt, oder in eine halbglasartige Substanz. Demungeachtet ziehen sie sich in noch größeren Graden der Hitze, bis zu dem höchsten Grade, den man hervorbringen kann, so regelmäsig wie vorher zusammen.

3) Sie vertragen die plötzliche Abwechselung der Hitze und Kälte: Man kann sie aus der heftigsten Glut herausnehmen und plötzlich in kaltes Wasser werfen, ohne daß ihnen dieses im Geringsten schadet.

4) Selbst wenn sie sich in ihrem porösen Zustande mit Wasser gesättigt haben, kann man sie sogleich in eine Weißglühitze bringen, ohne daß sie zerspringen oder die geringste Beschädigung erfahren.

5) Plötzliche Erkältung, welche sowohl das Volumen als das Gefüge der meisten Körper verändert, afficirt sie nicht im Geringsten, äußert wenigstens keinen Einfluß auf irgend eine der Eigenschaften, durch welche sie für thermometrische Zwecke geeignet werden.

Diese Thonstücke werden nicht sowohl durch den langen Aufenthalt im Feuer, sondern bloß durch den Grad der Hitze afficirt, welchem sie ausgesetzt sind. In 3 Minuten oder in noch kürzerer Zeit sind sie von der Wärme, welche auf sie wirkt, völlig durchdrungen, so daß sie die völlige Zusammenziehung erfahren haben, welche dieser Grad der Wärme hervorzubringen im Stande ist. Diese Zusammenziehung ist durchaus nicht beträchtlicher bei den Thonstücken

welche viele Stunden lang stufenweise bis zu demselben Grad erhitzt worden sind. Hohe Wärmegrade theilen sich ihnen weit schneller mit, als niedrige, ohne Zweifel, weil in ersterem Falle ihr Gefüge weit geschlossener und dichter wird.

Die Scale beginnt bei der Rothglühhitze, wie sie am Tage völlig sichtbar ist. Die größte Hitze, die man bei Versuchen erlangt hat, sind 160° . Dieser Wärmegrad wurde hervorgebracht in einem Windofen von 8 Zoll in's Gevierte.

Hr. Mchorne hat im Tower viele Schmelzversuche mit reinen Metallen angestellt, um auszumitteln, bei welchem Grade des Thermometers dieselben flüssig werden. Das schwedische Kupfer schmolz bei 27° .

Silber bei 28° .

Gold bei 32° und

Messing bei 21° .

Demungeachtet steigern die Arbeiter in den Defen, wo Messing und Kupfer geschmolzen wird, die Glut bis auf 140° und darüber. Weßhalb sie eine solche Glut unterhalten oder zu welchem Zweck sie nöthig sei, ist noch nicht erklärt worden.

Die Schweißhitze des Eisens fällt zwischen 90 und 95° , und der höchste Grad der Hitze, den man auf einem gewöhnlichen Schmiedeherd zu erzeugen vermag, reicht bis an 125° .

Guß Eisen schmolz bei 130° sowohl im Schmelztiegel eines Privatofens, als in einer Eisengießerei, konnte aber nicht auf dem Schmiedeherde zum Schmelzen gebracht werden, obgleich die Hitze desselben nur 5° geringer ist. Bei 150° kommt das Eisen in den Fluß, der zum Gießen erforderlich ist.

Man hatte allgemein geglaubt, daß das Gußeisen bei einem weit geringern Grade der Hitze als das geschmiedete Eisen flüssig werde; ersteres verlangt aber 35 bis 40° mehr, als die Schweißhitze des geschmiedeten Eisens beträgt.

Der Grad der Hitze, bei welchem das Kupfer schmilzt, wird von Manchen eine Weißglühhitze genannt, beträgt aber nur 27° dieses Thermometers. Die Schweißhitze des Eisens beträgt 90° und ist noch immer eine Weißglühhitze. Selbst 130° , bei welchen das Gußeisen in Fluß geräth, sind noch eine Weißglühhitze. Selbst bis 160° und darüber

hat man die Weißglühhitze; deshalb mußte dieser Ausdruck gänzlich abgeschafft werden.

Ein heftiger Schmelztiegel schmolz bei 150° in einer Eisengießerei in eine schlackenartige Substanz zusammen. Nägel von weichem Eisen schmolzen in einem heftigen Schmelztiegel bei 154° zu einer Masse mit dem Boden des Schmelztiegels zusammen. Der Theil des Schmelztiegels über dem Eisen war wenig beschädigt.

Man hat auch die Schmelzhitze der Glasöfen untersucht, bei welchen die völlige Verglasung der Materialien erfolgt. In einem solchen Ofen betrug sie bei Flintglas 114° und bei Tafelglas 124° ; in einem andern betrug sie bei Flintglas nur 70° , woraus sich die Ungleichmäßigkeit der Hitze ergibt, deren sich die Arbeiter, vielleicht ohne es selbst zu wissen, für denselben Zweck bedienen. Nach der vollständigen Verglasung läßt man die Hitze bis auf 28° oder 29° herabkommen, und sie ist dann noch ausreichend, das Glas in Fluß zu erhalten.

Später wird die Glut wieder gesteigert, um das Glas zu verarbeiten. Bei Tafelglas betrug sie in diesem Falle 57° . Die Delfter Waare (eine Fayence-Art) wird bei 40° oder 41° ; das rahmfarbene Steingut (queen's-ware) bei 86° ; das eigentliche Steingut, was die Franzosen pots de grès nennen, bei 102° gebrannt. In dieser starken Glut erhält es ein porzellanartiges Gefüge. Die thermometrischen Thonstücke erhalten bei 110° ein porzellanartiges Gefüge.

Obige Hitzegrade sind auf die Weise ausgemittelt worden, daß man die thermometrischen Thonstücke mit den Substanzen selbst in den betreffenden Ofen erhitzte.

Dieser Thermometerapparat kann auch dazu dienen, den Wärmegrad zu messen, bei welchem verschiedene Substanzen fremder Nationen und in längst vergangenen Zeiten gebrannt worden sind; denn der gebrannte Thon und Zusammensetzungen, in welchen der Thon einen Hauptbestandtheil ausmacht, verändern nicht ihr Volumen, wenn sie wiederum in Grade der Wärme kommen, denen sie schon ausgefekt gewesen sind, ziehen sich aber bei höhern Wärmegraden zusammen, wie man sich überzeugen kann, wenn man ein Bruchstück eines solchen Gefäßes oder dergleichen in die beschriebene Form der Thermometerstücke einpaßt und dann mit einem Thermometerstück so lange heizt, bis es

sich zusammenzieht. Der Grad, bei welchem diese Zusammenziehung erfolgt, zeigt nun den Grad der Wärme an, bei welchem dieses Stück oder das ganze Gefäß gebrannt worden ist.

Man hat auf diese Weise mehrere römische und etruskische Gefäße untersucht. Keines derselben scheint in größerer Hitze als zu 32° und auch keines derselben in geringerer Hitze als 20° gebrannt worden zu sein; denn ihre Bruchstücke zogen sich alle an diesen Gränzpunkten oder bei dazwischenliegenden Graden zusammen.

Ein Bruchstück eines etruskischen Gefäßes schmolz völlig bei 33° ; Bruchstücke einiger anderer Gefäße, wie auch römischer irdener Geschirre, bei 36° . Das Worcester=Porzellan verglaste bei 94° ; Spriment's Chelsea=Porzellan bei 105° ; das Derby=Porzellan bei 112° , und das Bow=Porzellan bei 121° , während das Bristol=Porzellan keine Spur von Verglasung bei 135° gewahr werden ließ. Das gewöhnliche chinesische Porzellan konnte selbst in dem stärksten Feuer nicht vollständig verglast werden. Bei 120° begann es zu erweichen; bei 156° wurde es so weich, daß es zusammensank und sich fest an eine sehr unregelmäßige Oberfläche anheftete. Das echte Steingut von Nankin wird durch diese Hitze nicht im Geringsten erweicht, auch nicht in eine porzellanartige Masse verwandelt, vielmehr bleiben die unglasirten Theile desselben von solcher Beschaffenheit, daß sie Wasser einsaugen und an der Zunge ankleben. Das Dresdner Porzellan ist weit feuerbeständiger, als das gemeine chinesische Porzellan, kommt aber dem Steingut aus Nankin nicht gleich. Das rahmfarbene englische Steingut oder Fahance verträgt dieselbe Hitze als das Dresdner Porzellan, und seine Masse wird davon eben so wenig afficirt.

Hr. Pott hält es für ein Meisterstück der Kunst, eine Mischung von Kreide und Thon zu gleichen Theilen (wie aus seinen Tabellen zu erhellen scheint) zu schmelzen. Diese Mischung verglast vollständig bei 123° dieses Thermometers.

Hr. Fournay bemerkt im Journal des Mines, daß es allen denen, welche sich in einer Reihe von Jahren der Wedgwood'schen Pyrometer bedient haben, bekannt sei, daß die von Wedgwood später gefertigten Instrumente nicht die Genauigkeit besitzen, wie die von ihm früher gefertigten. Daraus gehe aber hervor, daß die natürlichen Mischungen der Thonerde nicht von unveränderlicher Be-

schaffenheit seien; denn alle Diejenigen, welche es versucht hätten, ähnliche pyrometrische Thonstücke zu verfertigen, hätten mit denselben Resultate erhalten, die mit Wedgwood's Resultaten nicht nur nicht gestimmt haben, sondern auch die Instrumente, von einer und derselben Person verfertigt, hätten unter einander nicht gestimmt.

Dies ist indessen kein Grund, dieses Instrument aus unsern Laboratorien zu verbannen; denn wenn es auch Mängel hat, so gewährt es doch immer einen Nutzen, den man nicht von der Hand weisen darf, so lange man es nicht durch ein besseres Instrument ersetzen kann. Die Mängel einer Sache anzeigen, ist indessen immer von Nutzen, denn das Nachdenken Anderer wird dadurch aufgefördert, Mittel zu ersinnen, welche diesen Mängeln abhelfen.

Die Schwierigkeit, sich einen Thon zu verschaffen, welcher sich gleichmäßig in der Hitze zusammenzieht, ist längst als ein Mangel dieses Thermometers betrachtet worden, und man hat deshalb diese scharfsinnige Erfindung fast gänzlich vernachlässigt.

Neuerdings hat ein gewisser Sivright den Vorschlag gemacht, statt des Porzellanthones aus Cornwallis kleine Stücke des chinesischen Bildsteines anzuwenden, den die Mineralogen Agalmatolith nennen, weil die Erfahrung gelehrt hat, daß dieser Stein nicht nur eine sehr hohe Temperatur auszuhalten vermag, sondern sich auch weit empfindlicher und gleichmäßiger zusammenzieht.

Wir theilen nun die Formel mit, welche dazu dient, die Grade von Wedgwood's Thermometer in Grade des hunderttheiligen Thermometers zu verwandeln. Da der Nullpunkt von Wedgwood's Thermometer anzunehmen ist = $580^{\circ} 56' C$, und jeder Grad = $72^{\circ} 22' 22''$, so erhält man

$$C^{\circ} = 580^{\circ} 56' + (72^{\circ} 22' 22'') W.$$

Wir bemerken indessen, daß diese Reduction nur durch Berechnung und nicht durch's Instrument selbst gefunden werden kann.

Es folgen nun hier noch vergleichende Tabellen über die drei gewöhnlichsten und gebräuchlichsten Thermometer-Scalen.

Vergleichende Tabelle der drei gewöhnlichsten Thermo-
meter = Scalen.

Cent.	Reau.	Fahr.	Cent.	Reau.	Fahr.	Cent.	Reau.	Fahr.
100	80,0	212,0	53	42,4	127,4	6	4,8	42,8
99	79,2	210,2	52	41,6	125,6	5	4,0	41,0
98	78,4	208,4	51	40,8	123,8	4	3,2	39,2
97	77,6	206,6	50	40,0	122,0	3	2,4	37,4
96	76,8	204,8	49	39,2	120,2	2	1,6	35,6
95	76,0	203,0	48	38,4	118,4	1	0,8	33,8
94	75,2	201,2	47	37,6	116,6	0	0,0	32,0
93	74,4	199,4	46	36,8	114,8	- 1	0,8	30,2
92	73,6	197,6	45	36,0	113,0	2	1,6	28,4
91	72,8	195,8	44	35,2	111,2	3	2,4	26,6
90	72,0	194,0	43	34,4	109,4	4	3,2	24,8
89	71,2	192,2	42	33,6	107,6	5	4,0	23,0
88	70,4	190,4	41	32,8	105,8	6	4,8	21,2
87	69,6	188,6	40	32,0	104,0	7	5,6	19,4
86	68,8	186,8	39	31,2	102,2	8	6,4	17,6
85	68,0	185,0	38	30,4	100,4	9	7,2	15,8
84	67,2	183,2	37	29,6	98,6	10	8,0	14,0
83	66,4	181,4	36	28,8	96,8	11	8,8	12,2
82	65,6	179,6	35	28,0	95,0	12	9,6	10,4
81	64,8	177,8	34	27,2	93,2	13	10,4	8,6
80	64,0	176,0	33	26,4	91,4	14	11,2	6,8
79	63,2	174,2	32	25,6	89,6	15	12,0	5,0
78	62,4	172,4	31	24,8	87,8	16	12,8	3,2
77	61,6	170,6	30	24,0	86,0	17	13,6	1,4
76	60,8	168,8	29	23,2	84,2	18	14,4	-0,4
75	60,0	167,0	28	22,4	82,4	19	15,2	2,2
74	59,2	165,2	27	21,6	80,6	20	16,0	4,0
73	58,4	163,4	26	20,8	78,8	21	16,8	5,8
72	57,6	161,6	25	20,0	77,0	22	17,6	7,6
71	56,8	159,8	24	19,2	75,2	23	18,4	9,4
70	56,0	158,0	23	18,4	73,4	24	19,2	11,2
69	55,2	156,2	22	17,6	71,6	25	20,0	13,0
68	54,4	154,4	21	16,8	69,8	26	20,8	14,8
67	53,6	152,6	20	16,0	68,0	27	21,6	16,6
66	52,8	150,8	19	15,2	66,2	28	22,4	18,4
65	52,0	149,0	18	14,4	64,4	29	23,2	20,2
64	51,2	147,2	17	13,6	62,6	30	24,0	22,0
63	50,4	145,4	16	12,8	60,8	31	24,8	23,8
62	49,6	143,6	15	12,0	59,0	32	25,6	25,6
61	48,8	141,8	14	11,2	57,2	33	26,4	27,4
60	48,0	140,0	13	10,4	55,4	34	27,2	29,2
59	47,2	138,2	12	9,6	53,6	35	28,0	31,0
58	46,4	136,4	11	8,8	51,8	36	28,8	32,8
57	45,6	134,6	10	8,0	50,0	37	29,6	34,6
56	44,8	132,8	9	7,2	48,2	38	30,4	36,4
55	44,0	131,0	8	6,4	46,4	39	31,2	38,2
54	43,2	129,2	7	5,6	44,6	40	32,0	40,0

Reau.	Celsius	Fahr.	Reau.	Celsius	Fahr.	Reau.	Celsius	Fahr.
80	100,00	212,	42	52,50	126,50	4	5,00	41,00
79	98,75	209,75	41	51,25	124,25	3	3,75	38,75
78	97,50	207,50	40	50,00	122,00	2	2,50	36,50
77	96,25	205,25	39	48,75	119,75	1	1,25	34,25
76	95,00	203,00	38	47,50	117,50	0	0,00	32,00
75	93,75	200,75	37	46,25	115,25	-1	-1,25	29,75
74	92,50	198,50	36	45,00	113,00	2	2,50	27,50
73	91,25	196,25	35	43,75	110,75	3	3,75	25,25
72	90,00	194,00	34	42,50	108,50	4	5,00	23,00
71	88,75	191,75	33	41,25	106,25	5	6,25	20,75
70	87,50	189,50	32	40,00	104,00	6	7,50	18,50
69	86,25	187,25	31	38,75	101,75	7	8,75	16,25
68	85,00	185,00	30	37,50	99,50	8	10,00	14,00
67	83,75	182,75	29	36,25	97,25	9	11,25	11,75
66	82,50	180,50	28	35,00	95,00	10	12,50	9,50
65	81,25	178,25	27	33,75	92,75	11	13,75	7,25
64	80,00	176,00	26	32,50	90,50	12	15,00	5,00
63	78,75	173,75	25	31,25	88,25	13	16,25	2,75
62	77,50	171,50	24	30,00	86,00	14	17,50	0,50
61	76,25	169,25	23	28,75	83,75	15	18,75	-1,75
60	75,00	167,00	22	27,50	81,50	16	20,00	4,00
59	73,75	164,75	21	26,25	79,25	17	21,25	6,25
58	72,50	162,50	20	25,00	77,00	18	22,50	8,50
57	71,25	160,25	19	23,75	74,75	19	23,75	10,75
56	70,00	158,00	18	22,50	72,50	20	25,00	13,00
55	68,75	155,75	17	21,25	70,25	21	26,25	15,25
54	67,50	153,50	16	20,00	68,00	22	27,50	17,50
53	66,25	151,25	15	18,75	65,75	23	28,75	19,75
52	65,00	149,00	14	17,50	63,50	24	30,00	22,00
51	63,75	146,75	13	16,25	61,25	25	31,25	24,25
50	62,50	144,50	12	15,00	59,00	26	32,50	26,50
49	61,25	142,25	11	13,75	56,75	27	33,75	28,75
48	60,00	140,00	10	12,50	54,50	28	35,00	31,00
47	58,75	137,75	9	11,25	52,25	29	36,25	33,25
46	57,50	135,50	8	10,00	50,00	30	37,50	35,50
45	56,25	133,25	7	8,75	47,75	31	38,75	37,75
44	55,00	131,00	6	7,50	45,50	32	40,00	40,00
43	53,75	128,75	5	6,25	43,25			

Fahr.	Reau.	Celsius	Fahr.	Reau.	Celsius	Fahr.	Reau.	Celsius
212	80,00	100,00	161	57,33	71,66	110	34,66	43,33
211	79,55	99,44	160	56,88	71,11	109	34,22	42,77
210	79,11	98,88	159	56,44	70,55	108	33,77	42,22
209	78,66	98,33	158	56,00	70,00	107	33,33	41,66
208	78,22	97,77	157	55,55	69,44	106	32,88	41,11
207	77,77	97,22	156	55,11	68,88	105	32,44	40,55
206	77,33	96,66	155	54,66	68,33	104	32,00	40,00
205	76,88	96,11	154	54,22	67,77	193	31,55	39,44
204	76,44	95,55	153	53,77	67,22	102	31,11	28,88
203	76,00	95,00	152	53,33	66,66	101	30,66	38,33
202	75,55	94,44	151	52,88	66,11	100	30,22	37,77
201	75,11	93,88	150	52,44	65,55	99	29,77	37,22
200	74,66	93,33	149	52,00	65,00	98	29,33	36,66
199	74,22	92,77	148	51,55	64,44	97	28,88	36,11
198	73,77	92,22	147	51,11	63,88	96	28,44	35,55
197	73,33	91,66	146	50,66	63,33	95	28,00	35,00
196	72,88	91,11	145	50,22	62,77	94	27,55	34,44
195	72,44	90,55	144	49,77	62,22	93	27,11	33,88
194	72,00	90,00	143	49,33	61,66	92	26,66	33,33
193	71,55	89,44	142	48,88	61,11	91	26,22	32,77
192	71,11	88,88	141	48,44	60,55	90	25,77	32,22
191	70,66	88,33	140	48,00	60,00	89	25,33	31,66
190	70,22	87,77	139	47,55	59,44	88	24,88	31,11
189	69,77	87,22	138	47,11	58,88	87	24,44	30,55
188	69,33	86,66	137	46,66	58,33	86	24,00	30,00
187	68,88	86,11	136	46,22	57,77	85	23,55	29,44
186	68,44	85,55	135	45,77	57,22	84	23,11	28,88
185	68,00	85,00	134	45,33	56,66	83	22,66	28,33
184	67,55	84,44	133	44,88	56,11	82	22,22	27,77
183	67,11	83,88	132	44,44	55,55	81	21,77	27,22
182	66,66	83,33	131	44,00	55,00	80	21,33	26,66
181	66,22	82,77	130	43,55	54,44	79	20,88	26,11
180	65,77	82,22	129	43,11	53,88	78	20,44	25,55
179	65,33	81,66	128	42,66	53,33	77	20,00	25,00
178	64,88	81,11	127	42,22	52,77	76	19,55	24,44
177	64,44	80,55	126	41,77	52,22	75	19,11	23,88
176	64,00	80,00	125	41,33	51,66	74	18,66	23,33
175	63,55	79,44	124	40,88	51,11	73	18,22	22,77
174	63,11	78,88	123	40,44	50,55	72	17,77	22,22
173	62,66	78,33	122	40,00	50,00	71	17,33	21,66
172	62,22	77,77	121	39,55	49,44	70	16,88	21,11
171	61,77	77,22	120	39,11	48,88	69	16,44	20,55
170	61,33	76,66	119	38,66	48,33	68	16,00	20,00
169	60,88	76,11	118	38,22	47,77	67	15,55	19,44
168	60,44	75,55	117	37,77	47,22	66	15,11	18,88
167	60,00	75,00	116	37,33	46,66	65	14,66	18,33
166	59,55	74,44	115	36,88	46,11	64	14,22	17,77
165	59,11	73,88	114	36,44	45,55	63	13,77	17,22
164	58,66	73,33	113	36,00	45,00	62	13,33	16,66
163	58,22	72,77	112	35,55	44,44	61	12,88	16,11
162	57,77	72,22	111	35,11	43,88	60	12,44	15,55

Fahr.	Reau.	Celsius	Fahr.	Reau.	Celsius	Fahr.	Reau.	Celsius
59	12,00	15,00	25	8,11	8,88	8	17,77	22,22
58	11,55	14,44	24	8,55	4,44	9	18,22	22,77
57	11,11	13,88	23	4,00	5,00	10	18,66	23,33
56	10,66	13,33	22	4,44	5,55	11	19,11	23,88
55	10,22	12,77	21	4,88	6,11	12	19,55	24,44
54	9,77	12,22	20	5,33	6,66	13	20,00	25,00
53	9,33	11,66	19	5,77	7,22	14	20,44	25,55
52	8,88	11,11	18	6,22	7,77	15	20,88	26,11
51	8,44	10,55	17	6,66	8,33	16	21,33	26,66
50	8,00	10,00	16	7,11	8,88	17	21,77	27,22
49	7,55	9,44	15	7,55	9,44	18	22,22	27,77
48	7,11	8,88	14	8,00	10,00	19	22,66	28,33
47	6,66	8,33	13	8,44	10,55	20	23,11	28,88
46	6,22	7,77	12	8,88	11,11	21	23,55	29,44
45	5,77	7,22	11	9,33	11,66	22	24,00	30,00
44	5,33	6,66	10	9,77	12,22	23	24,44	30,55
43	4,88	6,11	9	10,22	12,77	24	24,88	31,11
42	4,44	5,55	8	10,66	13,33	25	25,33	31,66
41	4,00	5,00	7	11,11	13,88	26	25,77	32,22
40	3,55	4,44	6	11,55	14,44	27	26,22	32,77
39	3,11	3,88	5	12,00	15,00	28	26,66	33,33
38	2,66	3,33	4	12,44	15,55	29	27,11	33,88
37	2,22	2,77	3	12,88	16,11	30	27,55	34,44
36	1,77	2,22	2	13,33	16,66	31	28,00	35,00
35	1,33	1,66	1	13,77	17,22	32	28,44	35,55
34	0,88	1,11	0	14,22	17,77	33	28,88	36,11
33	0,44	0,55	-1	14,66	18,33	34	29,33	36,66
32	0,00	0,00	2	15,11	18,88	35	29,77	37,22
31	-0,44	-0,55	3	15,55	19,44	36	30,22	37,77
30	0,88	1,11	4	16,00	20,00	37	30,66	38,33
29	1,33	1,66	5	16,44	20,55	38	31,11	38,88
28	1,77	2,22	6	16,88	21,11	39	31,55	39,44
27	2,22	2,77	7	17,33	21,66	40	32,00	40,00
26	2,66	3,33						

9. Mills' Pyrometer.

(Hierzu Fig. 4.)

Fludd's erstes Thermometer war auf die Ausdehnung der Luft gegründet; später wendete man Weingeist und Quecksilber an, aber Mills' ist wieder zur Anwendung der Luft zurückgekehrt. Dr. Hook fand, daß die Sommerwärme die gewöhnliche Luft um den 30. Theil ausdehne, und Hr. Boyle, in seiner History of Cold, theilt Versuche mit, aus denen hervorgeht, daß die strengste Kälte in England die Luft nicht um den 20. Theil zusammenziehe. Da nun $\frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{1}{12}$ ist, so kann man dar-

aus folgern, daß dasselbe Volumen Luft, welches bei einer sehr kalten Temperatur 12 Theile einnimmt, 13 solcher Theile einnimmt in einem sehr warmen Sommer. Diese Ausdehnung ist eben so groß, als diejenige des Weingeistes, wenn er zu kochen beginnt. Aus diesem Grunde, und ferner auch, weil sie so empfindlich gegen Wärme und Kälte ist, auch ihre Elasticität behält, selbst nachdem sie lange eingeschlossen gewesen, ist die Luft vielleicht die geeignetste Flüssigkeit zur Verfertigung von Instrumenten, mit denen man die Grade der Wärme messen will.

Dr. Hales hat gefunden, daß in einer leeren Retorte, wenn man sie so lange über dem Feuer läßt, bis ihr Boden rothglühend geworden ist, die Luft sich um's doppelte, und wenn man die Retorte weißglühend werden läßt, um's dreifache Volumen ausdehnt.

Das Bedürfniß eines bequemern Instrumentes als Mor timer's und Wedgwood's Thermometer, um damit die höhern Wärmegrade zu messen, welche über die Temperatur des kochenden Quecksilbers hinausliegen, fühlen besonders die Töpfer, ferner diejenigen, welche sich mit dem Schmelzen der Erze beschäftigen, und manche andere Künstler.

Mills' Pyrometer, welches Fig. 4. abgebildet ist, gründet sich auf die Ausdehnung der Luft durch die Wärme. Es besteht aus einer Röhre und Kugel von Platina, aus dem Ganzen gearbeitet.

Die Kugel a ist hohl und von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser.

Die Röhre b muß vollkommen cylindrisch sein und etwa $\frac{1}{6}$ Zoll Durchmesser im Lichten haben.

Diese Röhre ist luftdicht befestigt, oder besser gelöthet an eine gläserne Röhre c, die so gebogen ist, daß sie die Gestalt eines umgekehrten Hebers eod erhält. Das obere Ende der Röhre trägt eine Kugel d von gleicher Capacität mit der Kugel a. Ehe man diese Kugel schließt, gibt man ihr eine trichterförmige Oeffnung, um eine hinlängliche Quantität Quecksilber einbringen zu können. Alsdann schließt man diese Oeffnung mit dem Löthrohr.

Eine Scale e ist an dem langen Schenkel des umgekehrten Hebers angebracht.

Wenn die Platinkugel a in's Feuer gebracht wird, so dehnt sich die in derselben befindliche Luft durch die Wärme aus und drückt auf das Quecksilber in den Schenkeln des Instrumentes, wodurch dasselbe mehr oder weniger gegen

die Kugel d, je nach dem größern oder geringern Wärmegrad, emporgetrieben wird.

Da die Platinkugel dadurch, daß sie öfters hohen Wärmegraden im freien Feuer ausgesetzt wird, nach und nach abgenutzt werden müßte, so gibt man ihr die Hülle g aus feuerbeständigem Thon, um sie gegen das Feuer zu schützen. Den ganzen leeren Raum der Hülle füllt man mit Kohlenpulver oder Sand aus.

Dieses Pyrometer gewährt die Bequemlichkeit, die Grade der Wärme während der ganzen Dauer einer Operation ablesen zu können, und setzt in den Stand, mit größerer Sicherheit die Temperatur der Deseu reguliren zu können.

10. Specifische Wärme.

Die Lehre der specifischen Wärme oder der Wärmecapacität, wie sie auch genannt zu werden pflegt, ist von theoretischen Chemikern viel studirt worden, aber ihre Arbeiten haben der Praxis wenig Nutzen gebracht.

Wenn zwei gleiche Theile derselben Flüssigkeit bei verschiedenen Graden der Wärme zusammengemischt werden, so beträgt die Wärme der Mischung fast das arithmetische Mittel beider; werden aber verschiedene Substanzen zusammengemischt, so erhält man oft, wenn auch keine chemische Gegenwirkung stattfindet, ein ganz anderes Resultat.

Bringt man ein Pfund Wasser von 100° F. mit einem Pfund Quecksilber von 40° F. in Berührung, so wird die Temperatur beider nicht 70° , sondern $97,5^{\circ}$ betragen. Obgleich nun das Pfund Wasser nur $2,5^{\circ}$ Wärme abgetreten hat, so ist diese Wärme doch im Stande gewesen, die Temperatur des Quecksilbers bis auf $57,5^{\circ}$ zu erhöhen.

Daraus ergibt sich durch Berechnung, daß, wenn das Quecksilber irgend einer Wärmequelle exponirt wird, seine Temperatur für jeden einzelnen Grad Wärme, den ein ähnliches Gewicht Wasser erlangt, um 23° erhöht wird; denn

$$57,5 : 2,5 = 23 : 1$$

In der folgenden Tabelle sind die relativen Wärmequantitäten angegeben, welche nöthig sind, um 1 Pfund der Substanz nach irgend einer Scale um einen Wärmegrad zu erhöhen. Zur Einheit hat man die Erwärmung eines Pfundes Wasser um 1° angenommen und diese Einheit durch 10000 ausgedrückt. Diese Tabelle enthält nur

die Substanzen, welche in den Künsten am gebräuchlichsten sind.

Diese Zahlen sind zwar für die Praxis ausreichend, man darf indessen nicht zu großes Vertrauen in dieselben setzen. Die beiden letzten Stellen sind ohne Zweifel sehr unrichtig, und ich möchte nicht einmal die Stelle der Hunderter für zuverlässig halten. Da ich die Resultate jedes Versuchsanstellers mitgetheilt habe, so kann man, wenn man es für zweckmäßig erachtet, die mittlere Durchschnittszahl nehmen.

Atmosphärische Luft	2669
Stickstoffgas	2754
Wasserstoffgas	32936
Delbildendes Gas	4207
Kohlenoxydgas	2884
Kohlensäuregas	2210
Sauerstoffgas	2361
Wasserdampf	8470
Wasser	10090
Eis	8000
Holzkohle	2631
Steinkohle	2800
Rückstand der Verbrennung (cinders)	1900
Steinkohlenasche	1860
Tannenholz	6500
Eichenholz	5100
Buchenholz	4800
Holzasche	1400
Schwefel	1880
Schwefelsäure (sp. Sch. 1885)	7580
desgl. (sp. Sch. 1872)	4290
desgl. (sp. Sch. 1844)	3500
desgl. (4, Wasser 5)	6631
desgl. (4, Wasser 3)	6031
desgl. (18, Wasser 10)	5200
Salpetersäure (sp. Sch. 1200)	7600
desgl. (sp. Sch. 1300)	6600
desgl. (sp. Sch. 1360)	6300
Salzsäure (sp. Sch. 1153)	6000
Eßig	9200
Eßigsäure	6600
Kali-Auflösung (sp. Sch. 1346)	7590

Ammoniumflüssigkeit (sp. Sch. 997)	7080
desgl. (sp. Sch. 948)	10300
Weingeist (Kirwan)	10860
desgl. (Irving)	9300
desgl. (Crawford)	6666
desgl. (Leslie)	6400
desgl. (Numford sp. Sch. 853)	5897
desgl. (sp. Sch. 818)	5499
desgl. (Dalton sp. Sch. 848)	7600
desgl. (sp. Sch. 817)	7000
Gold (Kirwan)	500
desgl. (Dulong und Petit)	298
Silber (Wilcke)	820
desgl. (Dulong u.)	557
Quecksilber (Lavoisier)	290
desgl. (Dulong u.)	330
desgl. (Dalton)	496
Platin	1314
Blei (Dulong u.)	293
desgl. (Crawford)	352
desgl. (Wilcke)	420
desgl. (Kirwan)	500
Bleiglätte	680
Zinn (Dulong u.)	514
desgl. (Wilcke)	600
desgl. (Dalton)	700
Zinnoryd	990
Eisen (Dulong u.)	1100
desgl. (Kirwan)	1250
desgl. (Dalton)	1300
desgl. (Crawford)	1430
Gusseisen (Tredgold)	1400
Eisenoryd	3200
Eisenrost	2500
Kupfer (Dulong u.)	909
desgl. (Wilcke)	1140
Kupferoryd	2272
Kanonenmetall	1100
Zink	927
Zinkoryd	1369
Messing	1160
Regulinisches Antimonium (Wilcke)	630

Thermometer.

Regulinisches Antimonium (Kirwan)	860
Wismuth (Dulong u.)	288
desgl. (Wilcke)	430
<hr/>	
Kreide	2700
Ungelöschter Kalk (Dalton)	3000
desgl. (Crawford)	2209
Gelöschter Kalk	4000
Steingut oder Fayance	1950
Kronglas	2000
Crystall	1929
Schwedisches Glas	1870
Flintglas (Kirwan)	1740
desgl. (Dalton)	1900
Französisches Glas	1770
<hr/>	
Aether	5432
Olivendöl (Kirwan)	7180
desgl. (Leslie)	5000
Leindöl (Kirwan)	5280
desgl. (Rumford)	4519
Ballrath (Ure)	5970
desgl. (Dalton)	5200
Terpentinöl (Kirwan)	4720
desgl. (Rumford)	3385
Naphtha	4151

11. Wärmeleitungsfähigkeit.

Die Wärme besitzt eine für die Praxis sehr wichtige Eigenschaft, bei welcher wir jetzt verweilen wollen. Diese Eigenschaft besteht in der größern oder geringern Geschwindigkeit, mit welcher sie in demselben Körper von einem Massentheilchen zum andern übergeht, und ferner in der Geschwindigkeit, mit welcher gewisse Körper ihre Wärme andern Körpern mittheilen.

Am schnellsten wird die Wärme von Metallen geleitet; denn wenn man das Ende eines Metallstabes, der von beträchtlicher Länge sein kann, stark erhitzt, so wird bald das andere Ende so warm, daß man es nicht in den Händen halten kann.

Das Silber nimmt in Betreff der Leitungsfähigkeit

den ersten Rang ein; Andere nehmen ihn für das Gold in Anspruch. Das Platin ist dagegen ein sehr schlechter Wärmeleiter, denn man kann einen Platindrath von wenig Zollen Länge ziemlich lange in die Flamme einer Kerze halten, ohne sich die Finger zu verbrennen.

Die nächsten schlechtesten Wärmeleiter sind Holzkohlen und Coke, welche man über starkem Feuer durch Destillation gewonnen.

Die Steine sind indessen noch schlechtere Wärmeleiter, als die geschwelte Kohle, und das Glas ist der schlechteste Wärmeleiter, den man kennt. Schüttet man deshalb bei kalter Witterung eine warme Flüssigkeit in ein gläsernes Gefäß, so pflegt es leicht zu zerspringen. Dieses rührt davon her, daß die äußere Fläche des Glases sich nicht so schnell ausdehnt als die innere. Dieses Mißgeschick ereignet sich am häufigsten bei dicken Gläsern und besonders dann, wenn sie an einer Stelle stärker sind, als an der andern. Deshalb macht man die Glaskolben oder Retorten so dünn als möglich.

Die Holzasche ist ein schlechterer Wärmeleiter als der Sand. Man wendete sie sonst in den Cupellenofen an, wenn man nur einer gelinden Wärme bedurfte. Die Backsteine sollen noch schlechtere Wärmeleiter, als Stein oder Glas sein. Eine Mischung von Thon und geschwelter Kohle leitet die Wärme so schlecht, daß man einen kleinen Cylinder von 1 Zoll Länge an dem einen Ende in der Hand halten kann, während das andere Ende der Rothglühhiße ausgesetzt ist. Diese Mischung eignet sich deshalb ganz vortreflich zur Verfertigung der Stöpsel, mit welchen man die Oeffnungen chemischer Oefen verschließt, oder die blechernen Oefenthüren beschlägt. Ein Beschlag dieser Art von der Stärke eines Zolles hält die Wärme in einem Schmelzofen so gut zusammen, daß ein an die Außenseite einer solchen Oefenthür gehaltenes Papierstückchen häufig nicht einmal versengt wird.

Das Holz ist ebenfalls ein so schlechter Wärmeleiter, daß bei einem Versuche, welcher zu dem Behuf angestellt wurde, seine Leitungsfähigkeit mit derjenigen des Eisens zu vergleichen, das eine Ende eines Holzstückes verbrannte, ohne daß es im Abstand einiger Zolle erwärmt werden konnte. Schlechtere Wärmeleiter sind indessen das Coke und die Holzkohle, welche man durch Schwelen erlangt.

Deshalb sind diese Substanzen im gepulverten Zustande sehr gut anzuwenden, um den leeren Raum zwischen doppelten Dfen oder Kaminmauern auszufüllen.

Federn, Seide und Haare oder Pelzwerk sind ebenfalls schlechte Wärmeleiter, was zum größten Theile von der zwischen ihren Fasern befindlichen Luftmenge herzurühren scheint.

Wir wollen hier eine Tabelle mittheilen, welche das Verhältniß der Leitungsfähigkeit verschiedener Körper ausdrückt, die vielleicht in der Praxis von einigem Nutzen sein möchte, wenn sie auch von geringem Umfang und vielleicht nicht ganz genau richtig ist.

Substanzen.	Verhältnißzahlen der Leitungsfähigkeit.
Gold	1000
Silber	973
Kupfer	898
Eisen	374
Zink	363
Zinn	304
Blei	180
Marmor	24
Porzellan	12
Erde, aus welcher die chemischen Dfen verfertigt werden	11

Das Quecksilber ausgenommen, weil es ein Metall ist, sind alle Flüssigkeiten schlechte Wärmeleiter, sobald nämlich die Wärme nicht auf den untersten Theil des Gefäßes wirkt, in welchem sie enthalten sind; denn in diesem Fall erhebt sich jedes successive Massentheilchen, so wie es erwärmt wird, und verursacht eine Circulation, durch welche die Wärme allen Theilen der Flüssigkeit schnell mitgetheilt wird.

Wenn die Wärme dem Boden des Gefäßes schneller mitgetheilt wird, als die erwärmten Massentheilchen durch die über ihnen liegende Flüssigkeitsschicht sich ihren Weg bahnen können, so verwandeln sie sich in Dampf und verdichten sich während des Aufsteigens, oder gelangen in Gestalt von Bläschen empor und bersten an der Oberfläche. Daraus entsteht ein heftiges Wallen, in Folge dessen Glasgefäße manchmal zerspringen. Um den Durchgang der Wärme in der Flüssigkeit zu begünstigen, benutzen einige

Chemiker eine von Gay-Lussac gemachte Beobachtung. Sie thun nämlich spiralförmig gewundenen dünnen Platindraht in die Glasgefäße, um die Wärme schneller durch alle Theile der Flüssigkeit zu leiten und das Zerspringen der Gefäße in Folge des heftigen Aufwallens zu verhüten. Dieses Mittels bedienen sich hauptsächlich die Schwefelsäure-Fabrikanten, wenn sie ihre Säure in großen Glaskolben concentriren wollen. Unter allen Substanzen ist wohl die atmosphärische Luft der schlechteste Wärmeleiter. Diese Eigenschaft derselben kennt man schon seit langer Zeit in Italien; auch haben italienische Schriftsteller häufig doppelte und dreifache Mauern mit leeren Räumen zwischen denselben als ein Mittel empfohlen, sich sowohl gegen die Sommerwärme, als gegen die Winterkälte zu schützen, indem sie ganz richtig bemerken, daß diese leeren Räume nicht allein dieselbe Wirkung einer massiven Mauer von gleicher Dicke besitzen, sondern daß sie auch in einer Rücksicht noch einen Vorzug haben, indem die Luft derselben bei einer gleichmäßigeren Temperatur erhalten wird.

Von demselben Grundsatz ausgehend, hat man in warmen Ländern als Material für Mauerwerk Bimstein und Tuffstein empfohlen. Aus demselben Grunde gab Hr. Watt den Cylindern seiner Dampfmaschinen eine Mantelumhüllung, und der Graf Rumford empfahl doppelte Deckel für Kessel und Kochgeräthe, und doppelte Fenster für die Bohnzimmer. Hr. Dredgold hat in diesem Betreff bemerkt, daß man sich eben so gut und mit geringern Kosten vor den Veränderungen der atmosphärischen Temperatur schützen könne, wenn man nur einen einzigen Fensterrahmen mit doppelten Glascheiben von ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll Abstand anwenden wolle.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die erwärmten Körper ihre Wärme andern Körpern mittheilen, ist nicht so sorgfältig untersucht worden, als die größere oder geringere Geschwindigkeit, mit welcher sich die Wärme durch ihre eigene Masse verbreitet, obschon eine solche Untersuchung von großem Interesse ist. Die Schwefelsäure theilt vorzüglich langsam ihre Wärme andern Körpern mit; denn die Arbeiter gießen sie bei einer Temperatur von 200° oder 190° F. aus der Retorte in andere Glasgefäße. Wollte man Wasser von solcher Wärme in Glasgefäße gießen, so würden sie unfehlbar zerspringen.

Kochender Theer bietet ein ähnliches Beispiel dar. Hr. Davenport erzählt in den *Annals of Philosophy* vom Jahr 1817, daß er in siedendem Theer von 220° seine Hand eben so lange als in Wasser von 140° F. eintauchen konnte. Die Arbeiter, welche das Tauwerk theeren, tauchen beständig ihre Hände und Arme in den siedenden Theer von dieser Temperatur ein, obgleich dieselbe den Siedepunkt des Wassers übersteigt.

Wenn Personen einige Minuten lang die Hitze der Backöfen von 270° F. vertragen, um z. B. die Brote in denselben ordnen zu können, so will man dieses ebenfalls durch die geringe Wärmeleitfähigkeit der Luft erklären u.

12. Ueber ein Heber-Hydrometer, und dessen Anwendung zur Bestimmung der Temperatur des Wassers bei der größten Dichtigkeit. Von Heinr. Meikle.

(Hierzu Fig. 5. und 6.)

Dieser Hydrometer besteht aus einer an beiden Enden offenen, und in Form eines Doppel-Hebers gebogenen Glasröhre mit vier parallelen Schenkeln: die offenen Enden sind nach derselben Richtung, d. i. aufwärts gefehrt, wie die Fig. 5. zeigt.

Die Art der Anwendung dieses Hydrometers ist sehr einfach. Man verschließt das eine Ende des Hebers mit dem Finger, oder mit Kork, und gießt Wasser in das andere Ende. Das Wasser wird nur etwas in dem zweiten Schenkel aufsteigen, weil die Luft in dem andern eingeschlossen ist. Nun verschließt man das andere Ende, und öffnet jenes, welches zuerst verschlossen war. Man gießt in dieses die Flüssigkeit, deren spezifische Schwere man untersuchen will, und öffnet die Röhre, in welche man vorher das Wasser gegossen hat. Wenn man nun das Instrument senkrecht hält, so werden die beiden Flüssigkeiten in demselben sich so stellen, wie es der Druck der eingeschlossenen Luft auf sie erlaubt. Nun wird aber dieser Druck durch die Differenz der Höhen der beiden Flüssigkeitssäulen multiplicirt mit ihrer spezifischen Schwere ausgedrückt. Wenn man daher die Differenz dieser beiden Höhen durch die Differenz jener der andern Flüssigkeit theilt, so erhält man die spezifische Schwere der andern, wenn die specif. Schwere des Wassers = 1 gesetzt wird.

Die Differenz der Schwere der Luftsäulen ist hier, als unbedeutend in der Anwendung, weggelassen.

Die Differenz zwischen den Flüssigkeits-Säulen, welche eigentlich die wirkliche Säule ist, kann durch Anwendung irgend eines Maßstabes, der in kleine gleiche Theile getheilt ist, bemessen werden; die Glasröhren können auch zu größerer Sicherheit auf ein in Grade getheiltes Brett aufgezogen, und es kann ein Vernier dabei angebracht werden u. Man muß etwas auf die Menge der Flüssigkeiten Acht geben; denn, je länger die Säulen, desto genauer ist das Resultat: übrigens bedarf es bei keiner der hier anzuwendenden Flüssigkeiten einer besonderen Genauigkeit. Die Expansion oder die Capillar-Attraction des Glases hat hier keinen Einfluß auf das Resultat. Auch kann die Ausdehnung des Maßstabes keinen Einfluß haben, indem das Verhältniß der Säulen dadurch nicht geändert wird. Nur wenn die Temperatur von der mittleren Temperatur von 40° Fahrenheit abweicht, muß man dieselbe entweder auf die letztere zurückführen, eine kleine oder Correction anbringen, was aber auch bei jedem anderen Hydrometer in einem weit höhern Grade nothwendig ist. Bei diesem Instrumente kann sie meistens vernachlässigt werden.

An dem oben beschriebenen Instrumente habe ich, der größeren Einfachheit wegen, angenommen, daß die Achsen der vier Schenkel des Instrumentes in einer und derselben Ebene liegen. Sie können aber auch und in einigen Fällen vielleicht mit Vortheil, anders gestellt sein. Derjenige Theil, z. B., der die eine Flüssigkeit enthält, kann auf einer Seite des Maßstabes, der andere auf der andern Seite desselben angebracht sein. Diese Form hatte ich zuerst gewählt. Die Flüssigkeiten vermengen sich hier nicht so leicht. Da die Flüssigkeiten bei dem Ausgießen derselben aus dem Instrumente sich vermengen könnten, so läßt sich diesem Nachtheile dadurch abhelfen, daß ein kleiner Theil der oberen Doppel-Enden der Röhren etwas gekrümmt wird, so daß er über alle Röhren emporragt, wenn man sie horizontal legt.

Mitteltst eines solchen Instrumentes, dessen Schenkel recht weit von einander abstehen, so daß man jedes Paar derselben in ein besonderes Bad bringen kann, wie in Fig. 6., kann man auch die große Frage, bei welcher Temperatur das Wasser die größte Dichtigkeit besitzt, mit größerer

Genauigkeit, als auf irgend eine andere mir bisher bekannte Methode bestimmen. Die Methode der Hrn. Dulong und Petit zur Bestimmung der Ausdehnung des Quecksilbers könnte wohl ohne Zweifel zur Auflösung dieser Frage dienen; es scheint mir aber, daß sich der Doppel-Heber leichter handhaben läßt. Wenn man in beide Röhren Wasser gießt, so findet man, bei welcher Temperatur die wirkliche Säule immer die kleinste ist; oder, wenn man zwei Temperaturen findet, bei welchen die Säulen gleich sind, so ist das Mittel zwischen diesen beiden gewiß der gesuchten Zahl sehr nahe. Man könnte dieselbe aber auch durch Interpolation zwischen mehreren ungleichen Beobachtungen auf beiden Seiten des Maximums finden.

Wenn man Maßstäbe haben kann, die weder durch Wärme noch durch einen geringen Wechsel der Temperatur leiden, so kann man sich derselben in den Bädern bedienen, und das Verfahren wird desto einfacher. Es gibt, wie ich glaube, mehrere Hölzer, die bei einem Wechsel in der Temperatur zwischen 32° und 50° keine Aenderung in ihrer Länge erleiden, und folglich außer den Bädern mit Sicherheit gebraucht werden können. Es ließe sich leicht eine Vorrichtung anbringen, die, außen angebracht, beide Säulen messen könnte, ehe die Temperatur sich geändert hat: allein obige ist genau genug.

Die Ausdehnung der Säulen wird noch merklicher werden, wenn man die Röhren verlängert; man muß aber dann Sorge tragen, daß das Bad in seiner ganzen Tiefe gleiche Temperatur hat. Wenn man eine ziemlich weite, an beiden Enden offene Röhre aufrecht in das Bad stellt, und einen festen Stempel in derselben anbringt, so kann die Temperatur leicht von oben bis unten gleichförmig werden, und vielleicht ist die Bewegung des Stempels allein hinreichend.

Die von Hrn. Döwbal Sym (in den *Annals of Philosophy*, IX. Bd. S. 387.) vorgeschlagene Methode, beruht, obschon Dr. Thomson (in seinem *System of Chemistry*, 6th Edit., Bd. I. S. 43.), sie beifällig auführt, auf einer Täuschung. Sie kann höchstens die Temperatur angeben, die mit der scheinbar größten Dichtigkeit des Wassers im Glase correspondirt; gerade als ob, wenn Wasser in der Flasche ist, man die Höhe desselben oben am Halse messen wollte.

13. Ueber die Verfertigung übereinstimmender Kräometer mit Beauméscher Gradleiter, von N. Schöber und S. P. Pecher, Oberfeuerwerker der k. k. öst. Artillerie in Wien.

Die Kräometer mit Beaumé's Grad-Eintheilung gründen sich auf zwei feste Punkte; der eine wird durch das Eintauchen des Instrumentes in reines Wasser, der andere in einer Kochsalzlauge aus 9 Theilen Wasser und 1 Theil Kochsalz, bestimmt. Der Abstand beider Punkte wird in 10 gleiche Theile (Grade) getheilt, und der Wasserpunkt bei Kräometern für dichtere Flüssigkeiten als Wasser, mit 0, bei jenen hingegen, welche für minder dichtere Flüssigkeiten gehören, mit 10 bezeichnet. Vom Wasserpunkte aus werden endlich jetzt gewöhnlich bei beiden Instrumenten so viel solche Grade an der Scalen-Röhre auf- und abwärts getragen, als es die zweckmäßige Länge derselben erlaubt.

Es ist gewiß, daß die nach diesem Verfahren verfertigten Kräometer vollkommen übereinstimmen würden, wenn die Kochsalzlauge immer dasselbe spec. Gewicht hätte, und zugleich die Scalen-Röhre streng cylindrisch wäre. Da jedoch dieses nicht der Fall ist, so müssen sie in ihren Angaben unter einander abweichen. Diese Abweichungen werden der Erfahrung zu Folge so groß, daß man sie bisher zur genauen Bestimmung des spec. Gewichtes verschiedener flüssiger Körper gar nicht anwenden konnte.

Um nun die Kräometer mit Beaumé's Gradleiter so zu verfertigen, daß sie vollkommen übereinstimmen, und daher auch brauchbar werden, im erforderlichen Falle mittelst derselben das spec. Gewicht einer Flüssigkeit verläßlich angeben zu können, wendet man bei ihrer Verfertigung die von Brisson vorgeschlagene Methode an. Der Gedanke, diese Methode bei Verfertigung dieser Kräometer anzuwenden, ist zwar nicht neu, jedoch von der wirklichen Ausführung derselben bis jetzt nichts bekannt.

Es sei das ursprüngliche Gewicht des Instrumentes = A Grane. Sinkt es in eine Flüssigkeit, deren Dichte = φ ist, mit dem Volumen = V ein: so muß es, um im Wasser von der Dichte = 1, mit demselben Volumen V einzusinken, um x Grane leichter oder schwerer gemacht werden, je nachdem φ größer oder kleiner, als das spec.

Gewicht des Wassers, d. h. $\varphi < 1$ ist. Taucht nun das Instrument in beide Flüssigkeiten gleichviel ein, so sind die absoluten Gewichte A , und $A + x$ derselben gleich dem Gewicht des untersuchten Flüssigen und des Wassers bei einerlei Rauminhalt V : es verhalten sich daher die absoluten wie die spec. Gewichte, d. i. $A : (A + x) = \varphi : 1$. Hieraus folgt $x = A \left(\frac{1}{\varphi} - 1 \right)$.

Nach Briffon soll das Aräometer, dessen absolutes Gewicht A Grane man genau bestimmt hat, bei einer festgesetzten Temperatur zuerst in desillirtes Wasser eingesenkt, und der Punkt des Einsinkens angemerkt werden. Hierauf soll man das ursprüngliche Gewicht A des Instrumentes für verschiedene Dichten, φ , anderer Flüssigkeiten nach der Formel $x = A \left(\frac{1}{\varphi} - 1 \right)$ vermehren oder vermindern, je nachdem x positiv oder negativ wird, und jene Punkte, bis wohin das Instrument nun im Wasser eintaucht, mit der Zahl φ genau bezeichnen. Ist dieses geschehen, so wird das anfängliche Gewicht des Instrumentes wieder hergestellt, und dasselbe sodann zum praktischen Gebrauche verwendet.

Um diese Theorie auf Aräometer mit Beaumé's Einteilung anzuwenden, sei das spec. Gewicht der Kochsalzlauge = p ; jenes eines Flüssigen, in welchem das Aräometer n Grade unter oder über dem Wasserpunkte zeigt, = φ ; ferner der Kubikinhalte, mit welchem das Instrument im Wasser einsinkt = K , und in der Kochsalzlauge = $K - k$; so ist der Kubikinhalte, mit welchem das Instrument um n Grade in eine Flüssigkeit unter oder über dem Wasserpunkt eintaucht = $K + \frac{n}{10} k$; unter der Voraussetzung, daß bei einem und demselben Instrumente zwischen je zwei und zwei Theilstreichen gleiche Kubikräume enthalten sind, und n für dichtere Flüssigkeiten als Wasser negativ, für minder dichtere positiv genommen wird. Es folgt daher

$$K : (K - k) = p : 1.$$

$$K : \left(K + \frac{n}{10} k \right) = \varphi : 1. \quad \text{Daraus findet man}$$

$$\varphi = \frac{10p}{10p + n(p - 1)}$$

wird nun in der Formel $x = A \left(\frac{1}{\varphi} - 1 \right)$ statt φ , der hier gefundene Ausdruck substituirt; so gibt dies

$$x = A \cdot \frac{n(p - 1)}{10p} \text{ --- --- --- } \mathcal{A}.$$

Zur Bestimmung von p wurden dreierlei Salze; nämlich: fein gepulvertes krystallisirtes Steinsalz; ferner ein Salz aus reinem kohlen-sauren Natron und reiner Salzsäure frisch bereitet, und endlich hier in Wien käufliches Kochsalz, durch eine Stunde im Wasserbade getrocknet; hierauf von jeder Gattung 2 Loth in 18 Loth reinem Wasser aufgelöset, und bei einer Temperatur von $+ 14^{\circ}$ R. das spec. Gewicht dieser 3 Laugen genau bestimmt. Das arithmetische Mittel aus den erhaltenen drei Resultaten war = 1,074. *)

Setzet man in der Gleichung (\mathcal{A}) $p = 1,074$; so erhält man $x = A \cdot \frac{0,074}{10,74} \cdot n = A \cdot 0,00689013 \cdot n$.

Aus dieser Formel ergibt sich, daß man aus der Gewichtsveränderung für 1 Grad nach Beaumé, jene für ein beliebiges n durch eine einfache Multiplication finden kann; denn man braucht nur den Decimalbruch 0,00689013 mit A zu multipliciren, so hat man die Gewichtsänderung für 1 Grad; multiplicirt man dieses Produkt noch mit n , so hat man jene für n Grade. Auf diese Art wird das Aräometer mit Beaumé's Eintheilung von Grad zu Grad sehr leicht verfertigt.

Will man mit einem solchen Aräometer, bei dessen Verfertigung nach dieser einfachen Berechnung die Gewichtsänderung für die einzelnen Grade bestimmt wurde, das spec. Gewicht irgend eines Flüssigen durch Hülfe einer Tafel genau angeben; so wird man dieses nur dann im Stande sein, wenn bei derselben für eine jede Zahl der Grade das spec. Gewicht nach der hier zum Grunde gelegten Formel

$\varphi = \frac{10p}{10p + n(p - 1)}$ berechnet ist. Bei den schon vorhandenen Tafeln findet dieses nicht Statt; es wurde daher die hier folgende neu berechnet.

T a f e l

der spec. Gewichte für jeden Grad der Beaumé'schen Scale.

Für dichtere Flüssigkeiten als Wasser.				Für minder dichtere Flüssigkeiten als Wasser.			
Grad.	spec. Gew.	Grad.	spec. Gew.	Grad.	spec. Gew.	Grad.	spec. Gew.
0	1,0000	26	1,2182	52	1,5583	40	1,0000
1	1,0069	27	1,2285	53	1,5752	11	0,9931
2	1,0139	28	1,2390	54	1,5925	12	0,9864
3	1,0211	29	1,2497	55	1,6101	13	0,9797
4	1,0283	30	1,2605	56	1,6282	14	0,9731
5	1,0356	31	1,2716	57	1,6467	15	0,9666
6	1,0431	32	1,2828	58	1,6656	16	0,9603
7	1,0506	33	1,2943	59	1,6849	17	0,9539
8	1,0583	34	1,3059	60	1,7047	18	0,9477
9	1,0661	35	1,3177	61	1,7250	19	0,9416
10	1,0740	36	1,3298	62	1,7457	20	0,9355
11	1,0820	37	1,3421	63	1,7669	21	0,9295
12	1,0901	38	1,3546	64	1,7888	22	0,9236
13	1,0983	39	1,3674	65	1,8111	23	0,9177
14	1,1067	40	1,3804	66	1,8340	24	0,9120
15	1,1152	41	1,3937	67	1,8574	25	0,9063
16	1,1239	42	1,4072	68	1,8815	26	0,9007
17	1,1326	43	1,4210	69	1,9062	27	0,8951
18	1,1415	44	1,4350	70	1,9316	28	0,8896
19	1,1506	45	1,4493	71	1,9577	29	0,8842
20	1,1598	46	1,4640	72	1,9844	30	0,8788
21	1,1691	47	1,4789	73	2,0119	31	0,8735
22	1,1786	48	1,4941	74	2,0402	32	0,8683
23	1,1883	49	1,5097	75	2,0693	33	0,8632
24	1,1981	50	1,5255	76	2,0992	34	0,8580
25	1,2080	51	1,5417	77	2,1301	35	0,8530
						36	0,8480
						37	0,8431
						38	0,8382
						39	0,8334
						40	0,8287
						41	0,8239
						42	0,8193
						43	0,8147
						44	0,8102
						45	0,8057
						46	0,8013
						47	0,7969
						48	0,7925
						49	0,7882
						50	0,7839
						51	0,7797
						52	0,7756
						53	0,7714
						54	0,7674
						55	0,7633
						56	0,7593
						57	0,7554
						58	0,7515
						59	0,7476
						60	0,7438
						61	0,7399

Sowohl Beaumé'sche Aräometer, die sich auf diese Tafel beziehen, als auch allgemeine Aräometer und Procentenmesser für Alkohol, Ammoniak, Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure, und raffinirten Zucker in der von Richter gewählten Cylinder — oder in der hier vorgezeich-

neten Form $\left(\begin{array}{c} | \\ \bigcirc \\ | \\ \bigcirc \end{array} \right)$ werden alle nach Brisson's Methode von oben genannten Individuen verfertigt, und sind

*) Das spec. Gewicht der Steinsalzauflösung war nämlich = 1,07303, das der Auflösung des künstlichen Kochsalzes = 1,07518, und das der Auflösung des natürlichen Kochsalzes = 1,07372.

beim bürgerlichen Drechslermeister Herrn Christoph Dreber,
in der Stadt Wien, Schullerstraße Nr. 863., um folgende
Preise (im 20 fl. Fuß) zu haben:

	fl.	kr.
Allgemeine Kräometer für leichte Flüssigkeiten mit den spec. Gewichten (Meißner'sche Scale)		
allein	5.	—
— mit den spec. Gewichten (M. Sc.) und Beauméschen Graden	8 u. 3.	—
— mit den Beaum. Graden allein	1.	12
— für schwere Flüssigkeiten mit den spec. Gewichten (M. Sc.) allein	5.	—
— den spec. Gewichten (M. Sc.) und Beaum. Graden	8 u. 3.	—
— mit den Beaum. Graden allein	1.	12
— mit den Beaum. Graden von 0 bis 30° Laugenwagen	—	40
Alkohol = Messer (Geistwagen) für Procenten dem Gewichte u. Kubikinhalte nach (M. Sc.)	8 u. 1.	36
— Gewicht's-Procenten und Beaum. Grade	8 u. 1.	36
— Kubikinhalte-Procenten und Beaum. Grade	8 u. 1.	36
— Maß in einem Eimer und Beaum. Grade	8 u. 1.	36
— Kubikmaß-Procenten und spec. Gewichte	8 u. 1.	36
Ammoniak = Messer für Gewicht's-Procenten (M. Sc.) allein	5 u. 2.	—
— Gew. Proc. (M. Sc.) und Beaum. Grade	8 u. 3.	—
Salpetersäure = Messer, Gew. Proc. der unvoll- kommenen und vollkommenen Säure (M. Sc.)	8 u. 3.	—
— Gew. Proc. der vollkommenen Säure Beaum. Grade	8 u. 3.	—
— Gew. Proc. der unvollkommenen Säure u. Beaum. Grade	8 u. 3.	—
Salzsäure = Messer, Gew. Proc. (M. Sc.) allein	5 u. 2.	—
— Gewicht's-Proc. (M. Sc.) und Beaum. Grade	8 u. 3.	—
Schwefelsäure = Messer, Gew. Proc. der Säure aus Schwefel und Eisenvitriol (M. Sc.)	8 u. 3.	—
— Gewicht's-Proc. der Säure aus Schwefel und Beaum. Grade	8 u. 3.	—
— Gewicht's-Proc. der Säure aus Eisenvi- triol und Beaum. Grade	8 u. 3.	—
Gläserne Hülsen zu den Richter'schen (Meißn.) Kräometern	—	40

Die Kräometer im Preise zu 5 bis 8 fl. sind cylinderförmig (Meißner'sche), jene zu 40 fr. bis 3 fl. aber spindelförmig, oder auch Cylinder von 4 bis 6" im Durchmesser, und 9 bis 11" Länge. Um die Kräometer mit der Beaum. Gradleiter zur vollen Uebereinstimmung bringen zu können, haben obige Individuen ein bei $+ 40^{\circ}$ Temper. durch Versuche ausgemitteltes spec. Gewicht von 1,074 einer aus 9 Theilen Wasser, und 1 Theil Kochsalz bestehenden Lauge, und die Annahme zum Grunde gelegt, daß bei einem und demselben Kräometer jeder Grad demselben Kubikinhalte entspricht; und ververtigen sie dann nach derselben gründlichen Methode (nach Brisson's Vorschlag) wie jene mit den spec. Gewichten. Nebst jenen auf $+ 14^{\circ}$ R. Temper. beziehenden Kräometern befinden sich unter obigen auch solche Alkoholmesser, welche sich auf die nach Versuchen des Hrn. Professor Tralles entworfenen Tabellen bei $+ 12,5^{\circ}$ R. Temper. gründen.

Auch sind auf Bestellung spindelförmige Kräometer zu haben, welche 0,001 vom spec. Gewichte, oder auch $\frac{1}{10}$ Grad Beaum. anzeigen. Dabei darf aber der Unterschied des größten und kleinsten spec. Gewichtes am Instrumente höchstens nur 0,15 betragen.

14. Kältemesser (Frigorimeter), oder Instrument zur Bestimmung, um wie viel ein Metall durch die Kälte zusammengezogen wird.

(Hierzu Fig. 7. bis 9.)

Ich habe vor ungefähr zwei Monaten folgendes Instrument erfunden, welches ich Frigorimeter nenne, und wodurch ich bestimme, um wie viel Metalle sich in der Kälte zusammenziehen.

In Fig. 7. ist A ein cylindrisches Gefäß aus dünnem verzinneten Eisenbleche mit einem daran befestigten Thermometer. Das Thermometer T ist, wie gewöhnlich, in Grade getheilt, bei a aber gekrümmt, so daß seine Kugel in den Cylinder tritt. S ist eine in dem Cylinder befestigte Feder von der in Fig. 8. gezeichneten Form, wo a der Theil ist, der inwendig in A befestigt ist, und b der Theil, der auf dem Ende der Metallstange ruht, deren Zusammenziehung gemessen werden soll. Sie ist an A mittelst eines Nietes befestigt, welches nachgibt, so daß die Feder S auf die Seite gedreht werden kann, um die Metallstange an

die gehörige Stelle bringen zu lassen. An S ist eine Schnur h befestigt, deren anderes Ende sich um die Achse E des Rades W windet. An W ist eine Schnur angemacht, die über die Rolle P läuft, und in die Büchse CCCC hinabsteigt, wo sie ein Räderwerk treibt, das den Zeiger zweihundert Mal herumlaufen läßt, wenn die Stange sich um Einen Zoll zusammenzieht. Der Kreis, auf welchem dieser Zeiger umher läuft, ist in 400 Theile getheilt. Wenn sich demnach die Stange nur um den 80,000sten Theil eines Zolles zusammenzieht, läuft der Zeiger Eine Eintheilung dieses Kreises.

Um dieses Instrument zu brauchen, läßt man die Schraube nach, die die Feder S hält, und führt die Stange ein. Man bringt S wieder an seine Stelle, und läßt das Niet nach, welches den Zeiger befestigt, der auf 400 gestellt wird. Man bemerkt den Grad der Wärme, den das Thermometer anzeigt, und gießt in das Gefäß A eine erkältende Mischung. Man bemerkt, um wie viel Grade das Thermometer sinkt, und zugleich auch den Grad auf dem Kreise, auf welchem der Zeiger steht.

Die innere Seite dieses Kältemessers ist auf folgende Weise eingerichtet. (S. Fig. 9.) Die Schnur c läuft um die Achse M des Rades N. Das Rad N hat 20 Zähne, und diese greifen in den Triebstock O, der vier Blätter führt. P, das 20 Zähne hat, und auf derselben Achse mit O steht, treibt den Triebstock R, der fünf Blätter führt. Der Zeiger ist auf der Achse des Triebstockes R befestigt. Um eine eingeschnittene Furche in dem Triebstocke O ist eine Schnur f gewunden, und läuft von da an das Ende einer Feder r. Die Furche in der Achse E verhält sich zur Furche in dem Rade W, wie 1 : 5. Die Achse M ist gleich der Achse E, und E hat einen halben Zoll im Umfange. Der Zweck der Feder r ist offenbar; denn ohne diese würde, wenn die Stange sich wieder verlängert, S mit derselben emporsteigen, und die Feder h würde nachlassen, ohne auf das Räderwerk zu wirken.

Mit einigen Abänderungen läßt dieses Instrument sich auch als Pyrometer benutzen.

15. Thermo-Barometer des Hrn. Angelo Bellani.

Im Giornale di Fisica, Dec. II. T. X. p. 455. beschreibt Hr. A. Bellani ein Barometer, das Thermometer

zugleich ist, indem sich die Barometeröhre an einem Ende in ein graduirtes Haarröhrchen verdünnt. Dieses Barometer erhielt in der Industrie-Preisvertheilung zu Venedig am 4. October 1827 einen Preis, und ist zu Mailand, Borgo di Monforte, N. 276. zu haben. Die Beschreibung dieses Thermo-Barometers werden wir wahrscheinlich bald in einem deutschen Journale der Physik in einer Uebersetzung erhalten. Da man es bei jeder Beobachtung umkehren muß, so scheint es uns, so sinnreich es auch ist, unbequem, und durch das häufige Umkehren desselben wird es beinahe unvermeidlich sein, daß nicht am Ende Luft in dasselbe tritt. Hr. G. Belli hat einen Anhang über Höhemessungen mittelst des Barometers beigelegt, der sehr lehrreich ist.

16. Prinsep's Pyrometer.

Schon längst haben sich in der Praxis Schmelzungen strengflüssiger Substanzen als die sichersten Pyrometer erwiesen, so namentlich benutzt man auf Glashütten, Blaufarbwerken u. s. w. gewisse mehr oder weniger strengflüssige Fritten, um damit die Hitze des Ofens auszumitteln. Prinsep gibt dem Verfahren den Vorzug, nach welchem man den Grad hoher Temperaturen nach dem Schmelzen edler Metalle schätzt. Die Schmelzpunkte des Goldes, Silbers und Platins sind entfernt genug von einander, um eine bedeutende Temperatur-Differenz zu umfassen. Um aber Zwischengrade zwischen diesen drei festen Punkten zu erhalten, werden noch Legirungen dieser Metalle mit einander in verschiedenen Verhältnissen angewandt. Ein nach diesem Princip eingerichtetes Pyrometer gibt sehr genaue Anzeigen und es besteht nur aus einem kleinen Gefäße, das in getrennten Zellen die nöthige Zahl der pyrometrischen Legirungen, jede von der Größe eines Nadelkopfes enthält. Ist eine davon bei einem Versuche geflossen, so bringt man sie unter den Hammer, um ihr neue Brauchbarkeit zu geben. Die Bezeichnungswiese der Angaben dieses Pyrometers ist sehr einfach und zweckmäßig, indem sie zugleich die Natur der Legirung und den entsprechenden Temperaturgrad ausdrückt. Der Abstand zwischen den Schmelzpunkten des Silbers und Goldes wird in 10 Grade getheilt, deren jeder einem Zusatze von 10 p. C. Gold zum Silber entspricht, so daß der Schmelzpunkt des reinen Silbers mit 0, der

des reinen Goldes mit 10 bezeichnet ist. Vom Schmelzpunkte des Goldes bis zu dem des Platins zählt der Verfasser 100 Grade, die Zwischengrade werden durch Zusatz von 1 p. C. Platin für jeden Grad über 10° erhalten.

17. Neue Thermometer-Fassung.

Ein Herr W. Mageough theilt die Idee zu einer neuen Fassung eines Thermometers mit, wodurch dasselbe, insofern die Röhre auch aus Erde oder Metall sein kann, zum Pyrometer werden, und Wärmegrade anzeigen kann, die man bisher mit keinem Thermometer zu bestimmen vermochte. Die Idee beruht darauf, das Thermometer in dem Mittelpunkte seiner Schwere horizontal so aufzuhängen, daß es sich um seine Achse drehen kann, wo es dann auf dem Fixierpunkte mit einem Arme sinken, auf dem Siedepunkte mit dem entgegengesetzten Arme steigen wird. Die Spitze des Thermometers deutet, während dieser Schwankungen auf einem graduirten Halbkreise die Grade der Temperatur an, und zeichnet sie auch selbst auf. Wir erwarten hierüber Versuche deutscher Physiker, die ihre Versuche mehr auf das Nützliche wenden sollen. Unsere Thermometer sind in technischer Hinsicht noch nicht, was sie sein sollten.

18. Untersuchungen über das Leitungs-Vermögen dünner Körper, welche der Einwirkung der Wärme ausgesetzt sind, und Beschreibung eines neuen Berührungsthermometers. Von Hrn. Fourier.

(Hierzu Fig. 10. und 11.)

Die Abhandlung, welche ich der Akademie vorlege, hat zum Zweck, die Resultate einiger neuerdings mit einem Berührungsthermometer angestellten Versuche bekannt zu machen. Dieses Instrument zeigt die größere oder geringere Leichtigkeit an, womit die Wärme Blättchen oder dünne Blätter verschiedener Körper durchdringt; es dient so, um die Hülfsen, welche sich dem freien Durchlassen der Wärme widersetzen, nach Verhältniß ihrer Leitungskraft aneinander zu reihen.

Wenn Körper von verschiedener Natur sehr lange Zeit an einem und demselben Orte verbleiben, und wenn die Temperatur des Umfanges, welcher diesen Raum begrenzt, einen beständigen Werth erlangt hat und auch behält, so

Thermometer.

4

werden alle diese Körper die beständige und eigenthümliche Temperatur des Umfanges annehmen. Ein Thermometer, welches auf die verschiedenartigsten Oberflächen, zum Beispiel auf Metallblättchen, Gewebe aus Wolle, Baumwolle, Flachs, auf Filz oder andere Substanzen gesetzt wird, wird immer denselben Grad zeigen; berührt man aber diese Substanzen, so wird die Hand sehr verschiedene Temperaturen fühlen; gewisse Oberflächen, wie die der Metalle oder des Marmors, werden bei der Berührung viel kälter als andere scheinen, obgleich sie alle gleiche Temperatur haben.

Der physikalische Grund dieser Thatsache ist allgemein bekannt. Es ist offenbar, daß die Hand des Beobachters, weil sie wärmer als die berührten Oberflächen ist, schnell einen Theil ihrer eigenen Oberfläche fahren läßt, welcher sich den umgebenden Massen mittheilt. Nun besitzen aber die verschiedenen Körper das Vermögen, die Wärme, welche sie enthielten, aufzunehmen und fahren zu lassen, sehr ungleich; gerade dieses Leitungsvermögen nahm ich mir vor, zu beobachten und zu messen. Der Gebrauch unserer Sinne ist allein schon hinreichend, um diese eigenthümlichen Eigenschaften zu unterscheiden; die Kunst kann sie aber noch viel merklicher machen, und sie gibt uns, was wichtig ist, ihr genaues Maß.

Einige Physiker und besonders Hr. Leslie aus Edinburgh und der Graf Rumford hatten, indem sie die Dauer des Erkaltens der Flüssigkeiten in Gefäßen, welche mit verschiedenen Umschlägen bekleidet waren, beobachteten, uns gezeigt, welchen Einfluß der Zustand der Oberfläche auf die Ausstrahlung und den Verlust der Wärme haben. Die mathematische Theorie bietet verschiedene andere Mittel dar, die Durchdringbarkeit der Körper zu messen. Es ist hinreichend, wie ich gezeigt habe, die veränderliche Bewegung der Flüssigkeiten in Gefäßen, welche sich in Materie und Dicke unterscheiden, sehr genau zu beobachten, oder den unwandelbaren Zustand, welcher nach einer gewissen Zeit eintritt, zu bestimmen. Die Beobachtungen dieser Art werden mit der Zeit schätzbare Tabellen liefern, welche die Eigenschaften aller Körper in Hinsicht auf die Wärme anzeigen. Der Gebrauch des neuen Berührungs-Thermometers hat keinen so ausgedehnten Zweck. Er muß diesen theoretischen Untersuchungen vorangehen und sie erleichtern, indem er eine ziemlich genaue Kenntniß einer sehr großen

Anzahl von Resultaten verschafft. Dieses Instrument kann in zwei verschiedenen Formen verfertigt werden. Ich habe mit beiden Versuche angestellt, und es schien mir nützlich, einige dieser Beobachtungen bekannt zu machen.

Ich ließ zuerst vor einigen Jahren das außerordentlich einfache Instrument, welches ich jetzt beschreiben will, verfertigen. Es besteht aus einem kegelförmigen Gefäße von sehr dünnem Eisen, welches mit Quecksilber gefüllt und an seiner unteren kreisförmigen Basis mit einer mittelmäßig dicken Haut bekleidet ist. Ein Thermometer, dessen Kugel in das Quecksilber getaucht wird, zeigt jeden Augenblick die Temperatur der flüssigen Masse an; die Fig. 10 zeigt die verschiedenen Theile des Instrumentes; AA ist das kegelförmige mit Quecksilber gefüllte Gefäß; bbb die biegsame Oberfläche, welche die Flüssigkeit enthält; cc das innere Thermometer, welches in das Quecksilber taucht; D die Stütze, welche auf einer bestimmten Temperatur, z. B. derjenigen der Kammer, worin man arbeitet, erhalten wird. Zuerst erhitzt man nun und zwar einzig und allein das kegelförmige Gefäß A bis auf eine bestimmte Temperatur, die von 40 Graden (Centesfl.); alsdann, wenn man auf die Stütze die dünne Platte oder das Blättchen, dessen Leitungskraft man messen will, gebracht hat, setzt man auf dieses Blättchen das kegelförmige Gefäß mit Quecksilber; hierauf beobachtet man sorgfältig die fortschreitende Erkaltung, indem man die verflossenen Zeiten und die entsprechenden Temperaturen bemerkt.

Das Gesetz der Erkaltung wird durch eine Differenzial-Gleichung ausgedrückt; der vollständige Ausdruck dieses Gesetzes enthält die fixe Temperatur der Stütze, die der umgebenden Luft und einen Exponent, welcher von dem Leistungsvermögen der Substanzen abhängt, die die Wärme durchdringt. Man kann also das Maß dieses Vermögens aus demjenigen der für verschiedene Zeitwerthe beobachteten Temperaturen ableiten. Auf folgende Art erhält man den Ausdruck für die Bewegung der Wärme. Wir bezeichnen durch die Wärmemenge, welche während der Zeiteinheit von der Oberfläche des kegelförmigen Gefäßes in die Luft ausströmen würde, wenn die Größe dieser Oberfläche = 1 angenommen, die Differenz zwischen der Temperatur der Luft und der fixen Temperatur der Oberfläche gleich 1 wäre. Wenn nun a die wirkliche Temperatur des erhitzten kegel-

förmigen Gefäßes S die Größe seiner Oberfläche und dt das Element der verfloffenen Zeit ist, erhält man $Hsa - mdt$ für die Quantität der Wärme, welche während des Augenblicks dt von der Oberfläche des Gefäßes in die Luft ausströmt, wovon m die fixe Temperatur bezeichnet. Man mißt die Wärmemengen, indem man bezeichnet, wie oftmals sie eine gewisse als Einheit angenommene Quantität enthalten; H bezeichnet eine gewisse Anzahl dieser Einheiten.

Man bezeichnet durch h die Wärmemenge, welche während der Zeiteinheit die Einheit der Oberfläche durchdringen und aus der erhitzten kegelförmigen Masse A in die Stütze D ausströmen würde, wenn die Differenz zwischen der Temperatur von A und derjenigen von der Stütze 1 (100 Centesimalgrade) wäre. So ist $hba - ndt$ die Wärmemenge, welche aus dem Gefäß in die Stütze ausströmt, deren fixe Temperatur durch n vorgestellt wird, wenn b die Größe derjenigen Oberfläche ist, welche die Stütze berührt; es drückt also $Hsa - mdt + hba - ndt$ die Wärme aus, welche das Gefäß während des Augenblickes dt verliert. Wenn man nun durch c die Wärme bezeichnet, welche, wenn sie zu derjenigen, die die Masse A enthält, hinzukommt, von der wir voraussetzen, daß sie auf der Temperatur 0 ist, diese Masse von der Temperatur 0 auf die Temperatur 1 bringen würde, so wird man die Differenzialgleichung

$$da = -\frac{1}{c} [Hsa - mdt + hba - ndt] \quad (1),$$

als Ausdruck der veränderlichen Bewegung der Wärme erhalten. Man integrirt diese Gleichung leicht, wenn man schreibt

$$-(Hs + hb) \frac{t}{c} \quad (2);$$

$$a = P + Qe$$

denn wenn man diesen Werth dem a in der Gleichung (1) substituirt, so verificirt man die Gleichung und hat nur die Bedingung

$$P = \frac{Hsm + hbn}{Hs + hb}.$$

Nun wollen wir durch a_0 , a_1 , a_2 drei auf einan-

der folgende Temperaturen bezeichnen, welche man nämlich am Ende dreier Zeitzwischenräume, wovon jeder gleich ϑ ist, beobachtet und durch q den Exponenten-Coëfficient

$$\frac{hb + Hs}{c}$$

bezeichnen, welchen man als unbekannt betrachtet, und man wird daraus den Werth von q , welcher aus den drei beobachteten Temperaturen abgeleitet ist, folgern können, denn man hat:

$$a_0 = P + Q$$

$$a_{\vartheta} = P + Qe^{-q\vartheta}$$

$$a_{2\vartheta} = P + Qe^{-2q\vartheta}$$

$$\text{also } a_0 - a_{\vartheta} = Q(1 - e^{-q\vartheta})$$

$$a_{\vartheta} - a_{2\vartheta} = Qe^{-q\vartheta}(1 - e^{-q\vartheta})$$

$$+ e^{q\vartheta} \frac{a_0 - a_{\vartheta}}{a_{\vartheta} - a_{2\vartheta}}$$

$$\text{und } e = \frac{a_0 - a_{\vartheta}}{a_{\vartheta} - a_{2\vartheta}}$$

$$\text{also } q = \frac{1}{\vartheta} \left\{ \log. \left(\frac{a_0 - a_{\vartheta}}{a_{\vartheta} - a_{2\vartheta}} \right) - \log. \left(\frac{a_{\vartheta} - a_{2\vartheta}}{a_{\vartheta} - a_{2\vartheta}} \right) \right\}$$

Daraus folgt, daß man den Werth von q oder

$$\frac{hb}{c} + \frac{Hs}{c}$$

durch folgende Regel erfahren wird: man muß die drei Temperaturen a_0 , a_{ϑ} , $a_{2\vartheta}$ beobachten, die hyperbolischen Logarithmen von $a_0 - a_{\vartheta}$ und $a_{\vartheta} - a_{2\vartheta}$ nehmen und die Differenz

dieser Logarithmen durch die Zwischenzeit ϑ dividiren.

Wenn man den Versuch mit einer gewissen dazwischen gelegten Substanz, welcher der Coëfficient h zukommt, gemacht hat und mit demselben Instrument mit einer anderen Substanz, welcher ein anderer Coëfficient h' entspricht, den Versuch wiederholt, und das Resultat mit dem ersteren vergleichen will, so bestimmt man durch die so eben ange-

führte Regel, indem man bloß die Logarithmen der Tabellen anwendet, die den unbekanntem Coëfficienten

$$\frac{hb}{c} + \frac{Hs}{c}$$

entsprechenden Größen.

Die Größen $Hsbc$ sind gemeinschaftlich, und die beiden Resultate werden sich nur durch die Coëfficienten h und h' unterscheiden. Prüft man also nach einander mehrere verschiedene Substanzen, welche man in Hinsicht ihrer Leitungsfähigkeit vergleichen will, und berechnet mittelst der vorbergehenden Regel die respectiven Zahlen, welche man durch die mit demselben Instrument gemachten Beobachtungen erhält, so wird man nicht die absoluten Werthe der Coëfficienten h h' h'' h''' u. s. w., sondern eine Zahlenfolge kennen, deren Zunahme der Zunahme der Werthe h h' h'' h''' u. s. w. proportional ist. So können durch dieses Verfahren die verschiedenen Substanzen nach ihrer eigenthümlichen Leitungsfähigkeit aneinander gereiht werden, was diese Untersuchung bezweckt, und wenn die Leitungsfähigkeiten der Substanzen, welche man vergleicht, in gleichem Grade zunehmen, so werden die durch die Beobachtung gegebenen Zahlen auch in gleichem Grade wachsen. Man braucht also nur aus einer sehr großen Anzahl von Beobachtungen die gleich weit abstehenden Resultate zu wählen, um versichert zu sein, daß die Leitungsfähigkeiten der Substanzen, welchen diese Zahlen entsprechen, auch nach demselben Gesetze wachsen. Es ist zu bemerken, daß der Coëfficient h nicht die Wärmemenge ausdrückt, welche das dünne Blatt oder die dazwischengelegte Hülse durchstreicht; er begreift auch die Wärmemenge in sich, welche die biegsame Oberfläche durchdringt, die unter dem Quecksilber des kegelförmigen Gefäßes angebracht ist. Wenn nun aber eine solche Größe zu allen Werthen, welche man vergleichen will, hinzu addirt wird, so ändert sie an den Folgerungen, welche man daraus herleitet, nichts. So wird die Zunahme der Zahlen, welche man durch die logarithmische Regel erhalten hat, beständig der Zunahme der gesuchten Coëfficienten proportional sein.

Nun wollen wir den Fall betrachten, wo die Temperatur der Stütze der Temperatur der Luft gleich wäre, welcher die Verfahrensweisen einfacher machen und ihre An-

wendung erleichtern würde. Wenn man bei dem vorhergehenden Werthe von $P, m = n$ macht, findet man $P = m$. Offenbar muß in diesem Falle die endliche Temperatur des Gefäßes diejenige der Luft sein. Wenn man also t in der Gleichung (2) als unendlich groß annimmt, so findet man $a = m$. In der That wird dieses stattfinden, wenn $P = m$. Die veränderliche Temperatur a ist also $m + Qe^{-\vartheta t}$. Beobachtet man daher zwei auf einander folgende Temperaturen, so wird man den Exponenten-Coefficient ϑ bestimmen können. Man wird haben $a = m + Qe^{-\vartheta t}$ und wenn man für Q seinen Werth $a - m$ setzt:

$$a = m + \frac{a - m}{e^{-\vartheta t}} \quad \text{oder} \quad a - m = \frac{a - m}{e^{-\vartheta t}}$$

$$\text{also } \vartheta = \frac{1}{t} \left[\log. \left(\frac{a - m}{a - m} \right) - \log. \left(\frac{a - m}{a - m} \right) \right]$$

Man braucht also nur a zu beobachten und durch den Zeitraum t die Differenz der Logarithmen der Tabellen von $a - m$ und $a - m$ zu dividiren; der Quotient ist dem Werthe von ϑ proportional, welcher ist

$$\frac{Hs}{c} + \frac{hb}{c}$$

Uebrigens ist der Gebrauch des von mir beschriebenen Berührungs-Thermometers unvermeidlichen Abweichungen unterworfen, welche ohne Zweifel merkliche Differenzen zwischen der Theorie und der Beobachtung herbeiführen könnten. Die Stütze behält keine ganz beständige Temperatur bei; die in dem Gefäße enthaltene Masse, welche sich erkaltet, ist nicht genau in dem Zustande, welchen die Theorie voraussetzt. Diese Ursachen, und andere, welche nicht erst angeführt zu werden brauchen, müssen, wie ich glaube, in den Resultaten Differenzen herbeiführen, welche den aufmerksamsen Beobachtungen entgingen. In allen Fällen aber würden die annähernden Resultate, welche man beim Gebrauche dieses Instrumentes erhält, hinreichen, um die verschiedenen Umschläge oder dünne Blättchen, welche man vergleichen will, nach ihrer Leitungsfähigkeit an einander zu

reihen, was der Hauptzweck dieser Untersuchungen ist. Man hat besonders die Leichtigkeit und Mannichfaltigkeit der Beobachtungen zu berücksichtigen. Man wird für die erste Temperatur $a - m$ einen gemeinschaftlichen Werth, 40

Centesimalgrade; und für ϑ eine bestimmte Dauer, zehn Minuten wählen; man wird die Temperatur $a - m$

beobachten, welche das Thermometer nach Verlauf von zehn Minuten anzeigt. Diese Werthe von $a - m$, welche

nach der Temperatur der Substanzen, welche die Wärme durchdringt, verschieden ausfallen werden, werden geradezu und ohne Berechnung die Reihe der specifischen Leitungsfähigkeiten angeben.

Offenbar hat die Dicke der dazwischen gelegten Platte auf die Temperaturen, welche man beobachtet, Einfluß, und man könnte diese Dicke in Rechnung bringen, wenn man die Grundsätze, welche ich in meiner Introduction à la Théorie de la chaleur aus einander gesetzt habe, befolgen würde; man betrachtet aber hier nur die vollständige und zusammengesetzte Wirkung, nämlich die Wärmemenge, welche, wenn sie die dazwischen liegenden Oberflächen durchdringt, von dem Quecksilber in die Stütze geht.

Wenn man das Blatt oder die Hülse, welche man zuerst geprüft hat, durch einen dünnen Körper aus einer anderen Materie ersetzt, und neuerdings die einer gegebenen Zeit entsprechende Temperatur-Erniedrigung mißt, so findet man, daß letztere auf eine sehr merkliche Art wechselt, wie klein auch der Unterschied zwischen den beiden Hülften sein mag. Es ist zum Beispiel hinreichend, zu einem vorigen dünnen Blättchen bloß ein Blatt von ganz feinem Papier hinzuzufügen, um einen merklichen Unterschied in der Erniedrigung der Temperatur zu finden. Der geringste Unterschied in der Qualität des dazwischen gelegten dünnen Körpers zeigt sich durch die Veränderung, welche in dieser Erniedrigung der Temperatur stattfindet, und diese Erniedrigung ist verhältnißmäßig sehr beträchtlich, wenn die Art der Substanz sehr verschieden wird; wenn man z. B. einen Stoff aus Leinwand durch Flanell oder Tuch oder auch nur ein dünnes Tuch durch ein sehr dickes ersetzt: diese Unterschiede waren leicht vorauszusehen, weil sie uns schon durch das Zeugniß unsrer Sinne angezeigt werden; das Instru-

ment aber dient nicht nur dazu, sie sehr empfindlich bei dem Messen zu machen, sondern es leistet noch mehr, es gibt, was sehr wichtig ist, constante Anzeigen, die immer wieder ebenso hervorkommen, wenn man dieselben Versuche wiederholt. Es ist zu bemerken, daß diese Beständigkeit in den Resultaten wesentlich von der Vollständigkeit der durch den Druck des Quecksilbers auf die dünne und biegsame Haut, welche es festhält, hervorgebrachten Berührung abhängt. Diese Bedingung, eine der Hauptschwierigkeiten bei der Zusammensetzung dieses neuen Instrumentes, war durchaus nöthig, wenn seine Anzeigen regelmäßig und auf eine große Anzahl von Körpern anwendbar sein sollten, denn ohnedies hätte man die verschiedenen Substanzen nicht unter einander vergleichen können, es sei denn, daß man ihnen vorläufig eine hinreichend ebene und gleichförmige Oberfläche ertheilt hätte, damit die Berührung des Instrumentes auf einer großen Anzahl von Punkten stattgefunden hätte.

Ich habe nun gezeigt, wie man mit dem neuen Berührungs-Thermometer auf eine annähernde Weise das specifische Leitungsvermögen messen kann.

Bei diesen Versuchen muß die Substanz, welche man prüfen will, als ein dünnes Blatt angewandt werden; man gibt ihr eine sehr kleine Dicke, um den Einfluß ihrer specifischen Wärme auf den Gang der Erkältung zu vermeiden.

Dasselbe Instrument dient auch, um die Berührungswärme eines Körpers anzuzeigen, und mißt gewissermaßen die Empfindung von Wärme oder Kälte, welches diese Berührung erzeugt.

Für Versuche dieser Art braucht man nur die Temperatur dieses Instrumentes auf die von mir angegebene Weise zu erhöhen, und es sodann auf eine dicke Masse der Substanz zu stellen, welche man prüfen will.

Man bemerkt die Anzahl der Grade, um welche sich die Temperatur während einer gegebenen Zeit, zum Beispiel fünf Minuten, erniedrigt.

Diese Art, das Berührungs-Thermometer anzuwenden, hat auf merkwürdige Resultate geführt. Die Verschiedenheiten in der Erniedrigung der Temperatur sind für verschiedene Körper sehr groß.

So habe ich zum Beispiel das erhitzte Thermometer auf eine Eisenmasse von 8° gestellt; ich stellte es sodann auf eine Masse von Sandstein von gleicher Temperatur;

der Unterschied in der Erkältung betrug in beiden Fällen ungefähr fünf Grade seit der zweiten Minute. Dieser Unterschied ist noch merklicher, wenn man das Eisen mit dem Ziegelstein, und noch bei weitem mehr, wenn man es mit dem Holze vergleicht.

Diese Versuche sind außerordentlich leicht: es ist nur nöthig, daß die Massen, auf welche man das Thermometer setzt, dieselbe Temperatur haben.

Die bei dieser Art von Versuchen hervorgebrachte Wirkung ist sehr verwickelt, und um sie genau auszudrücken, müßte man alle Umstände, welche sie modificiren, berücksichtigen. Man könnte sich jedesmal, so oft man auf diese Art Körper, deren specifische Wärme man kennt, behandeln würde, eine hinreichend genaue Kenntniß ihrer eigenthümlichen Leitungsfähigkeit verschaffen.

Der Gebrauch des Berührungs-Thermometers gibt im Allgemeinen nur annähernde Werthe ihrer Leitungsfähigkeit; es gibt aber eine sehr große Anzahl von Körpern, wie zum Beispiel die Ziegel, Steine, das Holz und die Zeuge, wofür diese Masse hinreichend sind.

Wir haben bemerkt, daß man noch ein anderes Instrument anwenden kann, um die Leitungsfähigkeit zu messen. Diese zweite Art zu experimentiren, macht die Wirkungen noch merklicher; sie erfordert aber viel mehr Sorgfalt: Anfangs hoffte ich, daß es mir möglich sein würde, einige dieser letzteren Beobachtungen in Gegenwart der Akademie zu wiederholen; aber die außerordentliche Schwierigkeit, sie in einer veränderlichen und bewegten Atmosphäre anzustellen, nöthigt mich, darauf zu verzichten; ich beschränke mich darauf, das Princip und einige Resultate anzugeben.

Dieser Versuch besteht darin, daß man, nicht wie bei dem ersten, die auf einander folgenden Erniedrigungen der Temperatur eines Körpers, welchen man zuerst erhitzt hat, beobachtet, sondern die endliche und beständige Temperatur, welche die Wärme hervorbringt, wenn sie verschiedene Körper durchdringt.

Ich habe mir vorgenommen, diesen endlichen Zustand hervorzubringen, um daraus das Maß der specifischen Leitungsfähigkeiten abzuleiten, und bin bei der Einrichtung des zu diesen Versuchen erforderlichen Apparates, durch einen sehr geschickten Physiker unterstützt worden, nämlich den Hrn. Colladon aus Genf, dessen Arbeiten die Aka-

demie schon gekrönt hat, und der mit Hrn. Sturm den im letzten Jahre für die mathematische Physik ausgeschriebenen Preis gewann. Er war nicht nur so gütig, die Verrichtung des Instrumentes zu leiten und seine Dimensionen zu bestimmen, sondern er hat daran auch eine besondere Einrichtung angebracht, welche ihm eigenthümlich ist. Sie besteht darin, ein Quecksilberfässchen dazwischen zu bringen, welches die Berührung der Stütze mit allen Punkten der Hülse bestimmt.

Diese Methode, einen endlichen Zustand des Gleichgewichts hervorzubringen, hat den Vortheil, Resultate zu geben, welche nicht von der specifischen Wärme der dazwischen gelegten Substanz abhängen. Man bringt diese Substanz oder Hülse zwischen zwei Gefäße, wovon das eine untere A beständig auf der Temperatur von 100° (Eisf.) erhalten wird, während das obere auf die Hülse gesetzte Gefäß B auf der Temperatur des schmelzenden Eises erhalten wird.

Die Leitungsfähigkeit der Einkleidung bestimmt die Wärmemenge, welche aus dem Gefäße A in das Gefäß B geht; auf dem Boden des oberen Gefäßes B ist ein sehr empfindliches Luftthermometer, welches die hervorgebrachte Wirkung mißt. Diese Luft, welche sich erhitzt, ist in dem metallischen Gehäuse *cc'c'* enthalten, dessen unterer Theil *cc* in Berührung mit dem 100° heißen Quecksilberfässchen ist, während der andere Theil *c'c'* in Berührung mit dem schmelzenden Eise ist.

Da nun die in dem Gehäuse enthaltene Luft einerseits der Einwirkung des Eises und andererseits derjenigen eines auf 100° erhitzten Körpers ausgesetzt ist, so nimmt sie eine fixe mittlere Temperatur an. Der gefärbte Index *o* des Luftthermometers bleibt stehen, wenn die Wärmemenge, welche in das Thermometer durch die Hülse dringt, genau derjenigen gleich ist, welche es dem Eise mittheilt. Dieses Gleichgewicht bildet sich in einigen Secunden: es ist der endliche Zustand, um dessen Beobachtung es sich handelte.

Die von dem Luftthermometer angezeigte fixe Temperatur hängt offenbar von der Temperatur der dazwischen gelegten Substanz ab. Wenn dieser dünne Körper der freien Mittheilung der Wärme sehr wenige Hindernisse in den Weg legt, so ist die endliche Temperatur des Luftthermometers viel größer, als wenn die Wärme nur sehr schwer

die dazwischen gelegte Hülse durchbringt. In allen Fällen findet ein sehr einfaches Verhältniß zwischen der erlangten Temperatur und der Leitungsfähigkeit des dazwischen gelegten Körpers Statt. Um dieses Verhältniß auszudrücken, bezeichnen wir wie bei den vorhergehenden Versuchen durch h die Wärmemenge, welche während der Zeit 1 von der Masse der Stütze in das Innere des Luftthermometers durch die Einheit der Oberfläche der Hülse bringen würde, wenn die Differenz zwischen der Temperatur der Luft und des Eises 1 wäre; und durch H die Wärme, welche während der Zeiteinheit die Einheit der Oberfläche durchbringen würde, indem sie von der oberen Oberfläche $c'c'$ des Luftthermometers in die darunter befindliche Eismasse gehen würde, wenn die Differenz zwischen der Temperatur der Luft und des Eises 1 wäre.

$$hbM - a dt \text{ und } HSa - Ndt$$

sind also einer- und andererseits die Wärmemengen, welche während des Augenblicks dt aus der Stütze in die Luft durch die Oberfläche b der Hülse ausfließen oder von der Luft in das Eis durch den Umfang S der oberen Oberfläche der Thermometer-Capacität hindurchgehen. (Um den Ausdruck allgemeiner zu machen, bezeichnet man durch M die fixe Temperatur der Stütze, und durch N die fixe Temperatur der kalten Masse, in welche die Wärme ausfließt.) Nun ist aber das Gleichgewicht hergestellt, sobald die von der Stütze mitgetheilte Wärme genau die Wärme ausgleicht, welche die Capacität des Thermometers dem Eise mittheilt; man hat also diese Gleichung

$$hbM - a = HSa - N, \text{ und das Verhältniß} \\ \frac{bh}{Hs} + \frac{a - H}{Ma}.$$

Es wird also hinreichend sein, a zu messen, um das Verhältniß $\frac{H}{h}$ der beiden relativen Leitungsfähigkeiten h und H , nämlich die gegenseitige Leichtigkeit des Ueberganges der Wärme von der Stütze in die Capacität des Thermometers, oder von dieser Capacität in die umgebende Masse zu kennen. Das Verhältniß $\frac{b}{s}$ muß als bekannt betrachtet werden; es verändert sich nicht, wenn man die erste

Hülse, welcher der Coëfficient h zukommt, durch eine zweite Hülse ersetzt, welcher ein anderer Coëfficient h zukommt. Ebenso verhält es sich mit dem Coëfficient H , welcher sich gleich bleibt. Wenn man verschiedene Körper mit demselben Instrument prüft, wird die Temperatur a durch das Luftthermometer gemessen, welches auf verschiedene Art eingerichtet sein kann. Ich gebe hier nicht die auf dieses Thermometer sich beziehende Berechnung, weil diese Berechnung, welche übrigens mit gar keiner Schwierigkeit verbunden ist, nach der gewählten Construction desselben verschieden ist; in allen Fällen, glaube ich, hat man dieses Instrument so eingerichtet, daß es sehr empfindlich wird, und die Bedingungen genau untersucht, welche die Stellung des Index bestimmen. Was die respectiven Werthe betrifft, die man M und N beilegen kann, und welche wir Anfangs zu 1 und 0 angenommen haben, so haben wir durch wiederholte Versuche gefunden, daß die Beobachtungen leichter und die Resultate beständiger werden, wenn die Zahlen M und N weniger differiren, zum Beispiel, wenn man $M = \frac{4}{5}$ (80

Centesimalgrade) und $N = \frac{3}{20}$ (15 Cents. Grade) macht.

Wenn man nach und nach dasselbe Verfahren mit dünnen Körpern verschiedener Natur wiederholt, wird man verschiedene Resultate erhalten, je nach der Natur der Substanzen, welche die Wärme durchdringt. Die Erfahrung hat uns in der That gelehrt, daß diese Verschiedenheiten außerordentlich groß sind. Wenn man nur ein einfaches Blatt Briefpapier, von dem dünnsten, welches man erhalten kann, noch hinzufügt, bringt es in der Stellung des Index einen Unterschied von 20 Linien hervor. Fügt man zu dem ersten Blatt noch ein zweites von demselben Papier, so verrückt man den Index noch um 25 Linien mehr. Diese Verrückung, welche, wie bereits bemerkt wurde, in einigen Secunden geschieht, wird sehr groß, wenn die dazwischen gelegte Substanz schwer von der Wärme durchdringlich ist; sie beträgt für gewisse Substanzen mehr als 100 Linien.

Wir haben sowohl mit dem einen als mit dem anderen Instrument eine sehr große Anzahl verschiedener Substanzen geprüft, nämlich alle wichtigeren Arten von Geweben, Häu-

ten, Pelzfuttern, oder von Substanzen, wie das Glas, der Glimmer, die Blätter verschiedener Metalle und die Resultate für jede Substanz, je nach ihrem Gefüge oder ihrer besondern Natur, verschieden gefunden.

Wenn man die mittelst dieses letzteren Instrumentes (welches man Berührungsthermoskop (thermoscope de contact) nennen kann) erhaltenen Resultate mit denjenigen vergleicht, welche man mit dem zuerst beschriebenen Instrument erhält, so bemerkt man, daß die durch das Thermoskop so merklich gemachten Unterschiede auch bemerkbar werden, wenn man die allmähliche Erkältung des Berührungsthermometers beobachtet; nur werden mit dem ersteren Instrumente die Unterschiede nach der Zeit gemessen, und man kann sie so auf eine eben so bequeme als genaue Weise bestimmen, wie vermittelst des zweiten Apparates; die Resultate sind weniger auffallend, aber auch beständiger, und da dieses zweite Thermometer außerordentlich einfach construirt und leicht zu handhaben ist, so eignet es sich sehr für den allgemeinen Gebrauch.

Dieses Instrument kann zu einer Menge interessanter oder nützlicher Untersuchungen dienen; es zeigt natürliche Eigenschaften an, die man durch den Gebrauch der Sinne allein nicht hätte entdecken können: so hat es mir zum Beispiel gedient, um die Richtigkeit einer Thatsache zu erweisen, die mir schon lange wahrscheinlich war: daß nämlich die Wärmemenge, welche durch mehrere auf einander gelegte dünne Körper streicht, nach der Reihe, in welcher man dieselben auf einander legt, verschieden ist; so habe ich folgenden Versuch angestellt: ich habe das Berührungsthermometer auf die marmorne Stütze gestellt, wovon es durch zwei Tuchscheiben getrennt war; die Wärme mußte also durchdringen: Haut, Tuch, Tuch, Marmor. Nachdem ich die allmähliche Erkältung beobachtet hatte, legte ich eine Kupferscheibe von der Dicke eines dünnen Blattes Papier auf den Marmor unter die beiden Tuchscheiben; die Erkältung des Thermometers innerhalb einer gegebenen Zeit war geringer, als bei dem vorhergehenden Versuche; das Kupferblatt wurde sodann zwischen die beiden Tuchscheiben gelegt; die Erkältung war in derselben Zeit gerade so groß, als wenn man, wie bei dem ersten Versuche, das Kupferblatt weggelassen hätte.

Endlich legte ich die Kupferscheibe auf die Tuchschei-

ben unmittelbar unter die Haut des Berührungsthermometers: in diesem Falle durchdrang die Wärme die Hülfsen in folgender Ordnung: Haut, dünnes Kupfer, Tuch, Tuch, Marmor. Das Thermometer fiel tiefer, als wenn man die Kupferscheibe weggelassen hätte. So erleichtert dieses Kupferblatt, wenn es dazwischen gelegt wird, die Fortpflanzung der Wärme der Haut zu dem Tuch, und vermindert die Fortpflanzung der Wärme des Tuches zu dem Marmor. Dieses sind die Wirkungen, welche man während der 10 ersten Minuten beobachtet; Resultate, welche nicht einem gleichen Zeitraum entsprechen, darf man nicht mit einander vergleichen.

Ich werde nicht noch mehrere von den neuen Versuchen anführen, welche mit diesen Instrumenten angestellt worden sind. Das Berührungsthermometer muß als eine mit ihrem Thermometer versehene Hand betrachtet werden. Diese Versuche können die mathematische Theorie der Wärme nicht bereichern; aber es verdient alles, was sich auf die technischen Künste und den allgemeinen Nutzen bezieht, die Aufmerksamkeit der Akademie. Obige Beobachtungen sind in wissenschaftlicher Hinsicht eben so interessant als diejenigen, welche zur Bestimmung der specifischen Wärme verschiedener Körper dienten: sie machen uns genauer mit solchen physischen Eigenschaften bekannt, welche die Sinne zwar anzeigen, die sie aber nicht messen: der Zweck der Instrumente ist überhaupt auch dieser, daß sie unser intellectuelles Vermögen durch die Vervollkommnung unserer Sinne verstärken sollen.

Die Theorie der Wärme, in dieser Hinsicht den dynamischen Theorien vergleichbar, ist eben so gut auf das Weltsystem als auf die gewöhnlichsten Verrichtungen des Lebens anwendbar; die Theorie hat uns unter anderem mit der endlichen Wirkung bekannt gemacht, welche das Strahlen der Fixsterne hervorbringt. Sie hat uns gelehrt, daß die Temperatur des Raumes, welchen unser Planetensystem einnimmt, sehr nahe 40 Reaumur'sche Grade kälter, als die Temperatur des schmelzenden Eises ist. Dieselbe Theorie dient auch, um die erwärmende Kraft verschiedener Kleider, Decken, Gewebe zu messen und gestattet uns, noch unbekannt natürliche Eigenschaften der Körper zu entdecken.

Ich will nun demjenigen, was ich über diese neuen Versuche über die Leitungsfähigkeit dünner Körper gesagt habe, noch eine theoretische Bemerkung über die Beobach-

tungen beifügen, welche dazu dienen können, um die Eigenschaften der Körper zu messen.

Wenn die Substanzen, welche man prüfen will, sehr gute Wärmeleiter sind, wie zum Beispiel die Metalle, bestimmt man ihr Leitungsvermögen auf die Art, daß man die fixen Temperaturen einer prismatischen Stange beobachtet, deren Ende auf einer ziemlich gleichen Temperatur erhalten wird. Der Versuch hat gezeigt, daß dieser endliche Zustand demjenigen entspricht, welchen die Theorie ergibt. Die beobachteten Temperaturen bilden in der That eine abnehmende Reihe, woraus man den numerischen Werth der Leitungskraft abgeleitet hat; man kann aber diesen Ausdruck nicht auch auf solche Körper, deren Leitungskraft sehr schwach ist, wie bei dem Marmor, oder auf die Metalle anwenden, welche die Wärme leicht durchdringt. Der Grund dieses Unterschiedes ist dieser: in den Körpern, welche die Wärme schlecht leiten, erlangen und erhalten die Molecule, welche auf denselben auf der Achse des Prismas senkrechten Durchschnitt liegen, beständige, ungleiche Temperaturen, welche sich schnell von der Achse bis zur äußern Oberfläche vermindern; in den Körpern aber, welche bessere Wärmeleiter sind, wie das Gold, Platin, Kupfer, nehmen alle Punkte desselben senkrechten Durchschnittes auf die Achse, ziemlich dieselbe Temperatur an. Die Thatsache ist leicht zu begreifen, man könnte sie vorläufig als bekannt annehmen; die analytische Theorie erklärt sie aber auch vollkommen, wie es der allgemeine Ausdruck zeigt, den ich schon früher für die gleichmäßige Bewegung der Wärme in einem rechtwinklichen Prisma von beliebiger Dicke aufgestellt habe; denn dieselbe Auflösung lehrt, daß wenn die eigenthümliche Leitungsfähigkeit sehr schwach, oder die Dicke der Stange sehr groß ist, die Punkte von demselben normalen Durchschnitt sehr verschiedene Temperaturen haben. In diesem Falle enthält der Ausdruck der Temperatur nicht nur die Entfernung von dem Ursprung, sondern auch die Coordinaten jedes Punktes des Durchschnittes.

Man müßte also von dieser Formel Gebrauch machen, um die spezifische Leitungsfähigkeit derjenigen Körper zu bestimmen, welche diese Eigenschaft nur in geringem Grade haben. Die Formel, welche man in den Fällen, wovon es sich hier handelt, gebrauchen muß, ist die auf S. 406. meiner *Théorie de la chaleur*, und nicht die auf S. 65.

desselben Werthes. Der bemerkte Unterschied geht ausdrücklich aus der allgemeinen Auflösung hervor. Man braucht nur der Größe y den Werth 0 in der Formel von v (S. 400) zu geben, und in Beziehung auf z zwischen den Grenzen -1 und $+1$ zu integriren, um einen der mittleren Temperatur proportionalen Werth zu finden.

Man muß vorzüglich die Gleichung tang. $\varepsilon = \frac{hl}{k}$ und die Construction, wodurch man die Wurzeln dieser höhern Gleichung erfährt, berücksichtigen. Man sieht, daß der Werth der Temperatur das Produkt $\frac{hl}{k}$ enthält, so daß, wenn die eigenthümliche Leitungsfähigkeit k als sehr schwach angenommen wird, dieser Fall sich nicht von demjenigen unterscheidet, wo die halbe Dicke des Prismas sehr groß ist; daraus folgt, daß wenn man den Coëfficient k , das Maß der Durchdringbarkeit, als sehr klein annimmt, die Temperaturen nicht wie die Glieder einer abnehmenden Reihe abnehmen, was nur bei einer unendlich großen Entfernung von dem Anfang (Ursprung der Wärme) stattfinden würde; die Temperaturen fallen Anfangs sehr schnell von dem Ursprung angefangen. Man sieht aus der, Seite 410 des angeführten Werkes gegebenen numerischen Berechnung, daß man sich nur von dem Anfange der Hälfte der Dicke der Stange zu entfernen braucht, damit die Temperatur des ersten Punktes sich auf $\frac{1}{50}$ ihres Werthes reducirt. Alle Beobachtungen stimmen mit den so eben angeführten theoretischen Resultaten überein; sie zeigen, daß wenn die eigenthümliche Leitungsfähigkeit sehr groß ist, die beobachteten Temperaturen abnehmen, wie die Glieder einer abnehmenden Reihe; wenn aber bei solchen Körpern, deren Leistungsvermögen sehr gering ist, der Versuch Werthe gäbe, welche durch eine Exponentenreihe vorgestellt werden können, dann würde die Beobachtung nicht mit der Theorie übereinstimmen; in diesem Falle hat der Ausdruck eine solche Form, daß man die untergeordneten Glieder nicht mehr vernachlässigen kann. Uebrigens sind in eben diesem Falle die beobachteten Temperaturen zu gering, als daß man daraus das Leistungsvermögen mit Genauigkeit ableiten könnte. Die Verfahrungsweise, welche eine genaue Theorie als die am meisten geeigneten bezeichnet, um das Leistungsvermögen

Thermometer.

solcher Körper zu messen, welche diese Eigenschaft nur in geringem Grade besitzen, unterscheiden sich sehr von denjenigen, welche für die metallischen Substanzen anwendbar sind; sie würden darin bestehen, die entweder gleichförmige oder veränderliche Bewegung der Wärme in Gefäßen aus verschiedenen Substanzen zu beobachten, deren Dicke man verschieden abändern müßte. Diese analytische Untersuchung steht in Beziehung mit derjenigen, welche ich vor einigen Jahren in einem Mémoire über die Temperatur der Wohnungen abhandelte.

Beschreibung der beiden Instrumente, welche in der Abhandlung des Hrn. Fourier angeführt wurden.

Fig. 10. Durchschnitt des Berührungsthermometers.

AA kegelförmiges Gefäß aus sehr dünnem Eisen, mit Quecksilber beinahe voll gefüllt; eine Rinne gg um den untern Rand, dient zum Festbinden der Hülle, die das Quecksilber enthält; oben im Kelgel ist eine Oeffnung mit einer kurzen Röhre aa von 7—8 Linien im Durchmesser.

ll ist ein Korkpfropfen, der in diese Röhre paßt. Er dient zur Befestigung des Thermometers cc in dem Gefäße, und hilft dasselbe in gehöriger Höhe erhalten.

Die Kugel des Thermometers c muß einige Linien über der Basis des Kegels, und ganz in das Quecksilber des Gefäßes eingesenkt sein.

Die Hülle bbb muß eine geschmeidige weiche, dünne Haut sein. Die oben erwähnten Versuche überzeugten uns, daß diese Haut sehr gut dazu taugt, weil die Haut die Wärme besser, als jeder andere Stoff von gleicher Dichtigkeit leitet.

Man muß dafür sorgen, daß diese Haut nicht schmutzig ist und nicht zu sehr erhitzt wird.

Wenn man sich dieses höchst einfachen Werkzeuges bedienen will, verfährt man auf folgende Weise.

Nachdem der Körper, oder das dünne Plättchen, mit welchem man den Versuch anstellen will, auf einen marmornen Untersatz von der Temperatur des Zimmers, in welchem man arbeitet, gestellt wurde, erhitzt man das kegelförmige Gefäß, indem man dasselbe auf ein Deschen oder auf irgend einen anderen erhitzten Körper stellt, und wartet, bis die Temperatur sich auf 46 oder 47° gehoben hat.

In dem Augenblicke, wo das Thermometer 45° weiset, stellt man dasselbe auf die Hülle, und beobachtet mittelst einer Uhr den Augenblick, wo es auf 40° sinkt, und bemerkt von Minute zu Minute den Gang bis zur fünften.

Wenn man den Versuch mit demselben Körper wiederholt, und die Stelle desselben auf dem Marmor wechselt, erhält man immer dasselbe Resultat, wenn anders die Temperatur des Zimmers dieselbe blieb.

Wenn man sich dieses Instrumentes bedienen wollte, um genaue Versuche über die Leitungskraft steifer Blättchen anzustellen, müßte man diese nicht auf eine marmorne Unterlage stellen, wo die Berührung nicht vollkommen wäre, sondern auf ein ähnliches Quecksilberkissen, wie jenes im folgenden Apparate.

Fig. 11. Durchschnitt des zweiten Apparates, oder des Berührungsthermostops.

A würfelförmiges Gefäß aus dünnem Kupfer; es ist oben geschlossen und ganz mit Wasser voll gefüllt. Das Wasser wird mittelst eines Trichters e voll gefüllt. Der Hahn r dient zur Leerung des Gefäßes.

Auf dem Deckel ist eine kreisförmige Kapsel vvv aus dünnem Bleche aufgelöthet, welche ein kleines erwärmtes Quecksilberbad enthält. Dieses Quecksilber dient statt des Kissens mittelst der Hüllenhaut bbb, die es ganz und gar bedeckt. Man bindet diese Hülle rings um die Kapsel, und der Ring, dessen Durchschnitt man in aa sieht, hält ihn gespannt. Das Quecksilber, das gegen diese Hüllenhaut drückt, gibt ihr ganz die Gestalt eines convexen Kissens.

Man bringt das Quecksilber in die Kapsel, und hebt es aus derselben mittelst eines Näpfcchens g und einer an der Seite angebrachten eisernen Röhre gg. Die Höhe des Quecksilbers in dem Näpfcchen bestimmt die Spannung des Kissens.

Unter dem Gefäße A ist eine kleine Lampe, die das Wasser in einer bestimmten Temperatur erhält, z. B. auf 100 oder auf 60° . Das innere Thermometer i dient zur Anzeige der Temperatur, folglich auch zur Anzeige der Temperatur des Quecksilberbades.

B ist das obere Gefäß, welches Eis, oder noch besser Wasser von einer bestimmten bleibenden Temperatur enthält, die wenig über jenes des Zimmers, in welchem man

arbeitet, erhoben ist. Das kleine Thermometer i zeigt die Temperatur dieses Wassers an.

Im Grunde des Gefäßes B befindet sich eine metallene Höhle, die man bei ccc'e' im Durchschnitte sieht. Dies ist die Kugel des anzeigenden Thermoskopes. Die obere Hälfte c'e' springt am Boden des Gefäßes B vor, und ist mit dem Eise oder mit dem kalten Wasser in Berührung; die untere Hälfte ruht auf dem erwärmten Quecksilberkissen.

Die gekrümmte Röhre tt't', die mit dieser Höhlung in Verbindung steht, macht die Ausdehnung der Luft sichtbar, welche in dieser Höhlung enthalten ist.

Zu diesem Ende ist der obere Theil dieser Röhre tt mit einer gefärbten Flüssigkeit gefüllt, die sich senkt, wenn die Luft in der Höhlung sich erhitzt und sich ausdehnt. Um den Versuch anzustellen, hebt man das obere Gefäß B ab, legt auf das Rissen eine Scheibe aus dem Körper, den man prüfen will, und setzt das obere Gefäß wieder auf. Die untere Oberfläche cc des Luftraumes ist von dem Rissen mittelst des Körpers abgeschieden und erhält weniger Wärme, und folglich nimmt die darin enthaltene Luft eine mittlere oder weniger hohe Temperatur an. Der Zeiger o bleibt auf einem höheren Punkte.

Da dieser Apparat sehr schnell und deutlich zeigt, so kann er auch bei öffentlichen Versuchen dienen.

19. Ueber Hrn. Buntens Barometer

erstattete Hr. Arago in der Sitzung der Akademie am 14. April einen sehr vortheilhaften Bericht, in welchem er endlich gestand, daß Gay-Lussacs berühmtes Barometer durchaus nicht tragbar ist. Wenn Hr. Arago mit Buntens Barometer in der Hand auf einem Polacken reiten, oder dasselbe neben sich hin auf eine Britschka legen müßte, so würde er vielleicht von Buntens Barometer sagen, daß es nicht fahrbar und nicht reitbar ist. Das Barometer, welches Dr. Schultes in des sel. Gehlen Journal für Chemie beschrieben und abgebildet hat, ist aber, wie wir aus 20jähriger Erfahrung versichern können, reitbar und fahrbar und tragbar. Es ist das einfachste und genaueste und wohlfeilste Barometer, das man haben kann.

20. Gläserne Springbrunnen.

(Hierzu Fig. 12. und 13.)

Hr. W. Baddeley d. jünger. beschreibt a. a. D. ein Spielwerk, womit die Krämer zu London jetzt die Fenster ihrer Kramläden schmücken, und das müßige Publikum zum Stehenbleiben, Gaffen, Eintreten und Näheranschauen, und zum Einkaufen locken. Dieses Spielwerk beruht auf einer optischen Täuschung, in welcher Glas einen Wasserstrahl darstellt, der bald aus dem Munde eines Löwen, bald über Felsen, bald aus der Urne eines Flußgottes unter einer Stock-Uhr herausströmt.

Diese Spielerei kann übrigens auch von einigem Nutzen werden, indem man, mittelst einer ähnlichen Vorrichtung, kleine Modelle verschiedener Maschinen, wie Mühlenwerke, Dampfmaschinen u. in Umlauf setzen, und selbst bei Kindern Geschmack an mechanischen Vorrichtungen erwecken und denselben einigen Unterricht in der ersten Jugend spielend beibringen kann.

Die meisten dieser Spielwerke werden durch eine Feder in Bewegung gesetzt, die ein Räderwerk treibt. Andere verfertigen die Räder und Triebstöcke aus Kartenpapier und Draht, nach Art der neuen papiernen Pariser Uhren, die man jetzt vor so vielen Fenstern sieht, und setzen dieselben mittelst eines Gewichtes in Bewegung. Hierzu gehört jedoch schon einige Geschicklichkeit und Übung. Folgende Vorrichtung, die gewundene Glasstange, die durch ihre Umdrehung die optische Täuschung hervorbringt und den Wasserstrahl darstellt, in Umlauf zu setzen, scheint uns einfacher und bequemer.

Fig. 12. zeigt die Maschine von vorne, und Fig. 13. ist ein Seiten-Aufriß. Die Triebkraft ist fein gesiebter Sand, oder vielleicht noch besser, fein gesiebte Eisenfeile, die aus einem Behälter A auf das Schaufelrad B fällt, und dieses dadurch in Umlauf setzt. Die Bewegung dieses Rades wird der Glasstange C mittelst eines abgestuht kegelförmigen Rades auf der Achse derselben mitgetheilt. Dieses Rad ist mit feinem Handschuhleder überzogen und an der Seite des Schaufelrades befindet sich eine Scheibe oder ein Kreis von ähnlichem Leder D, an welchen das Rad der Glasstange anstößt und sich so an demselben reibt, daß, wenn das eine dieser Räder in Umlauf gesetzt wird, auch das andere durch Reibung an demselben umgetrieben wird.

Der Sand fällt aus dem Behälter A durch eine viereckige Oeffnung b in demselben auf das Rad B, welche Oeffnung mittelst eines Schiebers weiter oder enger gemacht werden kann, wodurch dann die Geschwindigkeit des Rades B nach Belieben gestellt wird. Der Sand oder die Eisenfeile fällt aus dem Rade B in die Lade E unter demselben, und kann seiner Zeit aus demselben genommen und wieder in den Behälter geschüttet werden. Das beste Material zur Verfertigung des Rades B ist ein dünnes Plättchen Mahagonyholz, wie es die Galanterie-Tischler zum Einlegen brauchen. Es wirft sich nicht so leicht, wie Kartenpapier oder Patentdeckel. Das Rad kann drei Zoll im Durchmesser und ungefähr einen Zoll in der Breite halten. Der Unterschied in der Umlaufzeit zwischen dem abgestuht kegelförmigen Rade und dem Kreise D hängt von den verschiedenen Durchmesser derselben ab. — Diese Vorrichtung wird, wie es sich von selbst versteht, mit Ausnahme der gewundenen Glasstange, dem Auge verborgen gehalten.

21. Ueber die Verfertigung richtiger Kräometer. Von Dr. Fr. Körner zu Sena.

(Vergl. „Erbsmann's Journal f. technische u. ökonom. Chemie. 1829. Juli-Heft.“)

Schon längst habe ich es für ein verdienstliches Werk gehalten, dem Bedürfnisse einer leicht faßlichen Anleitung zur Verfertigung aller Kräometer abzuhelpen, die sich jetzt um so mehr nöthig zu machen scheint, als bei der Zusammensetzung flüssiger einfacher Bestandtheile zu pharmaceutischem Gebrauche vorschriftsmäßige Bestimmungen nach dem specifischen Gewichte gegeben sind, und da die Kräometer, wenn sie richtig sind, sowohl in den Künsten, als in der analytischen Chemie mit Vortheil und Zeitersparniß gebraucht werden können. Von der Ausführung des gefaßten Plans bin ich durch Mangel an Zeit zu literarischen Beschäftigungen und andere hindernde Umstände abgehalten worden; verspreche aber, sobald es mir möglich ist, denselben zur Ausführung zu bringen.

Da die ungemein nette Schmidt'sche Anleitung zur Verfertigung dieser Instrumente nicht Jedermann verständlich sein kann, und doch einige Schwierigkeiten in der Ausübung hat; da Baumgartner durch Anstrengung leicht faßlich zu werden dunkel worden ist; da Meißner über

die Art und Weise seiner Verfertigung dieser Instrumente Stillschweigen beobachtet hat; und da die Beck'schen (eigentlich die durch Bentely verbesserten Baum'schen) keine ausgedehnte Scale zulassen und man von der dazu gegebenen Tabelle abhängig ist, so habe ich zur Verfertigung dieser Instrumente eine neue Methode durch Bestimmung zweier festen Punkte, wie beim Thermometer aufgefunden, zwischen welchen die einzelnen Theilungsintervalle durch Rechnung bestimmt werden.

Um die Richtigkeit der auf meine Art gefertigten Instrumente zu prüfen, wurden Abwägungen von verschiedenen Mischungen aus Alkohol und Schwefelsäure und Wasser unter gleichem Volum mit der größten Vorsicht gemacht, das spec. Gewicht daraus hergeleitet und die gefertigten Aräometer in die Flüssigkeiten eingesenkt. Sie gaben für einen geübten Beobachter das spec. Gewicht bis auf die 4te Decimale genau, während diejenigen, die Beck zu seinem eignen Gebrauche gehabt, und mir von einem jungen Chemiker, der sie acquirirt hatte, zu diesem Zweck geliehen worden waren, so wie Meißner'sche einige Differenzen zeigten.

Bis dahin, wo ich im Stande bin, die erwähnte Anleitung durch den Druck bekannt zu machen, damit jeder Kunstverständige darnach sein Heil an der billigen Lieferung dieser Instrumente suchen kann, können Liebhaber dieselben von mir erhalten; wobei mir bestimmt werden muß, ob sie das spec. Gewicht (allgemeine Aräometer) oder Procente einer Mischung (Procentaräometer) angeben, und ob sie die gemeine, oder die von Richter vorgeschlagene und von Meißner angenommene Form haben sollen.

Der Preis eines Satzes von 6 Stück, die spec. Gewichte von 0,700 — 0,800; von 0,800 — 1,000; von 1,000 — 1,200; von 1,200 — 1,400; von 1,400 — 1,600, und von 1,600 — 1,850 umfassend, nebst Etuis, bestimme ich zu 8 Thlr. Mit beigelegtem Procentenalkoholometer zu 9 Thlr. Mit dazu gefügtem Thermometer, die Scale auf die Thermometerrohre selbst eingetheilt, zu 12 Thlr.

Alkoholometer nach Richter im Futteral 1 Thlr.

— nach Tralles 1 Thlr. 8 Gr.

Jedes einzelne Stück, das spec. Gewicht, von 200 zu 200 oder auch die Procente der Vermischungen aus Ammoniak, Kali, Natron, Kochsalz, Essig-, Salpeter-, Salz- und Schwe-

felsäure und Wasser angehend, zu . . .	1 Thlr.
Thermometer mit freistehender Kugel auf Holz . . .	= — 20 Gr.
Desgleichen im Kästchen, die Scale mit Charnier zum Zurück schlagen . . .	1 Thlr. 12 Gr.
Desgl. auf Messing getheilt	3 Thlr. 6 Gr.
Desgl. die Scale auf die Thermometer- röhre selbst getheilt oder in einen Cy- linder eingeschlossen	3 Thlr. 6 Gr.

Jena den 1sten Juli 1829.

Dr. Fr. Körner.

Alle obige Preise sind so gestellt, daß die Verpackung noch extra vergütet werden muß.

22. Neue Art, Thermometer aufzuhängen. Von W. Mageough.

(Hierzu Fig. 14. bis 16.)

Es sei AB (Fig. 14.) ein mit Quecksilber gefülltes Thermometer = Rohr, an welchem der Gefrier- und der Siedpunkt bemerkbar ist. C sei dessen Schwerpunkt, wenn das Quecksilber auf dem Gefrierpunkte steht, und c der Schwerpunkt, wenn es bis zum Siedpunkte gestiegen ist. S sei die Stelle einer quer auf dem Rohre befestigten Achse, welche in zwei Haken oder Ringen ruht, wie in der Zeichnung einer am Ende des Drahtes PS vorgestellt ist. Man nehme an, daß der Punkt S sich in einer Linie befinde, welche von dem Punkte c senkrecht auf das Rohr errichtet wird. Es ist dann klar, daß, wenn das Quecksilber auf den Siedpunkt steigt, und sein Schwerpunkt nach c kommt, dieser Punkt sich in eine durch S gehende Vertikallinie begeben, das Rohr mithin die horizontale Lage annehmen muß, wie es in der Zeichnung vorgestellt ist. Hingegen, wenn das Quecksilber auf den Eispunkt fällt, so gelangt der Schwerpunkt des Thermometers nach C, welcher Punkt nun so lange sinkt, bis er vertikal unter S steht; so daß das Rohr die Lage A'B' annimmt, und der Bogen AA', durch welchen das Ende A sich bewegt hat, gleich 90 Grad, weniger dem Winkel cCS wird.

Wenn der Bogen AA' und das Rohr des Thermometers graduirt sind, so kann man die entsprechenden Theile beider, so wie das Quecksilber steigt und fällt, bemerken, und auf dem Bogen nach Bequemlichkeit anzeichnen.

Da in den Röhren, welche man gewöhnlich erhält, die Entfernung cS des Aufhängungspunktes über der Achse des Rohres sehr klein sein muß, so erleichtert man sich die Aufhängung, indem man die Drehungsachse aus einem Stücke dünnen Stahldrahts bildet, welches wie Fig. 15. gebogen wird, wobei der innere Theil der Krümmung so nahe als möglich dem halben Umkreise des Rohres gleich ist. Die Krümmung c auf der unteren Seite des Rohres, wird nun an letzteres der Draht mittelst eines vier oder fünf Mal herumgewundenen Fadens befestigt, dessen Verschiebung man durch einen oder zwei Tropfen Firniß zu verhindern sucht. Es ist klar, daß bloß durch Vergrößerung oder Verkleinerung des Abstandes zwischen den Auflagpunkten oder Tragringen, der Schwerpunkt c mehr oder weniger unter jene Punkte SS herabgerückt, und der richtige Abstand cS ohne viele Mühe erhalten wird. Eine messerartige Schneide ist indessen gewiß dem Drahte vorzuziehen.

Um den Schwerpunkt des Rohres zu finden, ist bloß nöthig, dasselbe mittelst eines an dessen beiden Enden befestigten, und über einen Stift gelegten Fadens in horizontaler Lage aufzuhängen, und mittelst der Feile oder des Diamants den Punkt zu bezeichnen, in welchem der Faden eines von eben jenem Stifte herabhängenden Senkbleies das Rohr schneidet. Der Bogen VPV' (Fig. 14.) kann von Pappe, Holz oder Metall sein, und wird an die Drähte SP befestigt. An dem Dehre P hängt man das Instrument auf.

Wenn die Gestalt des Rohres nach Fig. 16. abgeändert wird, und die Kugel im obern Theile Weingeist, Quecksilber im untern enthält; so wird offenbar die Entfernung zwischen den Schwerpunkten bei zwei verschiedenen Temperaturen, folglich auch die Kraft des Instrumentes, sehr vergrößert. Die Schraffirung in Fig. 16. bezeichnet den Theil der Kugel und des Rohres, welcher vom Quecksilber eingenommen wird, wenn die Temperatur niedrig ist.

Auf die beschriebene Weise aufgehangen, kann das Rohr eben so gut von Thon oder Metall, als von Glas gemacht sein; es kann Metalle oder andere Substanzen enthalten, welche durch die Hitze ausgedehnt werden, und mittelst derselben zur Anzeige von Temperaturgraden gebraucht werden, durch welche ein gewöhnliches Thermometer schnell zerstört wird. Die obige Beschreibung bezieht sich indefs

nur auf gewöhnliche gläserne Thermometerrohren, die aber von einer dem Zwecke angemessenen Größe sein müssen. Wenn ein solches Thermometer groß genug ist, so bewegt es sich mit hinreichender Kraft, um durch die Auflösung eines Weckers den Augenblick anzuzeigen, in welchem das Gemach, worin es sich befindet, einen gewissen Temperaturgrad erreicht. Oder ein zubereitetes Papier kann über einen Haarpinsel hingeführt werden, der mit einer nicht trocknenden oder gefrierenden Flüssigkeit gefüllt ist. Dieser Pinsel wird dann, mittelst einer einfachen Zugabe zu dem Werke einer Uhr, alle Veränderungen anzeigen, welche binnen 12 oder 24 Stunden in der Temperatur vorgefallen sind. Ja, wenn man nicht mehr verlangt, als den höchsten und tiefsten Thermometerstand innerhalb einer gewissen Zeit (z. B. der Nacht) zu wissen; so kann dieser Zweck sehr leicht erreicht werden durch ein Paar feine Streifen von leichtem Holz oder zwei Borsten, welche von dem Ende des Thermometer-Rohres auf dem Gradbogen in Bewegung gesetzt werden.

23. Idee zu einem Pyrometer, das seine Grade von sich selbst aufzeichnet.

(Hierzu Fig. 17. u. 18.)

Ich machte, sagt ein Ungenannter, Versuche über die Verglasung der Farben, und fand bei diesen Versuchen vorzüglich dadurch mehrere Schwierigkeiten, weil ich kein Instrument hatte, das den zum Flusse derselben nöthigen Grad von Hitze anzeigte. Die meisten Instrumente, die ich dazu brauchen wollte, geriethen in Unordnung.

Nach mehreren Versuchen gelang es mir, ein Instrument zu Stande zu bringen, das, wie ich hoffe, diesen Mängeln abhilft, und als ein sich selbst aufzeichnendes Pyrometer dienen kann. Es ist folgendes:

A (Fig. 17.) ist eine Röhre aus dem festesten Porzellan, die an einem Ende mit einer hohlen Kugel, gleichfalls aus Porzellan, versehen ist. Innerhalb dieser Röhre befindet sich ein flaches Stäbchen, das aus Platina, und an seinem unteren Ende mit einer Scheibe aus demselben Metalle versehen ist, die genau in dieselbe paßt, so daß sie überall an der inneren Wand der Röhre luftdicht schließt, und sich doch frei in derselben auf und nieder bewegen läßt. Die hohle Kugel und ein Theil der Röhre werden mit

einer Composition von Kupfer und Zinn, die bei 0 Grad am Wedgwood'schen Pyrometer fließt, gefüllt. Wenn nun diese Masse fließt, dehnt sie sich als flüssiger Körper in der Hitze aus, und treibt die Platina-Stange in die Höhe. Der graduirte Maßstab C ist an der Röhre vollkommen und so befestigt, daß er die freie Bewegung des Platina-Stäbchens durchaus nicht hindert. Zu dem Maßstabe ist eine Furche, in welcher sich ein Zeiger bewegt. Wie das Metall sich ausdehnt, schiebt es das Stängelchen, und mit diesem den Zeiger in die Höhe. Siehe Fig. 18. Ich habe noch keinen bestimmten Maßstab, und kenne auch nicht die beste Metall-Composition. Ich wünsche die Erfahrungen Anderer hierüber *).

24. Ueber ein verbessertes Löthrohr von Hrn. K. T. Kemp.

(Hierzu Fig. 19.)

Wir übergehen hier die Einleitung, in welcher der Hr. Verfasser die bekannten Mängel und Nachteile der gewöhnlichen Arten von Löthrohre aufzählt, und gehen zur Beschreibung seines Löthrohrs über.

• Gegenwärtiges Löthrohr ist leicht tragbar, fordert beinahe keine Anstrengung der Lunge, indem eine einzige Expiration zureicht, um zwei Minuten lang ein Gebläse zu unterhalten, und nimmt wenig Raum ein. Es besteht aus einem kugelförmigen Glase AB (Fig. 19.), dessen Hals mittelst eines Kork-Pfropfens geschlossen ist, der mit Siegellack vollkommen luftdicht eingesetzt ist. Durch den Pfropfen ziehen zwei Glasröhren Cc, Ddd, von ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser. Die eine Röhre Cc endet sich unter der unteren Oberfläche des Pfropfens bei c, und ist, nach dem Inneren des Gefäßes zu, offen. Sie ist, wie die Figur zeigt, gekrümmt, und an einem ihrer Enden C in eine feine Spitze ausgezogen, durch welche die Luft ausströmt, die die Flamme zuspitzt. Die andere Röhre Ddd läuft gleichfalls durch den Kork, endet sich aber in eine flaschenförmige Röhre Ee, so, daß ihr unteres Ende von dem Boden

*) Wir wünschen zu wissen, ob das Stängelchen, oder vielmehr, ob die Scheibe, nachdem das Metall sich ausgedehnt hat und erkaltet, wieder auf seinen vorigen Standpunkt zurückzubringen ist? Ob nichts vom Metalle an den Wänden der Röhre hängen bleibt?

dieser Röhre Ee hinlänglich weit absteht, um die Luft, die bei D eingeblasen wird, bei dem unteren Ende d in die Röhre Ee ausfahren zu lassen. Diese Röhre Ee enthält etwas Quecksilber, unter dessen Oberfläche Ee sich endet, nachdem sie oben durch den Kork, der diese Röhre bei E schließt, durchging: sie ist mittelst Siegellackes in diesem Korte luftdicht befestigt, in welchem zwei Oeffnungen ff eingeschnitten sind, durch welche die Luft frei in das große Gefäß durch kann.

An dem Halse des Gefäßes AB ist eine kleine Weingeist-Lampe angebracht, die mittelst einer Schraube gehoben oder gesenkt werden kann, so daß die Luft, wie sie bei C austritt, auf die Flamme wirken kann.

Bei Anwendung dieses Löthrohres darf nur die Lampe mittelst der Schraube so gestellt werden, daß sie der Röhre C gegenüber kommt.

Wenn man nun in die Röhre Dd bläst, treibt man eine gewisse Menge Luft in das Gefäß Ee, und das Quecksilber am Boden dieses Gefäßes wird durch die Oeffnungen ff in das größere Gefäß AB herausgetrieben. Ein Theil dieses Quecksilbers wird aber, durch den Druck der Luft in dem Gefäße Ee auf dasselbe, in der Röhre Dd emporsteigen und eine Säule bilden, die als Klappe wirkt, welche jede Verbindung zwischen der äußeren und inneren Luft absperrt, und jeder in den beiden Gefäßen enthaltenen Luft den Rückgang nach außen durch die Röhre Dd verwehrt, während dieselbe, in Folge ihrer größeren Elasticität, die sie durch ihren verdichteten Zustand erhielt, durch die andere Röhre C auf die Flamme der Lampe hinausfährt. Da nun ein paar Minuten verstreichen, ehe die Luft in die vorige Dichtigkeit der Atmosphäre zurücktritt, so wird dadurch ein ununterbrochener Strom auf die Flamme in der Weingeist-Lampe erhalten, und kann auch auf dieselbe fortwährend unterhalten werden, wenn man gelegentlich in die Röhre nachbläst: dadurch erhält der Operateur beide Hände frei, was bei Arbeiten mit kleinen Gegenständen wichtig ist.

Das Instrument kann noch brauchbarer gemacht werden, wenn man bei C einen Sperrhahn anbringt, und mittelst dessen den Luftstrom regulirt; in den meisten Fällen ist dieß jedoch überflüssig.

Statt daß man die Röhre Ddd sich in dem Gefäß Ee enden läßt, hätte man dieselbe auch in das Gefäß AB bis

nahe an den Boden desselben leiten, und diesen mit Quecksilber übergießen können, in welches die Röhre sich dann endete. Wenn das Gefäß immer still an einem Orte stehen bleibt, dient diese letzte Vorrichtung eben so gut; wenn es aber hin und her getragen werden muß, schwingt das Quecksilber sich öfters vom Boden der Röhre weg, die Elasticität der in dem Gefäße enthaltenen Luft treibt dieselbe dafür in diese Röhre ein, und die Luft entweicht bei D.

Auf eben dieselbe Weise läßt sich auch bei dem hydraulischen Löthrohre eine Klappe bilden. Die Röhre, die aus dem Blasebalge kommt, kann, Statt die gewöhnliche Klappe zu besitzen, und sich oben in dem Luftgefäße zu enden, bis auf den Boden desselben herabsteigen, wo dann, wenn Luft durch den Blasebalg eingeblasen wird, dieselbe das Wasser aus der Röhre nach dem oberen Theile des Gefäßes treiben wird. Hier wirkt nun das Wasser als Klappe, und hindert den Rücktritt der Luft durch die Röhre, während die Luft auf die gewöhnliche Weise durch die andere Röhre ausgetrieben wird.

Auf diese Weise erhält man nun die einfachste Klappe von der Welt, die nicht leicht in Unordnung geräth, und man braucht nicht mehr Gewalt die Luft einzublasen, als nach der gewöhnlichen Methode *).

25. Hrn. Christie's verbessertes Barometer.

(Hierzu Fig. 20.)

Hr. Christie, Sekretär in der Mechanics' Institution, zeigt in der Einleitung zur Beschreibung des gegenwärtigen Barometers die Schwierigkeiten, den Vernier an dem gewöhnlichen Barometer so zu stellen, daß man der möglich höchsten Genauigkeit auf 0,01 Zoll sicher sein kann. Er macht ferner auf die bekannten Nachtheile des Räder-Barometers aufmerksam. Wir übergeben diese Bemerkungen, indem dieselben sich Jedem, der Barometer-Beobachtungen anstellte, ohnedies aufgedrungen haben müssen, und gehen zur Darstellung seines Barometers über.

abc Fig. 20. ist eine ungefähr 35 Zoll lange Glas-

*) Hr. Kemp bemerkt bei dieser Gelegenheit noch die sonderbare Erscheinung, daß, wenn man auf ein Quecksilber-Amalgam eine mit Wasser verdünnte Säure gießt, und dann Metalldrähte in dieses Amalgam steckt, das Quecksilber an den Drahten alsogleich so hoch hinaufläuft, als die Flüssigkeit in dem Gefäße steht.

röhre, mit Ausnahme des kürzeren aufsteigenden Theiles derselben, bc. Die Röhre ist inwendig nicht unter Einem Viertel Zoll weit, und erweitert sich oben in a in eine Kugel von 2 Zoll im Durchmesser. Auf der Oberfläche des in der Röhre bc befindlichen Quecksilbers (welches in der gesammten Röhre durch Schattirung angezeigt ist) ruht eine kleine gläserne Kugel oder ein Schwimmer d, auf welchem ein feiner Stahldraht de angebracht ist, der den Vernier f führt. Dieser Draht läuft durch ein Loch g, welches in einer kegelförmigen Hervorragung an dem Maßstabe hi angebracht ist, der auf der Röhre ba befestigt ist. Maßstab und Vernier sind auf die gewöhnliche Weise eingerichtet, nur ist letzterer umgekehrt nummerirt: hier in der Figur nur von 27 bis 31 Zoll.

Da a luftleer ist, so wird das Quecksilber durch den Druck der Atmosphäre auf d in seinem Sinken beschränkt; je größer der Druck auf d wird, desto tiefer wird das Quecksilber in cb sinken, folglich auch d, und desto tiefer wird also der Vernier f, der an dem Drahte ed befestigt ist, längs dem Maßstabe hi von h nach i niedersteigen, d. h., in der Richtung von 27 nach 31. So wie im Gegentheile der Druck auf d sich vermindert, wird das Quecksilber in der Röhre ab sinken und in der Röhre bc steigen, und der Vernier wird eben so von 31 nach 27 Zoll aufwärts steigen *).

26. Ueber Heberbarometer mit fixer Scale und Röhre. Von Johann Bartal.

(Hierzu Fig. 21.)

Bekanntlich sind die Heberbarometer diejenigen, deren man sich bei allen genauen Beobachtungen deswegen bedient, weil sie den Luftdruck immer einfach und genau durch die Höhe einer Quecksilbersäule zu erkennen geben, deren Gewicht die Größe dieses Luftdruckes auf ihre Grundfläche in Lothen oder Pfunden bestimmt.

Allein eben diese Heberbarometer haben bei ihrer Vorzüglichkeit das Unbequeme, daß entweder ihre Scale oder die Röhre, welche das Quecksilber enthält, beweglich sein

*) Diese Vorrichtung ist nicht ganz neu, und hat eben so gut ihre Schwierigkeiten, wie die übrigen bisherigen Vorrichtungen am Barometer.

muß, oder daß man gar, um die wahre Barometerhöhe zu erhalten, zwei Mal ablesen muß. Diese Operationen sind zwar bei allen genaueren Heberbarometern durch einfache Mechanismen sehr erleichtert; allein man sieht bald ein, daß, besonders bei oft auf einander folgenden Beobachtungen, auf diese Weise viele Zeit verloren geht, und daß, wenn man genau sein will, die ganze Operation immer ziemlich mühsam ist.

Aus diesem Grunde, scheint es, ist daher wohl das Heberbarometer, dieses einfache und ganz untrügliche physikalische Instrument, noch bei weitem nicht so verbreitet, als es zu sein verdiente; so daß es, weil man sich in vielen Fällen mit jener immer wiederholten Stellung entweder nicht befassen kann oder will, meist nur auf die rein wissenschaftliche Sphäre beschränkt ist, und seine Stelle im gewöhnlichen Leben immer das sehr ungenaue Gefäßbarometer einnimmt.

Ich glaube, daß die Mittheilung einer Untersuchung, welche nichts als eine einfache Rechnung mit Decimalen voraussetzt, nicht ganz ohne Interesse sein dürfte.

Es sei Fig. 21. cc' irgend ein Barometerstand in einem mit allen sonst üblichen Vorsichten genau gefertigten Heberbarometer. Neigt man nun dieses Barometer in einer auf sein Bretchen der Länge nach senkrechten Ebene, und läßt es in Ruhe kommen, so wird der Stand des Quecksilbers sich z. B. nach d und d' verändern. Man nenne den Abstand ed , a , und jenen $c'd'$, a' und messe diese beiden Abstände mittelst eines genauen Haarzirkels, z. B. auf einem in 1000 Theile eingetheilten Decimeter; eber so wird vorausgesetzt, daß man den ersten Barometerstand cc' entweder durch direkte Messung mittelst eines Stangenzirkels oder durch Vergleichung mit einem schon bewährten Barometer in eben solchen Theilen des Decimeters, oder in Wiener Zollen, kenne. Die Punkte c und c' kann man sich auf der Glasröhre durch sehr scharfe Marken bezeichnen. Nimmt man nun an, es sei mn die letzte Theilungslinie der Scale, also unter dem tiefsten annehmbaren Barometerstande, und das Barometer steige nach dem ersten vorausgesetzten Stande cc' bis nach d um b Wiener Zoll, so fragt sich, wie groß, bei Voraussetzung einer fixen Scale, die Distanz des Punktes d' von mn in den vorigen gleichen Theilen des Decimeters sein werde.

Hierfür sei das Verhältniß von

$$a : a' = \alpha;$$

so wird, da offenbar

$$a + a' = b \text{ ist,}$$

$$a' = \frac{b}{1 + \alpha} \text{ sein,}$$

und mithin wird

$$md' = mc' + a' = mc' + \frac{b}{1 + \alpha} \text{ sein.}$$

Für einen dritten, vom ersten um b' Zoll verschiedenen Barometerstand, wird man eben so haben

$$a'' = \frac{b'}{1 + \alpha}.$$

Ist $b' = 2b$, so wird $a'' = 2a'$ sein, woraus sich ergibt, daß die einzelnen Theile dieser Scale, welche ganz unveränderlich und fest wie die Röhre selbst sein kann, unter einander gleich sind: mithin stellt sich der Theilung derselben gar keine Schwierigkeit entgegen.

Die erwähnte Leichtigkeit, mit welcher ein gewöhnlicher Mechaniker solche Barometer construiren kann, wird sich aus folgendem Beispiele, von einem wirklich auf diese Art verfertigten Barometer, welches durch längere Vergleichung mit einem sehr genauen Heberbarometer sich bewährte, entnehmen lassen.

Es sei der erste beobachtete Barometerstand = 27,530 W. Z., und das Verhältniß von $a : a' = 8 : 9$, und man verlange die auf der Scale abzustehende Distanz vom genannten Barometerstande, welche einem neuen von 29,530 W. Z. entspricht, so hat man

$$b = 2''$$

$$a + a' = 2''$$

$$\frac{8a'}{9} + a' = 2'' \text{ mithin}$$

$$a' = 1'',059.$$

Dieser Abstand a' soll aber ein Steigen von zwei wirklichen Zollen anzeigen, es werden daher auf der fixen Scale 2 Zoll gleich 1,059 Zoll, mithin 6 Zoll gleich 3,176 Zollen sein. Diese letztere Länge wird man daher in sechs gleichen Theilen auftragen, welche Zolle vorstellen, und diese wieder nach Belieben unterabtheilen. Wird die so eingetheilte Scale

dann auf dem Brettchen so befestiget, daß das Barometer für diesen Augenblick die richtige Höhe anzeigt, so wird es, der Natur der Sache gemäß, für jeden folgenden beiläufig um drei Zoll höheren oder tieferen Stand, für welchen die Scale noch hinreicht, auch die richtige Höhe anzeigen.

Es ist ohne Zweifel aus der ganzen Auseinandersetzung dieser Sache zu entnehmen, daß die immer stattfindende Ungleichheit des Kalibers der beiden Schenkel der Glasröhre wohl berücksichtigt worden ist, insofern man von der Capillarität des Quecksilbers abstrahirt, und deswegen hat man auch hier die Röhre wohl auszuwählen. Daß man Vortheile der Art, wie die Röhre in das Brettchen zu versenken, und bloß den zur Scale nöthigen Theil sichtbar sein zu lassen, anwenden könne, darf kaum erwähnt werden. Will man weiter gehen, und bemerken, daß durch die halb so kleinen Theile der Scale der im Ablefen annehmbare Fehler doppelt so groß wird; so zeigt sich bei näherer Betrachtung, daß diese Bemerkung ganz entkräftet wird, wenn man berücksichtigt, daß bei dem gewöhnlichen Heberbarometer zwar im Ablefen ein halb so kleiner Fehler, dieser aber zwei Mal, also im Ganzen doch ein eben so großer Fehler wie bei dem beschriebenen, mit fixer Scale und Röhre, gemacht wird.

27. Neues Kräometer, von Don Jose Maria Bustamente.

(Hierzu Fig. 22. bis 24.)

Es ist bekannt, daß zum Gebrauche von Nicholson's Kräometer eine Reihe kleiner und genauer Gewichte nothwendig ist, und daß dieses Instrument drei Mal *) bis zu einem bestimmten Punkte in Wasser eingesenkt werden muß, wenn man mittelst desselben das specifische Gewicht eines festen Körpers bestimmen will. Hierbei ist man gezwungen, Gewichte nach Erforderniß zuzulegen und wegzunehmen, bis das Zeichen am Halse des Kräometers gerade die Wasserfläche berührt: eine gewöhnlich sehr langweilige Operation. Abgesehen davon, daß man auf Reisen die wünschenswerthe Bequemlichkeit meistens entbehrt, ist es auch leicht, einige der kleinen Gewichte zu verlieren, wodurch das

*) Zwei Mal nur, wenn die ursprüngliche oder erste Belastung des Kräometers schon bekannt ist.
Thermometer.

dem reisenden Mineralogen so nützliche Instrument unbrauchbar wird. Um diesen Nachtheil zu vermeiden, die Transportirung des Aräometers zu erleichtern, und seinen Gebrauch zu vereinfachen, kann man sich der in Fig. 22, 23, 24. abgebildeten Einrichtung bedienen.

Der Theil abc des Instrumentes (Fig. 22.), welcher aus Zinn (verzinnem Blech?), Messing u. s. w. bestehen kann, ist aus zwei umgekehrten hohlen, bei de vereinigten Kegeln zusammengesetzt, und hat zur Basis eine concave Platte abf, worein das im Wasser zu wägende Mineral gelegt wird. Vor dem Auslöthen dieser Platte muß das Instrument durch etwas hineingebrachtes Blei so belastet werden, daß es in Wasser bis nahe an die Basis ab einsinkt *). An vier gleichweit von einander abstehenden Punkten der Basis sind zwei Bogen von Draht, ab, gh festgelöthet, welche sich durchkreuzen, und den Keil m tragen, worin mittelst Siegellack das untere Ende des gläsernen Röhrchens mn befestigt ist. Im Innern dieser Röhre befindet sich eine auf Papier gezeichnete Scale von Linien, Millimetern oder willkürlichen gleichen Theilen, die von Null anfangen nach aufwärts mit Zahlen bezeichnet sind **). Endlich ist am entgegengesetzten (obern) Ende des Rohres, mittelst des Ringes n und etwas Siegellack, das Schüsselchens rs befestigt, in welches die Mineralien gelegt werden, wenn man sie in der Luft wägen will.

Fig. 23. ist eine cylindrische Büchse von Weißblech, sammt ihrem Deckel. Sie ist eben so lang als das Aräometer, hat aber einen etwas größern Durchmesser als dieses. Im Mittelpunkte des Bodens dieser Büchse ist durch Auslöthen das konisch ausgehöhlte Klößchen xz befestigt, in welches die Spitze des untern Kegels, des eingeseht wird; und da der Durchmesser des Schälchens oder Schüsselchens rs nur um sehr wenig kleiner ist, als jener der Büchse, so

*) Der Blei-Ballast kann aus flachen Stücken oder aus Schrot bestehen. Im ersten Falle wird das Blei fest passend in den untern Keil gesteckt; im zweiten bedeckt man die eingefüllten Schrotkörner mit einem darüber angelötheten Plättchen, damit sie immer am Boden bleiben müssen.

**) Statt der gläsernen Röhre kann eine silberne oder messingene von entsprechender Größe und Schwere angebracht werden. Die Scale wird dann auf der Außenseite derselben eingegraben; die Ringe m, n bleiben weg, und das Instrument ist, da die Bogen ab, gh und das Schälchen rs besser befestigt werden können, weniger der Gefahr einer Beschädigung ausgefetzt.

Kann das zur Aufbewahrung hineingestellte Instrument nicht geschüttelt und dadurch beschädigt werden. Diese Büchse kann zugleich am besten Anwendung finden, wenn man das Aräometer gebrauchen will, weil eine in dasselbe gegossene hinreichende Menge Wasser nach dem Einsinken des Aräometers nur den Rand erreicht, ohne überzuströmen.

Wenn das Instrument im Wasser sich selbst überlassen ist, so sinkt es, wie schon gesagt, bis nahe an die Basis ab ein; und es ist nothwendig, damit der Nullpunkt der Scale die Wasserfläche erreiche, einige kleine Bleigewichte in das Schälchen zu legen. Dieses Gewicht, welches man bestimmen muß, heiße das Zugewicht.

Wenn unter diesen Umständen irgend ein Gewicht in das Schälchen gelegt wird, so sinkt das Instrument desto tiefer ein, je größer jenes Gewicht ist; und es unterliegt keinem Zweifel, daß das neu hinzugekommene Gewicht gleich sein wird dem Gewichte eines Wasser-Cylinders von dem Durchmesser und der Länge des neu eingetauchten Stückes von dem Halse an. Wenn daher das Instrument um eine Abtheilung der Scale einsinkt, so kann man sagen, daß das Gewicht, womit es beladen worden ist, gleich sei jenem eines Wasser-Cylinders, dessen Basis der Querschnitt des Rohres an, und dessen Höhe die Länge einer Abtheilung ist. Eine größere Belastung, welche eine Eintauchung von 20 Theilen der Scale bewirkt, wird gleich sein dem zwanzigfachen Gewichte einer solchen Wasserportion. Kennt man also die Anzahl von Drachmen oder Granen, welche eine solche Portion wiegt, so ist es leicht, das Gewicht des auf das Schälchen gelegten Körpers zu finden. Es wird späterhin gezeigt werden, wie das Gewicht jeder Wasserportion zu bestimmen sei; obschon es nicht nöthig ist, dasselbe zu kennen, weil die Abtheilungen der Scale die Verhältnisse der auf das Schälchen gelegten Gewichte zeigen: so wie es unnöthig ist, das Gewicht des in der Barometeröhre enthaltenen Quecksilbers zu wissen, um die verschiedenen Größen des Luftdruckes mit einander zu vergleichen. Es ist hinreichend, mit Genauigkeit die Punkte der Scale zu bestimmen, bis an welche das Wasser vor und nach der Belastung reicht. Hierauf beschränkt sich der Gebrauch des Instrumentes.

Gesetzt, das mit dem Zugewichte (s. oben) beladene Aräometer sinke genau bis zum Nullpunkte der Scale ein.

Legt man nun auf das Schälchen z. B. ein Stückchen Kalkspath, welche eine Eintauchung bis zur Zahl 54 der Scale bewirkt; so zeigt diese Zahl das Gewicht des Minerals in der Luft an. Wenn man hierauf das Stück von dem Schälchen wegnimmt, und auf die vertiefte Basis afb des Aräometers legt, so reicht das Wasser etwa nur bis zu 34, und diese Zahl zeigt das Gewicht des nämlichen Stückes im Wasser. Der Unterschied zwischen diesen zwei Zahlen, nämlich 20, drückt genau das Gewicht des von dem Mineral verdrängten Wassers aus, oder den Gewichtsverlust beim Wägen unter Wasser. Es bleibt daher nur 54 (das Gewicht des Stückchens in der Luft) durch 20 (den Gewichtsverlust im Wasser) zu dividiren: der Quotient, 2,7, gibt das spezifische Gewicht des Kalkspaths an. Dieses einfache Verfahren muß für alle Körper befolgt werden.

Es ist leicht einzusehen, daß das Zugewicht größer sein kann, als oben angenommen worden ist, ohne daß hierdurch die Angaben eine Aenderung erleiden; weil, wenn z. B. das Instrument Anfangs bis zu 8, statt bis zu Null einsinkt, so würde es nach der Belastung mit dem Stückchen Kalkspath nicht bis auf 54, sondern bis auf 62 eingesunken sein, und das Gewicht des Stückchens wäre wie vorher gewesen, nämlich $= 62 - 8 = 54$. Das Nämliche würde stattgefunden haben in Bezug auf die Wägung unter Wasser, wobei man das Gewicht nicht $= 34$, sondern $= 42$ gefunden hätte; so, daß der Verlust wie im ersten Beispiele $= 20$ gewesen wäre. Es ist einer von den Vortheilen des Instrumentes, daß es nicht nöthig ist, dasselbe bis zu einem festgesetzten Punkte einzutauchen, sondern nur, wie schon gesagt, die Theilungspunkte der Scale zu beobachten, welche den Stand der Wasserfläche anzeigen.

Wenn man von dem Schälchen nicht allein den gewogenen Körper, sondern auch das Zugewicht (S. 83.) wegnimmt, so steigt das Instrument so hoch, daß die Basis afb außer dem Wasser sich befindet. Man kann daher den unter Wasser zu wägenden Körper darauf legen, ohne das ganze Aräometer aus dem Wasser zu nehmen, und ohne beim Wiedereinsenken das Anhängen von Luftblasen befürchten zu müssen, welche bei Nicholson's Aräometer so oft das Resultat verändern.

Weil die an dem Halse des Aräometers sich emporziehende Wasserfläche den Punkt immer etwas zweifelhaft läßt,

bis zu welchem sie reicht, so kann man sich zur genaueren Beobachtung der Einsenkungstiefe des folgenden, durch seine Einfachheit und Sicherheit empfehlenswerthen Mittels bedienen. Es besteht in der Anbringung zweier gespannter Seidenfäden oder sehr feiner Drähte ab, cd (Fig. 24.) oben quer über der Oeffnung der Büchse, so daß von denselben der Hals des Aräometers umfaßt, aber nicht in seiner Bewegung zwischen ihnen gehindert wird. Zu diesem Behufe sind außen an der Büchse die Knöpfchen rs und in dem Rande derselben bei abcd kleine Einschnitte angebracht, in welche die Fäden oder Drähte zu liegen kommen. Wenn man durch den etwa zwei Linien tiefen und einen Zoll langen Ausschnitt xz in der Ebene der beiden Fäden auf die Scale sieht, so zeigt der dem Beobachter zugekehrte Faden den Einsenkungspunkt auf der Scale an. Wenn die Scale in Millimeter getheilt ist, so kann man noch ein Fünftel ihrer Abtheilungen, also 0.2 eines Millimeters beobachten: eine Größe, welche bei dem vom Erfinder gebrauchten Instrumente einem Gewichte von 0.3 Gran entspricht. Es ist wahr, daß der auf diese Weise beobachtete Punkt etwas höher liegt, als der wirkliche Eintauchungs-Punkt; aber aus dem Obigen geht hervor, daß hierdurch das Resultat nicht geändert wird.

Es war bisher nur vom Wägen solcher Substanzen die Rede, deren spezifisches Gewicht größer ist als jenes des Wassers; nun müssen noch zwei andere Fälle betrachtet werden, nämlich jene, wo das spezifische Gewicht des zu untersuchenden Körpers dem des Wassers gleich, und wo es geringer ist.

Kennt man das Gewicht eines Körpers in der Luft, z. B. = 24, und findet man, daß bei der Wägung unter Wasser das Aräometer gerade bis zum Nullpunkte einsinkt; so ist der Gewichtsverlust dem Gewichte in der Luft gleich, oder der Körper wiegt eben so viel als ein gleiches Volumen Wasser, und sein spezifisches Gewicht ist $= \frac{24}{24} = 1$, eben so groß als das spezifische Gewicht des Wassers.

Wenn aber bei der zweiten Eintauchung die Fläche des Wassers nicht bis zu Null hinaufreicht, sondern z. B. 6 Grade unter diesem Punkte bleibt (angenommen, daß die Scale negative Grade besitzt, d. h. daß die Eintheilung von Null abwärts fortgesetzt sei); so erfieht man hieraus, daß

das verdrängte Wasser-Volumen mehr wiegt, als der Körper selbst, weil letzterer bei der Wägung unter Wasser nicht nur sein ganzes eigenes Gewicht = 24 verliert, sondern überdieß noch das Instrument um 6 leichter macht, mithin der Unterschied zwischen + 24 (dem Gewichte in der Luft) und - 6 (dem Gewichte im Wasser) = 30 ist. Dividirt man 24 durch 30, so findet man 0.8 als das specifische Gewicht des untersuchten Körpers.

Es sind keine negativen (unter Null liegenden) Grade auf der Scale angebracht worden, um den Hals des Instrumentes nicht zu lang zu machen. Sie können auch entbehrt werden, wenn man berücksichtigt, daß es möglich ist, durch Vergrößerung des Zugewichtes den größten Theil der Scale unterzutauchen. Wenn unter dieser Voraussetzung ein Körper von geringerem specifischen Gewichte als Wasser unter dem letztern gewogen wird, so bewirkt er ein Steigen des Aräometers, und man kann in der That sagen, daß die Scale, ohne größer geworden zu sein, verdoppelt ist. Ein Beispiel soll hierüber die etwa noch nöthige Aufklärung geben.

Gesetzt, ein Stückchen Eichenholz wiege in der Luft 43.3. Nachdem dasselbe vom Schälchen weggenommen, und das Zugewicht vergrößert ist, sinke das Instrument z. B. bis zu 60 ein. Diesen Punkt bemerkt man, und betrachtet ihn nun so, als wäre er der Nullpunkt der Scale. Bei der hierauf vorgenommenen Wägung sinke das Instrument nur bis zu 53 ein, also gleichsam bis zu 7 Grad unter Null. Die Differenz zwischen + 43.3 und - 7 ist = 50.3. Dividirt man 43.3 durch 50.3, so zeigt der Quotient 0.86 das specifische Gewicht des Eichenholzes an. Dieses Verfahren gilt für alle übrigen ähnlichen Fälle.

Wenn man, nachdem das Aräometer bis zu Null eingetaucht ist, bekannte Gewichte (z. B. Drachmen und Grane) auf das Schälchen legt, so ist es leicht, das einem Grade der Scale entsprechende Gewicht zu finden, wenn man die Anzahl der Grane durch die Zahl der eingetauchten Grade dividirt. Sinkt z. B. bei einer Belastung von 108 Gran das Instrument bis zum Punkte 54 unter, so entspricht jeder Grad einem Gewichte von 2 Gran. Es läßt sich auf diese Weise das größte Gewicht finden, welches man mittelst des Instrumentes zu wägen im Stande ist.

28. Absprengen der Kolben und Glasröhren.

In Bezug auf die Methode, Kolben, Glasröhren u. s. w. durch Bindfaden abzusprennen, bemerkt Schwacke, daß man am kürzesten auf folgende Art zum Ziele gelangt. Man bindet um das Gefäß, welches abgesprengt werden soll, zwei starke Bindfaden so dicht zusammen, daß in ihrer Mitte der Faden zum Sägen laufen kann; dann nimmt Einer das Gefäß in die Hand und faßt mit der einen Hand dicht vor den Faden, damit er sich nicht verschiebe und mit der andern Hand den Faden zum Sägen, während ein Anderer dasselbe thut. Nun wird gesägt und in einigen Augenblicken ist das Gefäß abgesprengt.

29. Thermomanometer, oder Instrument, um die Elasticität des Wasserdampfes zu messen.

Dieses, von Collardeau der Aufmunterungs-Gesellschaft in Paris vorgelegte Instrument ist ein großes Thermometer, welches in erhitztem Fett, mittelst eines in eben diese Flüssigkeit getauchten Muster-Thermometers graduirt wurde. Die Scale ist auf das Glas gezeichnet, und gibt die den Temperaturen entsprechenden Elasticitäten des Wasserdampfes nach folgender Tafel an:

Temperatur des Dampfes.	Druck des Dampfes. Atmosphären.
100° Cent. = 80° Réaumur.	1
122	2
135	3
145,2	4
154	5
161,5	6
168	7
173	8

Die von dem Verfertiger angenommene Scale hat zur ersten oder niedrigsten Zahl 10, oder zehn Zehntel des durch eine Quecksilbersäule von 0,76 Meter gemessenen einfachen atmosphärischen Druckes. Die Einheit der Scale (d. h. jeder Grad derselben) ist ein Zehntel dieses Druckes. Das Rohr ist 50 bis 60 Centimeter (19 bis 22½ Zoll) lang, und in der Höhlung konisch, so, daß sein innerer Durchmesser von der Kugel nach oben zu abnimmt. Diese Gestalt wurde gewählt, damit die oberen Grade größer ausfallen konnten.

Der Preis des Instrumentes, aus dickem Glase verfertigt, ist 35 Franken, ohne die Fassung; durch Anwendung dünneren Glases und eines kürzeren Rohres könnte der Preis auf 25 Franken vermindert werden. Collardeau wohnt zu Paris, Rue de la Cérisaie, Nr. 3.

30. Beschreibung eines neuen Hygrometers von der Erfindung des Hrn. A. Benoit, welches derselbe Hygroskop nennt.

(Hierzu Fig. 25.)

Unter allen bisher bekannten Hygrometern ist das Saffure'sche ohne allen Zweifel das beste und genaueste; man wird indessen gestehen, daß es, in Hinsicht auf Empfindlichkeit, noch manches zu wünschen übrig läßt. Mehrere Ursachen in dem Baue desselben tragen nämlich dazu bei, daß das Haar, die Seele des ganzen Instrumentes, leichtere Veränderungen im hygrometrischen Zustande dem Zeiger nicht mehr mitzutheilen vermag. Das Hygrometer ist nämlich beständig dem häufigen Wechsel der Feuchtigkeit und Trockenheit der Atmosphäre ausgesetzt, und dadurch oxydiren sich die Zapfen der Achse des Zeigers in einem solchen Grade, daß sie eine bedeutende Reibung bei der Bewegung der Achse erzeugen. Ferner erzeugt der Zeiger und sein Gegengewicht, so leicht auch beide immer sein mögen, immer einen gewissen Grad von Widerstand, wenn sich die Veränderungen des Haares demselben mittheilen. Endlich bildet auch die Drehung des Haares, welche dasselbe erleidet, wenn es sich um die Rolle windet, abgesehen von dem Gewichte des Haares, welches dasselbe spannt, so oft das Instrument auf dem Trockenpunkt hinzieht, einen mehr oder minder bedeutenden Widerstand, je nachdem das Haar, der Durchmesser desselben und seine Zubereitung verschieden ist. Hieraus folgt nun, daß sehr kleine Wechsel im hygrometrischen Zustande der Atmosphäre dem Saffure'schen Hygrometer immer entgehen mußten, was für genaue Versuche, wo man der möglich höchsten Bestimmtheit bedarf, sehr nachtheilig ist.

In dem gegenwärtigen Hygroskope habe ich versucht einem Theile dieser Mängel abzuhelfen, und wenn es mir auch nicht gelungen ist, meinen Zweck gänzlich zu erreichen, so glaube ich doch ein bequemeres, kleineres und ohne Ver-

gleich empfindlicheres Instrument, als jenes des Herrn Saussure, verfertigt zu haben.

Der Bau dieses Instrumentes gründet sich auf die bekannte Eigenschaft des Papiere, sich in Folge der Einwirkung der Feuchtigkeit oder Trockenheit mächtig auszu dehnen oder zusammenzuziehen. Papier, und vorzüglich das im Handel unter dem Namen Pflanzen-Papier (*Papier végétal*) vorkommende Papier, besitzt die hygrometrischen Eigenschaften in dem höchsten Grade, in einem weit höheren Grade als das Haar, und wenigstens in einem so dauerhaften. Ueberdies hat dieses Papier, außerdem daß es sehr dünn ist und wenig Masse darbietet, eine regelmäßige und ziemlich gleichförmige Textur, die ganz für den Zweck taugt, zu welchem dasselbe bestimmt ist.

Der Haupttheil dieses Hygroscopes besteht in einem außerordentlich dünnen Metallstreifen von ungefähr 0,25 Meter Länge und 0,0015 Breite. Dieser Metallstreifen ist spiralförmig gewunden, und außen mit einem Papierstreifen von der oben erwähnten Sorte belegt, welches genau dieselbe Breite hält. Beide Streifen sind mittelst eines Leimes, welcher durchaus nicht für Feuchtigkeit empfindlich ist, auf einander geleimt. Diese Spirale bietet nun unter einem sehr geringen Umfange eine bedeutend große Oberfläche der hygrometrischen Einwirkung dar, und man begreift leicht, welche Folge diese Einwirkung auf die Spirale haben muß. Sobald nämlich die Spirale mit feuchter Luft in Berührung kommt, so wird, da nur die äußere Oberfläche derselben empfindlich ist, die innere aber nicht, nothwendig eine drehende Bewegung entstehen, welche durch die Ausdehnung des Papiere in Folge der Feuchtigkeit veranlaßt wird. Diese ausdehnende Kraft des Papiere wird so lange fortwirken, als sie größer ist als die Elasticität des Metallstreifens, auf welchen sie angeleimt ist. Diese drehende Bewegung der Spirale wird nun durch einen Zeiger sichtbar dargestellt, in welchen die Spirale sich endet, und welcher einen in Grade getheilten Kreis durchläuft. Das Entgegengesetzte wird geschehen, wenn das Papier einer trockenen Luft ausgesetzt wird, und die Nadel wird in entgegengesetzter Richtung laufen. Die Länge der Spirale ist so berechnet, daß der Zeiger für 40 Grade an Saussure's Hygrometer, nämlich vom 60° an demselben bis zum 100° , bis zur höchsten Feuchtigkeit, den ganzen Kreis durchläuft.

Wenn man die Länge des Streifens gehörig verkürzt, so könnte man die beiden äußersten Punkte der Feuchtigkeit und Trockenheit erhalten; allein man erhielte sie auch nur auf Kosten der Empfindlichkeit des Instrumentes, und würde dasselbe dadurch seines Hauptvorzuges vor dem Hygrometer des Hrn. de Saussure berauben, ohne es dadurch eigentlich besser gemacht zu haben. Man wird weiter unten sehen, daß die Hauptsache nicht in der Graduierung liegt, da es nicht zu demselben Zwecke, wie jenes Hygrometer, bestimmt ist.

Wenn aber auch mein Hygroffkop äußerst empfindlich ist, so hat es doch dafür mehrere Mängel, die man notwendig kennen muß. 1) Wenn es sich auf Feucht stellt, so nimmt die Elasticität des Papierees notwendig immer desto mehr und mehr ab, je mehr die Feuchtigkeit zunimmt, und es muß ein Zeitpunkt kommen, wo diese Kraft nicht mehr zureichen wird, um den Widerstand zu überwinden, welchen die Elasticität des Metallstreifens entgegenstellt. Diese Kraft und dieser Widerstand werden demnach im Gleichgewichte stehen, und der Zeiger wird einen Augenblick über still stehen. Wenn nun die Feuchtigkeit immer zunimmt, wird die Elasticität des Metallstreifens von ihrer Seite wieder stärker werden, als die des Papierstreifens, und die Spirale zwingen, sich in entgegengesetzter Linie zusammenzuziehen: der Zeiger wird also zurücklaufen, und dann wird es scheinen, als ob das Hygrometer zurück auf Trocken liefe, obschon die Feuchtigkeit zunimmt. Dieser Fehler ist, glaube ich, der größte, den man dem Instrumente vorwerfen kann, und könnte selbst zu bedeutenden Irrungen Veranlassung geben, wenn man nicht darauf vorbereitet wäre. Da indessen dieser Umstand erst Statt hat, wann das Instrument beinahe den höchsten Grad der Feuchtigkeit, den 95° zeigt, so hat er bei gewöhnlichen Graden von Feuchtigkeit keinen Einfluß, und die gewöhnlichen Versuche und Beobachtungen werden meistens unter diesem äußersten Punkte angestellt. 2) Da die Elasticität des Metallstreifens bei verschiedener Temperatur verschieden ist, so könnte auch hieraus noch ein neuer Fehler entstehen, der wichtig sein könnte, wenn die Versuche und Beobachtungen bei sehr verschiedener Temperatur angestellt werden. 3) Die Ausdehnungen der Streifen der Spirale sind ungleich; folglich muß auch die thermometrische Wirkung ungleich und so

sein, wie an Breguet's Thermometer. Da ferner der innere Streifen nicht mehr ausdehnbar ist, als der äußere, so vereinigt sich hier die thermometrische Kraft beider mit der hygrometrischen. Kälte wird immer das Instrument auf Feuchtigkeit zeigen machen, so wie Wärme immer auf Trockenheit.

Aus diesen verschiedenen Wirkungen folgt, daß dieses Instrument nur unter derselben Temperatur mit sich selbst verglichen werden kann, und daß, wenn man sich desselben als Hygrometer bedienen wollte, man eine Tabelle von Correctionen für jeden Thermometergrad an den verschiedenen Graden desselben entwerfen müßte; dies würde aber bei den Unrichtigkeiten im Gange dieses Instrumentes sehr schwierig sein. Ich glaube daher nicht, daß man es so, wie es ist, in Hinsicht auf die Genauigkeit der Resultate an die Stelle des de Saussure'schen Hygrometers stellen kann. Sein Maßstab hat überdies eine zu geringe Ausdehnung, als daß es zu demselben Zwecke dienen könnte. Ich gebe es nur als ein Instrument, mit welchem man Versuche anstellen kann, indem man mittelst desselben die allerkleinsten Wechsel und Abweichungen, in dem hygrometrischen Zustande der Luft, die dem Saussure'schen Hygrometer entgehen, wenn sie auch nur eine sehr kurze Zeit über dauern, wahrnehmen kann. Und in dieser Hinsicht kann dieses Instrument bei gewissen meteorologischen Untersuchungen von Nutzen werden. Es hat dann vor dem Saussure'schen Instrumente noch den Vortheil, daß es augenblicklich wirkt; ein Vortheil, den es seinem Baue zu danken hat, der vorzüglich deswegen den Vorzug verdient, weil gar kein mechanisches Zwischenmittel zwischen dem eigentlich hygrometrischen Stücke und dem Zeiger angebracht wird. Ich denke also, wenn man dieses Hygroskop zugleich mit dem Hygrometer braucht, dessen Supplement es gewissermaßen ist, man zu genaueren Resultaten gelangen kann, als diejenigen sind, welche man durch letzteres allein nicht zu erreichen vermag. Der Versuch, den wir sogleich anführen wollen, wird überdies eine Idee von dem Grade seiner Empfindlichkeit gewähren können, die, so zu sagen, unendlich ist, indem man, ohne das Instrument sehr zu vergrößern, die Länge und Breite des Streifens, aus welchem die Spirale besteht, vergrößern, und dadurch die Empfindlichkeit desselben vermehren kann.

Hr. de Saussure gibt in Nr. 135. des 6ten Kapitels seines Second Essai sur l'Hygrométrie das Detail eines Versuches, in welchem er den Einfluß der Verdünnung der Luft auf sein Hygrometer zeigen will, und bedient sich hierbei folgender Worte:

»Das Hygrometer, welches ich in dem mit Luft gefüllten Recipienten einschloß, stellte sich auf $63^{\circ},3$, und der Thermometer auf $16,6$. Als ich nun die Stempel der Luftpumpe drei Minuten lang spielen ließ, verdünnte ich die Luft dadurch auf einen solchen Grad, daß das Barometer der Luftpumpe nur 6 Linien niedriger, als das äußere Barometer stand, und während dieser kurzen Zeit ging das Hygrometer um ungefähr 15 Grade auf Trocken, d. h., es stieg auf $48^{\circ},3$, obschon das Thermometer von $16^{\circ},6$ auf $15^{\circ},25$ gefallen war, wie dies immer geschieht, wenn man den Recipienten schnell auspumpt. Ich hörte dann auf auszupumpen, und in der nächsten folgenden Minute ging das Hygrometer noch um ungefähr $0,3^{\circ}$ auf Trocken. Auf diesem Punkte schien es eine Minute lang still zu stehen, und zog sich dann auf Feucht so, daß es binnen der zwei folgenden Minuten beinahe einen halben Grad in dieser Richtung durchlief.« Hr. de Saussure fragt bei dieser Gelegenheit: ob unter allen bekannten Hygrometern das Haarhygrometer nicht das einzige ist, das Abänderungen nach entgegengesetzten Richtungen, die mit solcher Schnelligkeit auf einander folgen, anzuzeigen vermag?

Um nun zu sehen, welche Resultate das Hygroskop unter ähnlichen Umständen im Vergleiche mit dem Haarhygrometer zu geben vermag, wiederholte ich den obigen Versuch, und bediente mich bei demselben des Hygroskopes. Ich brachte es zugleich mit einem guten de Saussure'schen Hygrometer unter den Recipienten einer Luftpumpe. Ich wartete einige Augenblicke, bis sie mit der Luft unter dem Recipienten sich in's Gleichgewicht gesetzt hatten. Das erste stellte sich auf $49^{\circ},5$, das zweite auf 48° . Das Thermometer stand auf 18° . Ich fing dann an die Luft so schnell als möglich auszupumpen, und erhielt folgende Resultate. Nach einigen Zügen der Stempel, in einem Zeitraume von 6 bis 7 Secunden, stieg das Hygroskop von $45^{\circ},5$ auf 59° , d. h., es ging um $12\frac{1}{2}$ Grad auf Feucht; stand dann einen Augenblick über still; und da ich immer fort fuhr zu

pumpen, fing es an sehr schnell auf Trocken zu laufen, so daß es in den folgenden 12 Secunden den ganzen Umfang des Kreises durchlaufen hatte, folglich um mehr als 40 Grade auf Trocken ging. Ich hörte dann auf zu pumpen, und ließ Luft herein. In 8 Secunden war das Instrument wieder auf dem Punkte, von welchem es ausgegangen ist, was demnach einen Unterschied im Ganzen von 105° in weniger denn einer halben Minute beträgt. Saussure's Hygrometer zeigte während dieser Zeit die erste Bewegung des Hygroscopes auf Feucht durchaus nicht an; nur in der zweiten Periode ging es um 2½ Grad auf Trocken.

Diese Resultate reichen, wie es mir scheint, zu, um die Weise zu zeigen, wie dieses Instrument wirkt, und einen Begriff von der außerordentlichen Schnelligkeit zu geben, mit welcher es im Vergleiche des Haarhygrometers, des empfindlichsten, das man bisher kennt, seine Andeutungen gibt. Man sieht, daß in dem von Hrn. de Saussure angestellten Versuche sein Hygrometer in einem Zeitraume von 7 Minuten nur um 14,8° auf Trocken ging, während das Hygroscop in einer 14 Mal kürzeren Zeit einen Unterschied von 105° gab, wovon 12,5 auf Feucht; eine Wirkung, die dem Saussure'schen Hygrometer gänzlich entging, da die Zeit, während dieselbe Statt hatte, zu kurz war. Man könnte, wie es mir scheint, diese Versuche auf verschiedene Weise abändern, und dadurch zu sehr interessanten Resultaten gelangen. Ich überlasse es geschickteren Händen, dieselben anzustellen, als die meinigen sind. Ich wollte nur den Nutzen dieses Hygroscopes bei seinen Versuchen zeigen, und die Vorzüge desselben vor allen anderen Hygrometern in Bezug auf Empfindlichkeit auf eine unbestreitbare Weise darthun.

Dieselben Buchstaben bezeichnen im Grundrisse im kleinen Alphabete dieselben Gegenstände, die die großen im Aufrisse andeuten.

AB ist die Spirale.

CD der am unteren Ende derselben angebrachte Zeiger.

EF der in Grade getheilte Kreis.

G ein Stück, welches sich in dem Ende N des Trägers MN in sanfter Reibung schiebt, und die kleine Zange x führt, welche die Spirale in einer senkrechten Lage hält. Da dieses Stück sich in dem Halsbände N drehen läßt, so

kann man den Zeiger in jeder schicklichen Stellung nach der Graduirung des Instrumentes mit Leichtigkeit befestigen.

HI ein kleiner Stift, der durch das Stück G läuft, und sich bis auf die Platte OP verlängert. Es hindert die Spirale während des Uebertragens des Instrumentes von einem Orte zum anderen zu stark zu schwanke. Man kann ihn mittelst des gerändelten Stückes H leicht herausziehen.

K und L sind kleine an der Scheibe EF befestigte Säulen, die sich in Bayonnettgestige auf der Platte OP stellen, so daß man nöthigen Falles das Instrument leicht ausheben kann.

MN Stütze der Spirale, die auf der Gradscheibe mittelst der Scheibe z befestigt ist.

OP Platte zur Aufnahme der unteren Enden der Säulen. Diese Platte ist mittelst dreier Schrauben auf einer hölzernen Unterlage befestigt.

31. Ueber einige Vorsichtsmaßregeln bei Beobachtungen mit dem Aräometer. Von Hrn. Dubrunfaut.

Man muß nicht vergessen, das Aräometer vor der Beobachtung gehörig zu reinigen und abzuwischen. Die Flüssigkeit, welche man untersuchen will, muß in ein eigenes, reines ziemlich geräumiges Gefäß gebracht werden, damit das Aräometer frei in demselben spielen kann: eine gläserne oder blecherne Röhre, deren Durchmesser nur um etwas größer ist, als jener der Kugel des Aräometers, reicht hin. Man muß diese Röhre überdieß bei dem Versuche senkrecht und ganz gefüllt mit der Flüssigkeit zu halten suchen, wenigstens in dem Augenblicke des Gleichgewichtes und der Beobachtung.

Diese Beobachtung kann nun in Folge der Capillar-Attraction zwischen der Flüssigkeit und dem Glase sehr unrichtig ausfallen. Es steigt nämlich, wie man leicht wahrnehmen kann, die Flüssigkeit an der Röhre des Aräometers desto höher empor, je leichter, d. h., je weniger dicht sie ist, und die Irrung, die dadurch entstehen kann, ist bei Alkohol weit größer, als bei einem concentrirten Syrupe. In jedem Falle ist jedoch dieses Aufsteigen der Flüssigkeit merklich, und der Durchschnitt des emporgehobenen Theiles bietet eine regelmäßige krumme Linie dar.

Um nun den Grad am Aräometer gehörig zu bestimmen, muß der Sehstrahl auf der Oberfläche der Flüssigkeit

hinfahren: nur dadurch erhält man den Grad: mit Bestimmtheit zur Ablefung, indem derselbe sich nämlich immer auf dem Durchschnittspunkte der Oberfläche der Flüssigkeit mit dem Cylinder des Aërometers befindet. Auf diese Weise kommt also jener Theil der Flüssigkeit, welcher durch die Capillar-Attraction gehoben wurde, über die Oberfläche der Flüssigkeit hinaus. Wenn man genau beobachten will, so muß das Gefäß, in welchem die zu untersuchende Flüssigkeit enthalten ist, bis zum Ueberlaufen voll sein: denn in einem gläsernen Gefäße steigt die Flüssigkeit auch an den Wänden des Glases empor, und die Fehler des Glases haben sogar noch Einfluß auf die Richtigkeit der Beobachtung.

Wenn man die Beobachtung auf die hier angegebene Weise machen wird, wird man bemerken, daß die Grade des Aërometers, die im Wasser eingetaucht sind, kleiner zu sein scheinen, als diejenigen, die sich über demselben befinden; was bekanntlich eine optische Täuschung ist, die von der Brechung der Lichtstrahlen herrührt, die der Beobachter verbessern muß, und durch Vergleichung mit dem ersten Grade über dem Wasser leicht verbessern kann.

Man hat öfters wahrgenommen, daß bei aräometrischen Beobachtungen, die ohne obige Vorsicht angestellt wurden, sich Abweichungen von 1 bis 2 Graden fanden, während sie, bei derselben, sehr genau ausfallen.

32. Ueber ein feststehendes Thermometer, womit man die Temperatur der Färbekufen bestimmen kann, welche mit Dampf erhitzt werden; von Hrn. Achille Denot.

(Hierzu Fig. 26. u. 27.)

Man hat schon seit langer Zeit auf die Unbequemlichkeiten aufmerksam gemacht, womit die Anwendung gewöhnlicher Thermometer verbunden ist, wenn man damit die Temperatur der Dampf-Färbekufen bestimmen will; sie bestehen hauptsächlich darin, daß wegen ihrer Zerbrechlichkeit von den Arbeitern immer eine große Menge zu Grunde gerichtet wird, und daß es sehr schwierig ist, damit genau den Gang der Temperatur in den Kufen zu verfolgen, wenn man dasselbe Instrument nach und nach in jede derselben bringen muß. Ein Thermometer, welches in der Kufe befestigt, deren Temperatur außen auf einer graduirten Fläche anzeigen würde, wäre ohne Zweifel vorzuziehen, besonders

wenn es bei einer genauen Angabe derselben zugleich wohlfeil und leicht zu verfertigen wäre. Ich suchte diesen doppelten Zweck durch mein neues Thermometer, welches ich hier beschreiben will, zu erreichen, und ich glaube, daß es mit eben so großem Vortheil auch in den Brauereien, Zuckersfabriken 2c. wird angewandt werden können.

Bei einer der vertikalen Kanten der Rufe und in einer Höhe von ungefähr 25 Centimeter macht man an einer der Seitenwände pp Fig. 26. eine Oeffnung tt, in welche man eine hohle, an ihrem Ende s luftdicht verschlossene Bleiröhre einführt, die beiläufig einen Meter lang ist und 15 bis 18 Millimeter innern Durchmesser hat. Man biegt sodann diese Röhre am Punkt t und erhebt sie vertikal nach tm, längs der inneren Seitenwand der Rufe; man biegt auch den Theil to vertikal auf der äußeren Seitenwand auf. Es sei dc Fig. 27. der Theil to, wo man ihn von der Seite vor der Rufe sieht; man bringt am Punkt c (auf dieselbe Art wie man die Manometer an den Dampfkesseln befestigt) einen umgekehrten Glasheber cek an, auf welchem eine Glasröhre fi von etwas kleinerem Durchmesser aufgesetzt ist. Bei diesem Heber ist der Schenkel ce, welchen man zum Theil in die Bleiröhre einführt, länger als der Schenkel ek. Ehe man den Heber an der Bleiröhre befestigt, gießt man so lange Quecksilber hinein, bis es in der kleinen Röhre fi 3 bis 4 Centimeter hoch steht. Das Ende h der kleinen Röhre ist an der Lampe ausgezogen, so daß es nur noch eine sehr kleine Oeffnung hat und man kann es umbiegen wie in Fig. 26., um dem Eindringen von Staub möglichst zu begegnen.

In dem Maße als das Wasser sich erhitzt, dehnt die in der Bleiröhre enthaltene Luft sich aus und drückt auf das Quecksilber, welches in der Röhre fi in die Höhe steigt; diese Röhre nimmt man von kleinem Durchmesser, damit ein geringer Fall des Niveaus in dem Schenkel ce 8 bis 10 Mal größer in der Röhre ist.

Da die Rufen nicht immer auf gleiche Höhe mit Wasser gefüllt sind, so könnte bisweilen der Fall eintreten, daß ein Theil der Bleiröhre sich außer dem Bade befände. Um dieses zu vermeiden, kann man dieser Röhre eine geneigte Lage ts geben, wie in Fig. 26. Freilich wird man alsdann die Temperatur der Rufe vielleicht nicht genau haben, aber

der Irrthum ist wegen der beständigen Bewegung der Flüssigkeit sehr gering und kann in der Praxis vernachlässigt werden.

Man graduirt das Instrument auf der Rufe selbst; man erhitzt zuerst die Flüssigkeit bis zum Sieden und bezeichnet den Punkt, wo das Quecksilber sodann in der Röhre *f* i stehen bleibt, mit 100. Man läßt sodann das Wasser erkalten und beobachtet seine Temperatur mit gewöhnlichen Thermometern, die man hineintaucht und bezeichnet die beobachteten Grade von fünf zu fünf auf der unbeweglichen Scale des Thermometers. Man theilt sodann jeden der so gefundenen Räume in fünf gleiche Theile ein. Es ist zu bemerken, daß nicht alle Grade gleiche Ausdehnung haben, weil der Druck des Quecksilbers mit der Höhe der Säule zunimmt, aber der Unterschied, welcher zwischen fünf auf einander folgenden Graden stattfinden kann, ist in der Praxis von wenig Belang; da das neue Thermometer sehr empfindlich ist, selbst noch um Vieles mehr als die gewöhnlichen Thermometer, so darf man es nur graduiren, wenn das Wasser langsam abkühlt, damit man die Temperatur als einige Zeit constant betrachten kann.

Um nur trockene Luft in der Bleiröhre zu haben, was nöthig ist, kann man an dem Theil *t* o Fig. 26. 24 Stunden lang eine Blase, geschmolzenen salzsauren Kalk enthaltend, anbringen und sie erst in dem Augenblicke, wo man den Heber befestigt, wegnehmen.

Man hat gefunden, daß bei den Manometern der Dampfkessel das Quecksilber bei einem Druck von 3 bis 4 Atmosphären sich mit einem Theile des Sauerstoffs der Luft verbindet, was der Regelmäßigkeit des Instrumentes schadet (Bulletin de la Soc. ind. de Mulh. Bd. I. S. 48.). Ich glaube nicht, daß man hier denselben Fall zu befürchten hat; wenn man jedoch bemerken sollte, daß er sich einstellt, so dürfte man nur die Bleiröhre mit reinem und trockenem kohlen-sauren Gas oder Stickgas füllen.

Um das Instrument gegen jede Beschädigung zu schützen, muß man die Bleiröhre in einen hölzernen Halbcylinder und den gläsernen Theil in ein Gehäuse aus Eisendraht einschließen.

Die Hrn. Nicolas Koehl in und Brüder erlaubten mir in ihrer Fabrik einen Versuch mit meinem Thermometer zu machen, dessen Gang auch so regelmäßig war,

Thermometer.

wie ich es erwartet hatte. Hr. Eduard Koehlin hat selbst dieses Thermometer hinsichtlich seiner Dauerhaftigkeit noch verbessert; seine Abänderung besteht darin, den ganzen Theil *stovv* Fig. 26. aus einem einzigen Stück Eisen zu machen, an welchem man sodann die Haarröhre anlöthet; damit aber alsdann die äußere Temperatur keinen Einfluß haben kann, muß man den Theil *ovv* mit einem schlechten Wärmeleiter umhüllen. Wenn man eine eiserne Röhre aus einem einzigen Stücke anwendet, muß man eine Wand in einer der Ecken durchbohren und die Röhre stützt sich fast horizontal auf die Nebenwand.

Der Luftdruck muß nothwendigerweise auf den Gang des Instrumentes Einfluß haben; da dieses Thermometer aber nur für die Fabriken bestimmt ist, so ist es dessen ungeachtet hinreichend genau.

Bericht des Hrn. Daniel Koehlin: Schouh, im Namen des Gemischten Comités, über dieses Thermometer.

Um die Versuche mit diesem Thermometer längere Zeit fortsetzen und dessen Vortheile daher besser beurtheilen zu können, brachte man ein solches an einer Färbekufe an. Der vom Verfasser angegebenen Vorsichtsmaßregel gemäß wurde die Bleiröhre, sowie auch die Glasröhre gut ausgetrocknet, und nachdem man in diese letztere das nöthige Quecksilber eingefüllt hatte, wurden die beiden Röhren mit Siegellack an einander gelöthet und der Apparat am Ende einer Kufe (Fig. 26.) angebracht. Der äußere Theil der Röhre *ovv* wurde mit einer hölzernen Büchse *gk* und die kleine Röhre *ki* (Fig. 27.) von beiden Seiten mit Scalen versehen, zwischen welche sie, wie die Haarröhren der gewöhnlichen Thermometer eingefügt war. Die Bleiröhre *ts* neigte man schwach, um sie mit einer größeren Anzahl Wasserschichten von verschiedenen Temperaturen in Berührung zu bringen und schloß sie in einen aus zwei kleinen Seitenbrettern bestehenden Kanal ein, welche dieselbe gegen die Stöße, denen sie bei den Färboperationen ausgesetzt sein konnte, schützten und doch das Wasser frei um die Röhre circuliren ließen.

Das Thermometer wurde sodann graduir, indem man die Temperatur der in der Kufe enthaltenen Flüssigkeit allmählig erniedrigte. Diese Vorsichtsmaßregel ist außer dem Vortheil, wesswegen Hr. Penot sie vorschrieb, auch

nothwendig, denn man würde bei ihrer Vernachlässigung einen geringen Unterschied in den Graden finden, weil der Theil to der Röhre (Fig. 26.), welche mit der Flüssigkeit der Rufe nicht in Berührung ist, Luft enthält, die allmählig an Volum zunimmt, indem sie sich durch Mittheilung erhitzt.

Nach allen diesen Betrachtungen und nachdem wir mehrere Tage lang den regelmäßigen Gang dieses Thermometers beobachtet hatten, glauben wir, daß es nicht ganz so genau wie die Thermometer der physikalischen Cabinette ist, aber allen Anforderungen in den Fabriken vollkommen entspricht. Dasselbe kommt nicht ganz auf 12 Franken zu stehen. *)

33. A. Bellani's Thermo-Barometer,

(Hierzu Fig. 28. und 29.)

ist als ein vorzüglich sinnreiches und brauchbares Instrument der Aufmerksamkeit deutscher Mechaniker zu empfehlen.

Bekanntlich ist bei der Anwendung des Barometers zu Höhenmessungen eine der wichtigsten Correctionen diejenige, welche sich im Bezug auf die Temperatur des im Instrumente befindlichen Quecksilbers nöthig macht. Diese Temperatur wird in der Regel durch ein im Gefelle des Barometers eingebettetes Thermometer gemessen, von dem man annimmt, daß es denselben Wärmegrad habe, wie das Quecksilber im Barometer. Bedenkt man indeß, wie langsam sich die Temperatur zweier homogenen oder heterogenen Körper in deren sämtlichen Theilen in's Gleichgewicht setzt, so muß man die Genauigkeit dieses Verfahrens mit Grund bezweifeln. Diese Betrachtung bewog den durch die Erfindung mehrerer sinnreichen Instrumente schon bekannten Hrn. Angelo Bellani, auf Mittel zu denken, wie das Quecksilber des Barometers selbst dazu gebraucht werden könne, seine Temperatur anzuzeigen. Dies ist ihm durch Anfertigung des alsbald zu beschreibenden Instrumentes, einer glücklichen Modification des Gay=Lussac'schen Barometers, gelungen, und er hat diesem neuen Instrumente den Namen Thermo-Barometer

*) Hrn. Penot wurde wegen seines Thermometers vor der Gesellschaft eine Ehrenerwähnung zuerkannt, weil er als Mitglied derselben auf den von ihr ausgeschriebenen Preis keinen Anspruch machen konnte.

beigelegt. Wir geben die Beschreibung desselben in Bellani's eignen Worten.

Fig. 28. AB ist ein Heberbarometer, welches aus zwei Röhren von ziemlich gleichem Caliber besteht, die durch eine engere und in dem Theile C fast haarförmige Röhre zusammenhängen. Die Are der Röhrenportion A fällt nicht mit der Verlängerung der Are des Abschnitts C zusammen, damit, wenn das Instrument frei hängt, es die senkrechte Richtung beibehält. Man beobachtet die Höhe der obern und untern Säule und subtrahirt die letztere von der erstern. Der atmosphärische Druck gelangt an die Oberfläche des Quecksilbers durch ein sehr feines Häutchen, welches mittelst eines Fadens straff über die Oeffnung bei D gebunden ist und der Luft den Durchgang gestattet, aber Staub und andere fremde Körper abhält, auch das Quecksilber am Heraustreten hindern würde, wenn beim Umkehren des Instruments zufällig etwas im kürzern Schenkel geblieben wäre. So weit hat das Barometer nichts Eigenthümliches, d. h. es ist allen Wechseln des Drucks und der Temperatur unterworfen; allein das Besondere meines Barometers besteht darin, daß es die Correction wegen der Temperatur auf eine eben so einfache, als genaue Weise selbst angibt; wenn man dasselbe nämlich langsam umkehrt, so daß es sich wie in Fig. 29. darstellt, so tritt das in dem untern oder kürzern Schenkel befindliche Quecksilber durch die haarförmige Verbindungsrohre in den längern Schenkel; an dieser Verbindungsrohre ist eine gewöhnliche Thermometerscale angebracht, und auf diese Art wird das Barometer, sobald es umgekehrt ist, zu einem wahren Thermometer, indem man die Ausdehnung und Temperatur des Quecksilbers von der Thermometerscale genau ablesen kann.

Man glaube nicht, daß, weil man gewöhnlich die Thermometer luftleer macht und hermetisch schließt, ein mit der Luft communicirendes deshalb weniger genaue Resultate gebe. Ein vollkommenes Vacuum ist beim Barometer eben so wesentlich nöthig, als beim Thermometer unnöthig (d. h., wenn dieses nicht geschlossen ist). In einer frühern Abhandlung habe ich schon nachgewiesen, daß das Vacuum im Barometer, auch wenn das Quecksilber mit der Luft in Berührung ist, nicht an Reinheit

verliert, weil das letztere weder Luft noch Feuchtigkeit verschluckt. — Die Scale dieses Thermometers wird angefertigt, wie bei denjenigen Instrumenten, die nicht bis zum Siedepunkt oder überhaupt nicht bis zu einer hohen Temperatur gehen, indem man es mit einem Normalthermometer in Messen von verschiedenen Temperaturen einsetzt. Am bequemsten geschieht dies, wenn man das ganze Instrument in der Lage, wie es in Fig. 29. dargestellt ist, bis an das Knie X in Wasser taucht, und es auf diese Art von 10 zu 10 Graden graduirt. Auf diese Art kann man süglich bis zu 50° über 0 steigen, und die Scale dann abwärts bis 15° unter 0 verlängern.

Wenn man mit diesem Instrumente eine barometrische Beobachtung anstellen will, so fängt man damit an, daß man es umkehrt und die Temperatur beobachtet. Hierauf bringt man es in seine eigentliche Stellung und beobachtet die Höhe der beiden Quecksilbersäulen. Hierauf kehrt man es wieder um und beobachtet abermals die Temperatur. Sollte sich dieselbe in dem kurzem Zwischenraume ein wenig verändert haben, so nimmt man das Mittel der beiden Beobachtungen für die wahre Temperatur an. Man wird einsehen, daß das Instrument weder einfacher noch genauer sein kann, und daß der Gebrauch desselben durchaus keine Schwierigkeit hat.

Da das Quecksilber durchaus mit keiner metallischen Oberfläche in Berührung ist, so wird es rein bleiben. Wenn man indeß keine barometrischen Beobachtungen anzustellen hat, so thut man am besten, wenn man das Instrument als Thermometer fungiren läßt, weil alsdann das Quecksilber der Luft nur eine sehr kleine Oberfläche darbietet, die sich allmählig von innen heraus erneuert. Auf diese Art wird man die Drydation des Metalles und das, trotz des Häutchens, mit der Zeit stattfindende Verstäuben noch besser verhindern. In dieser Lage ist das Instrument ferner weniger gefährdet, durch ungeschickte Hände verletzt zu werden. Die haarförmige Röhre wird auch als Prüfungsmittel dienen, um zu erfahren, ob das Quecksilber anfangs vollkommen luftleer war, oder ob sich einige Luft in dem Raume verhält, welcher vollkommen luftleer sein soll; denn wenn man das Instrument als Thermometer senkrecht hält, so wird diese abgesperrte Luft den Druck der ganzen Quecksilbersäule auszuhalten haben, so-

wie man es aber in eine horizontale Lage bringt, wird die Luft sich ausdehnen, und die geringste Volumveränderung durch die Bewegung des Quecksilbers in der Thermometerröhre angezeigt werden.

Die zwischen den beiden mit einer Scale versehenen Abschnitten befindliche Röhre kann entweder nach ihrer ganzen Länge capillarisch oder, wie bei dem abgebildeten Instrumente, bloß da, wo die Thermometerscale angebracht ist, capillarisch und übrigens etwas stärker sein, ja man kann auch die obere Portion Figur 28. in gleicher Stärke bis zum Knie X fortlaufen lassen. Man fürchte übrigens nicht, daß die Thermometerröhre wegen ihres geringen Calibers dem freien Durchgange des Quecksilbers von einem Schenkel zum andern hinderlich sei; denn die Röhre, welche ich capillarisch nenne, wird im Lichten $\frac{1}{2}$ Linie Durchm. erhalten, so daß beim Herabsteigen des Quecksilbers die Säule nicht durch die Luft, welche es vor sich herreibt, getrennt werden kann. Das Caliber dieser Röhre muß sich im Allgemeinen nach ihrer Länge und der im ganzen Instrumente enthaltenen Quantität Quecksilber, diese aber nach den Volumveränderungen richten, welche durch die Temperaturveränderungen stattfinden dürften. Die sogenannte capillarische Röhre wird stärker sein, als irgend eine gewöhnliche Quecksilberthermometerröhre; daher wird die Scale deutlicher sein (?) und können die Grade wieder in 10 Unterabtheilungen zerlegt werden.

In der Figur ist das Instrument mit zwei in Zolle und Linien getheilten Barometerscalen versehen, die an die beiden Röhrenschenkel von gleichem Caliber befestigt sind, in denen sich das Quecksilber mit dem atmosphärischen Drucke ins Gleichgewicht setzt. Desgleichen könnte man die bei den Heber-Barometern gewöhnliche bewegliche Scale daran anbringen, deren Nullpunkt man in das Niveau des Quecksilbers im untern Schenkel bringt, um an der Oberfläche des Quecksilbers im obern Schenkel die gesuchte Höhe abzulesen. In diesem Falle soll man, wie Herr Bellani angibt, das Niveau der untern Säule am Gipfel ihrer Converität mittelst eines Tangentialringes ermitteln; das obere Niveau dagegen von dem Punkte aus abmessen, wo das Quecksilber sich von der Wand der Röhre ablöst, um sich concav oder convex zu gestalten, wobei jedoch jedesmal eine passende Correction stattfinden muß.

Diese früher von Delcroß entwickelte Ansicht stützt sich auf den Unterschied, welcher rücksichtlich der Wirkung der Capillarität zwischen den beiden Schenkeln der Röhre stattfindet, da der obere Schenkel in einem sorgfältig gearbeiteten und gehaltenen Barometer so trocken bleibt, daß das Metall das Glas so zu sagen benetzen kann, und häufig einen concaven statt eines convexen Meniscus bildet, während in dem untern Schenkel die Vertiefung beständig bleibt, da die Oberfläche des Glases dort immer mit einer wässerigen Schicht beschlagen ist, deren Stärke beträchtlicher ist, als die sehr geringe Entfernung, auf welche sich die Anziehungskraft der Bildungstheilchen des Quecksilbers unter einander erstreckt. Eckhardt und Schleiermacher haben eine Tabelle entworfen, aus welcher man die wegen dieses Irrthums, nach Maßgabe des Radius der Barometerrohre, und der Sehne des die Quecksilberfäule beendigenden Meniscus, vorzunehmende Correction ersieht.

34. Verbessertes Taschenthermometer.

(Hierzu Fig. 30.)

Der Mechanikus Wrench zu London, auf der Gray's Terrace wohnhaft, hat neuerdings ein Thermometer erfunden, welches sich zu wissenschaftlichen Zwecken besser eignet, als irgend ein anderes. Der wirksame Theil des Instruments besteht aus einem Stahlringe und Messingringe, welche beide aufgeschnitten sind, so daß sie sich ausdehnen können, und ungefähr wie bei der Compensationsunruhe eines Chronometers, sich in gegenseitiger Berührung befinden, und durch Ausdehnung und Zusammenziehung mit Hülfe einer fein gearbeiteten Feder einen Zeiger bewegen, der die Wärme- oder Kältegrade auf einer emailirten Platte anzeigt. Das Instrument hat ungefähr die Größe einer gewöhnlichen Taschenuhr. Man wird dasselbe wegen seiner außerordentlichen Tragbarkeit höchst bequem und weit dauerhafter als ein Thermometer mit Glasröhre finden. Die damit angestellten Beobachtungen besitzen alle wünschenswerthe Genauigkeit.

Auf dieses Instrument kann man sich mehr als auf irgend ein anderes bisher gebräuchliches Thermometer verlassen; denn die Ausdehnung ist unter allen Umständen gleich, und vor den Instrumenten mit Glasröhren, wo häufig durch ungleiches Caliber der Röhre eine Verände-

rung in der Wirkung stattfindet, besitzt es durch das Wegfallen dieses Fehlers einen entschiedenen Vorzug.

Fig. 30. zeigt das Instrument, von welchem ein Theil des Zifferblatts beseitigt ist, damit man die innern Theile sehen könne. Man wird sehen, daß das eine Ende des offenen Ringes fest an die untere Platte geschraubt ist, während das andere Ende sich frei bewegen kann. Der Ring besteht innerhalb aus Messing, und außerhalb aus Stahl, und ein kleines vor seinem Ende vorstehendes Stück drückt gegen den Arm des hängenden gezahnten Kreisbogens, der in ein sehr kleines, in der Mitte der Platte befindliches Getriebe eingreift, welches auf der Are des Zeigers sitzt. Mit der Are steht eine sehr feine Spiralfeder in Verbindung, die den Zeiger nach der einen Richtung zieht, während die Ausdehnung des Ringes ihn nach der entgegengesetzten treibt.

Wenn sich durch eine Erhöhung der Temperatur die Peripherie des Ringes verlängert, so wird der Arm des hängenden Kreisbogens seitwärts getrieben, und dadurch zugleich das Getriebe gedreht, wodurch der Zeiger über die entsprechende Menge von Graden rückt. Wenn die Temperatur fällt, so weicht der Ring vom Arm des Kreisbogens zurück, und die um die Mittelare gewundene Spiralfeder dreht das Getriebe nach der entgegengesetzten Richtung, und der gezahnte Bogen und Zeiger zeigen die Grade an, um welche die Temperatur gesunken ist.

Die Veränderungen der Temperatur werden durch dies Instrument nicht so geschwind angezeigt, als durch die Quecksilber- und Spiritusthermometer; allein da die Ausdehnung und Zusammenziehung des Metallrings ungemein gleichförmig von Statten geht, so gewinnt man an Genauigkeit, was man an Zeit verliert *).

*) Dieses Thermometer ist eigentlich eine Erfindung von Breguet zu Paris. Nachdem er zwei sehr dünne plattgeschlagene Drähte von Silber und Platina, oder überhaupt zwei Metalle, die sich durch Hitze verschiedenlich ausdehnen, zusammengelöthet hatte, fand er, daß alle Temperaturveränderungen solche zusammengesetzte Drähte sehr bedeutend biegen, indem das am meisten verkürzte, oder am wenigsten verlängerte Metall auf das andere wie die Sehne eines Bogens wirkt, und ihm eine gewölbte Gestalt mittheilt. Hierauf gab er einem zusammengesetzten Drahte eine spiralförmige oder korkzieherähnliche Gestalt, befestigte das obere Ende desselben an ein Stativ, brachte an dem untern einen Zeiger an, und fand, daß dieser durch eine gewisse Temperaturveränderung einen

35. Glas durch Reibung zu zerschneiden.

(Hierzu Fig. 31.)

Vor einigen Jahren zeigte Herr Lufens dem Doctor Hare in Nordamerika, daß eine dünne Glas-Flasche oder Röhre in zwei Theile getheilt werden könnte, wenn sie in kaltes Wasser gebracht würde, nachdem sie durch die Reibung einer Schnur erhitzt worden, die um sie gelegt ist, und welche zwei Personen abwechselnd nach entgegengesetzter Richtung darüber hinziehen. Dr. Hare wandte dieses Verfahren dazu an, weite Gefäße, von vier bis fünf Fuß im Durchmesser, zu durchschneiden, und machte es dadurch leichter und sicherer, daß er ein Brett wie einen Stiefelknecht ausschneiden ließ, wie die Fig. 31. zeigt, mit einem Einschnitt, der den Seiten des Bretts parallel, und davon gleich entfernt, im rechten Winkel mit dem Ausschnitt des Bretts ist.

In diesem Bock wird das Glas leicht von der Hand des Arbeiters festgehalten; und durch den Einschnitt wird die Schnur genöthigt, beim Umlauf auf der Stelle des Glases zu verbleiben, wo der Durchschnitt stattfinden soll. Sobald die Schnur raucht, wird das Glas in Wasser getaucht, oder wenn es zu groß ist, eingetaucht zu werden, mit Wasser begossen.

Diese Methode ist jederzeit dann vorzuziehen, wenn das Glas so beschaffen ist, daß das Wasser in die innere Seite gelangen kann. Da indeß das Eintauchen das Wirksamste ist, so hat Dr. Hare das Ende der Röhre, welche eingetaucht werden sollte, gewöhnlich verstopft.

Erklärung der Erscheinung. Wenn die Reibung lange genug fortgesetzt wird, so wird das Glas, obgleich ein schlechter Wärmeleiter, in demjenigen Theile durchaus erhitzt, wo die Reibung geschieht. Hier wird es natürlich ausgedehnt. Wird es in diesem Zustande schnell, bloß von der Außenseite durch kaltes Wasser abgekühlt, so zieht sich die unmittelbar berührte Lage der

vollkommenen Kreis beschrieb. Unter diesem Zeiger brachte er eine Art von Zifferblatt an, welches die Gradeintheilung enthielt, und es zeigte sich, daß dieses Instrument die Temperaturveränderungen so genau anzeigte, wie ein gutes Quecksilberthermometer. Seitdem hat man auch Modificationen desselben Princips mit Glück versucht, und das Instrument so vereinfacht und verkleinert, daß man es in einem Uhrgehäuse hat anbringen können.

A. d. S.

Partikeln zusammen, unterdessen die in der innern Seite nicht erkälteren keine gleiche Veränderung erleiden. Daher erfolgt gewöhnlich eine Trennung. (The American of Journal of Science, vom Dr. von Silliman. Vol. XIII. Nr. 1., September 1827, S. 7.)

Zweite Abtheilung.

Ueber die specifische Schwere.

Die specifische Schwere einer Substanz ist das Verhältniß ihres absoluten Gewichts zu dem absoluten Gewicht einer andern Substanz, die man zum Maßstab angenommen hat. Dieser Maßstab ist reines destillirtes Wasser bei einer Temperatur von 60° F.

Der Apparat zur Bestimmung der specifischen Schwere der Körper ist sehr einfach, aber äußerst nützlich, um die gehörige Stärke der bei chemischen Arbeiten anzuwendenden Auflösungsmittel, oder auch den Zeitpunkt zu bestimmen, wenn gewisse Arbeiten abgebrochen werden müssen. Man bedient sich dieses Apparates auch, um die Reinheit der Substanzen zu prüfen.

A. Die hydrostatische Wage.

Für feste Körper oder dicke Flüssigkeiten bedient man sich am besten der hydrostatischen Wage zur Ausmittlung der specifischen Schwere. Solche Wagen müssen sehr gut gearbeitet und so eingerichtet sein, daß sich eine Wagchale abnehmen und durch ein Stück dicken Draht, oder eine cylindrische Stange mit einem Haken an jedem Ende und von gleichem Gewichte mit der andern Wagchale ersetzen läßt.

Um nun die specifische Schwere eines festen Körpers

zu bestimmen, wägt man ihn erst in der Luft und dann in Wasser. Im letztern Falle verliert er von seinem Gewichte genau so viel, als das Gewicht des ihm gleichen Volumens Wasser betragen würde, und vergleicht man diesen Verlust mit seinem Totalgewichte, so findet man seine specifische Schwere. Die Regel ist deßhalb: dividire das Totalgewicht mit dem Gewichtverlust im Wasser, und der Quotient gibt die specifische Schwere.

Für feste Körper bedarf man eines einzelnen Pferdehaares oder eines feinen Silberdrahtes, um sie anzuhängen; für kugelförmige Körper, ein Netz von demselben Material; für Pulver, Quecksilber oder andere schwere Flüssigkeiten, welche im Wasser zu Boden sinken und sich in demselben nicht auflösen, ein kleines gläsernes Gefäß von bekannter Capacität.

Dieser Apparat wird alsdann an den Hafen der Wage gehängt und gewogen. Nachdem man das Gewicht aufgezeichnet hat, hängt man die zu wägende Substanz an und erforscht ihr Gewicht ebenfalls ganz genau. Die Differenz der Gewichte drückt folglich das Gewicht der Substanz in der Luft aus.

Man setzt alsdann unter den Apparat ein mit Regenwasser oder destillirtem Wasser gefülltes Gefäß und senkt die Substanz ein, so daß sie etwa ringsum von $\frac{1}{2}$ Zoll Wasser umgeben ist. Wenn sie von solcher Beschaffenheit ist, daß sie Wasser einsaugt, so läßt man sie einige Zeit in der Flüssigkeit, entfernt dann das Wasser, trocknet die Substanz sorgfältig ab, wägt sie von Neuem und bemerkt die Quantität des absorbirten Wassers.

Man wägt hierauf die Substanz unter Wasser und sieht sorgfältig darauf, daß keine Luftbläschen auf ihrer Oberfläche sitzen, noch an irgend einer Stelle des Apparates. Diese kann man mit einem kleinen Malerpinsel leicht entfernen. Endlich nimmt man die Substanz aus dem Wasser heraus, wägt den Aufhängeapparat, so weit in Wasser eingesenkt, als er vorher eingesenkt war, und bemerkt das Gewicht.

Die Differenz dieser beiden letzten Gewichte ist das Gewicht der Substanz im Wasser.

Zur Erläuterung wollen wir uns eines Beispiels des Herrn Boyle bedienen.

Ein Stück Marmor soll wiegen	1169 Gran;
in Wasser eingesenkt	738 —
der Gewichtverlust im Wasser wird also be- tragen	431 —

Da sich nun 1169 zu 431 verhält, wie die spezifische Schwere des Marmors zu derjenigen des Wassers, und da man letztere zum Maßstab angenommen und sie = 1 gesetzt hat, so ergibt sich folgendes Verhältniß:

$$431 : 1169 = 1 : x.$$

Man braucht also in diesem Falle 1169 mit 431 nur zu dividiren, und der Quotient, nämlich: 2,712 ist die spezifische Schwere des fraglichen Marmorstückes.

Wenn aber der feste Körper von solcher Beschaffenheit ist, daß er Wasser absorbirt, so wird man durch diese Berechnungsart nur die scheinbare spezifische Schwere erhalten und muß, um die wirkliche zu erlangen, in Betracht ziehen, daß das verdrängte Volumen Wasser, welches man nach seinem Gewicht schätzt, nicht der Verlust des eingetauchten Körpers ist, sondern bloß die Differenz dieses Verlustes und des Gewichtes vom absorbirten Wasser.

Beispiel.

Gewicht eines Sandsteines	a	1000
Gewicht, nachdem derselbe einige Zeit lang im Wasser eingetaucht war		1050
Gewicht des absorbirten Wassers	b	50
Gewicht während der Eintauchung		460
Gewichtverlust, den man erfährt, wenn man das Wasservolumen in Granen schätzt	c	540
Scheinbare spezifische Schwere, die man erhält, wenn man a mit c oder in vorliegendem Falle 1000 mit 540 dividirt		1,851
Differenz des Gewichtverlustes c und der ab- sorbirten Quantität b	d	490
Wirkliche spezifische Schwere, die man erhält, wenn a mit d oder im gegenwärtigen Falle 1000 mit 490 dividirt wird		2,040

Wenn der feste Körper leichter ist als Wasser und sich auch in demselben nicht auflöst, so muß man ihm einen schweren Körper anhängen, damit er untersinke.

Die spezifische Schwere der Flüssigkeiten wie hydrostatisch bestimmt, indem man einen schicklichen festen Körper

wägt, der weder im Wasser oder der Flüssigkeit auflöslich ist, wie z. B. ein Stück Glas. Man wägt ihn nämlich zuerst in Wasser und dann in der Flüssigkeit, deren spezifische Schwere gesucht wird. Dividirt man den Gewichtverlust im Wasser mit dem Gewichtverlust in der zu untersuchenden Flüssigkeit, so gibt der Quotient die spezifische Schwere der letztern.

Wenn der zu untersuchende feste Körper im Wasser auflöslich ist, muß man ihn erst in der Luft und dann in einer Flüssigkeit wägen die ihn nicht auflöst, alsdann seine spezifische Schwere in Bezug auf diese Flüssigkeit bestimmen. Nun muß die spezifische Schwere des identischen Theiles der Flüssigkeit, wie eben erwähnt worden, bestimmt und dann beide spezifische Schwere, nämlich die des festen Körpers in Bezug zur Flüssigkeit und die der Flüssigkeit selbst in Bezug zum Wasser mit einander multiplicirt werden. Das Product gibt die spezifische Schwere des festen Körpers in Bezug auf's Wasser, denn die spezifische Schwere der gebrauchten Flüssigkeit verhält sich zu derjenigen des Wassers, wie die spezifische Schwere des festen Körpers in Bezug auf diese Flüssigkeit sich verhält zu ihrer spezifischen Schwere in Bezug auf's Wasser.

Bei allen hydrostatischen Untersuchungen muß die Temperatur der Flüssigkeit und der Luft wie auch die Barometerhöhe berücksichtigt werden. Man sollte alle Versuche soviel wie möglich bei gleichförmiger Temperatur und Barometerhöhe anstellen, denn eine Variation dieser Grundbedingungen hat sehr auffallende Differenzen in den Resultaten zur Folge.

Man kann zwar die spezifischen Schwere, die bei einer gewissen Temperatur und einer bestimmten Barometerhöhe ausgemittelt worden sind, für jede beliebige andere Temperatur und Barometerhöhe reduciren, sobald man die Ausdehnung der fraglichen Körper durch Wärme kennt; aber die Berechnung ist langwierig, und der bloße Anblick der algebraischen Formeln, welche die Mathematiker für diesen Zweck aufgestellt haben, würde die meisten praktischen Chemiker in Schrecken versetzen.

Es gibt noch einige andere Punkte, die bei der spezifischen Schwere berücksichtigt werden müssen.

Wenn das Gewicht eines Körpers mit seiner spezifischen Schwere in Bezug auf's Wasser als Einheit dividirt

wird, so drückt der Quotient das Gewicht einer Quantität Wasser aus, die dem Volumen des Körpers gleich ist; und wird deshalb dieser Quotient wieder mit dem Gewichte des Wassers dividirt, welches ein bekanntes Maß enthält, so wird dieser zweite Quotient die Zahl dieser Maße ausdrücken, welche ein dem fraglichen Körper gleiches Volumen gaben, wie unregelmäßig übrigens auch seine Gestalt oder wie schwierig seine Messung sonst auch sein möge.

Man kann also das Volumen irgend eines, wenn auch sehr unregelmäßigen Körpers erfahren, sobald man das Gewicht desselben und seine spezifische Schwere kennt. Wir theilen der Erläuterung halber ein Beispiel mit.

Hat man z. B. ein Stück Eichenholz von 327,6 Pfd., so dividirt man 327,6 mit 1,17, der spezifischen Schwere des Eichenholzes, wenn diejenige des Wassers = 1 angenommen wird. Der erste Quotient ist 280. Dividirt man nun diesen Quotienten mit dem Gewichte des Wassers, welches ein bekanntes Maß zu fassen vermag (wir wollen z. B. den Kubikfuß annehmen, welcher 70 Pfund wiegt), so hat man $\frac{280}{70} = 4$ Kubikfuß für das Volumen des Stückes Eichenholz.

Dies läßt sich algebraisch sehr einfach ausdrücken:

Das Volumen der Substanz sei = v ;

das Gewicht derselben = P ;

die spezifische Schwere derselben = a ;

das Gewicht der Einheit des Wasservolumens = p ;

so hat man:

$$v = \frac{P}{ap},$$

was, auf den erstern Fall angewendet, folgende Gleichung gibt:

$$v = \frac{327,6}{1,17 \times 70} = 4$$

wie wir gefunden haben.

Aber wie man aus der Kenntniß des Gewichtes das Volumen herleiten kann, so vermag man auch mittelst derselben Formel die Schwere zu berechnen, wenn das Volumen bekannt ist, nämlich:

$$P = p a v;$$

oder man multiplicirt das bekannte Volumen mit der spezifischen Schwere der Substanz und dieses Product mit dem

Gewichte des Wasservolumens, welches zum Maße oder zur Einheit dient.

Ein Fabrikant z. B. will über einem Gewölbe irgend ein Gebäude aus zugehauenen Steinen aufführen und kennt die Dimensionen des Gebäudes, aber es ist auch möglich, daß er die Last zu erfahren wünscht, welche dieses Gewölbe zu tragen bekommt. Er schlägt Tabellen über die spezifische Schwere nach und findet diejenige des Bausteines = 2,390. Dies heißt so viel, daß bei gleichem Volumen der Baustein 2,390 mehr als das Wasser wiegt. Er weiß nun auch, daß der Kubikfuß Wasser 70 Pfund wiegt, also der Kubikfuß Baustein $2,390 \times 70 = 167,3$ Pfund. Multiplicirt er nun diesen Werth mit der Zahl der Kubikfüße, welche die Messung seines Gebäudes ergibt, so hat er das Totalgewicht des ganzen Gebäudes in Pfunden.

Wenn zwei Körper eine chemische Verbindung mit einander eingehen, so ist das Volumen derselben nicht gleich der Summe der beiden Volumina, sondern entweder größer, oder geringer, wie sich aus dem bekannten Versuch ergibt, wenn man allmählig Theelöffel von Salz oder Zucker in ein mit Wasser gefülltes Weinglas bringt. Weit entfernt, daß das Glas überlaufen sollte, ist es vielmehr nicht so voll, als vor dem Zusätze des Kochsalzes, oder des Zuckers, so daß die spezifische Schwere der Zusammensetzung größer oder geringer ist, als das arithmetische Mittel; denn in Folge der Verbindung zieht sich die Zusammensetzung entweder zusammen, oder dehnt sich aus.

Der Betrag der Ausdehnung oder Zusammenziehung wird auf folgende Weise berechnet. Als Beispiel möge uns ein Versuch des Hrn. Hatchett dienen.

Er schmolz 18 Pfenniggewichte 10 Gran Gold mit 1 Pfenniggewicht 10 Gran Kupfer und fand die spezifische Schwere der Legirung = 17,157.

Dividirt man nun das Gewicht des Goldes, nämlich 442 Gran mit seiner spezifischen Schwere, d. h. mit 19,172, so erhält man für's Volumen 23,05 Gran-Maß Wasser. Und dividirt man das Gewicht des Kupfers, nämlich 34 Gran mit der spezifischen Schwere desselben, 8,895, so erhält man für's Volumen desselben 4,27 Gran-Maß Wasser. Die Summe dieser Volumina beträgt deshalb 27,32. Dividirt man das Gewicht dieser Metallmischung, welches 480 Gran ausmacht, mit der spezifischen Schwere dersel-

ben, d. i. mit 17,157, so erhält man für's Volumen 27,98 Gran = Maß Wasser, so daß also eine Ausdehnung von 0,66 Gran = Maß Wasser oder von $\frac{66}{100}$ der ganzen Masse stattgefunden haben muß, was mehr als $\frac{1}{11}$ beträgt.

Die mittlere specifische Schwere einer Zusammensetzung aus der specifischen Schwere ihrer Bestandtheile zu finden, ist eine Aufgabe, welche in der Chemie sehr häufig vorkommt. Ob aber durch die Verbindung verschiedener Bestandtheile eine Ausdehnung oder eine Verdichtung des Volumens bewirkt worden sei, läßt sich nur durch eine Vergleichung des Resultates dieser Berechnung mit der empirisch ausgemittelten specifischen Schwere der Zusammensetzung entdecken.

Die specifische Schwere eines Körpers verhält sich zu derjenigen eines andern, wie das Gewicht des ersten dividirt durch sein Volumen zu dem Gewichte des zweiten, dividirt durch sein Volumen, und die mittlere specifische Schwere beider Körper wird gefunden, wenn man die Summe der Gewichte mit der Summe der Volumina dividirt.

Die beiden Gewichte wollen wir durch W, w ;

die beiden Volumina durch V, v ;

die beiden specifischen Schwere durch P, p ; und

die berechnete mittlere spec. Schwere durch M ausdrücken; so werden wir bekommen:

$$M = \frac{W + w}{V + v}, \text{ und } V + v = \frac{W}{P} + \frac{w}{p} = \frac{Wp + wP}{Pp};$$

$$\text{folglich } \frac{W + w}{V + v} = \frac{W + w}{\frac{Wp + wP}{Pp}} = \frac{(W + w)Pp}{Pw + pW} = M.$$

Wenn der Unterschied der specifischen Schwere der beiden Substanzen beträchtlich ist, wie z. B. bei der Schwefelsäure und dem Wasser, so entstehen sehr große Irrthümer, wenn man das arithmetische Mittel für das richtig berechnete Mittel annimmt.

B. Statische Untersuchung der Körper.

Es gibt noch eine andere Art, die specifische Schwere der Körper und Flüssigkeiten auszumitteln, die manchmal bequemer zum Ziele führt, als die Anwendung der hydrostatischen Wage.

Zu diesem Behuf bedarf man einer weithalsigen, mit

einem Stöpsel verschließbaren Flasche, in welche die zu untersuchenden Substanzen eingebracht werden können. In den Stöpsel wird seiner Länge nach mit einer Feile eine feine Vertiefung eingeschnitten, damit man ihn in den Hals der Flasche setzen kann, wenn letztere bis an den Rand mit Wasser gefüllt ist. Die eingeschnittene Fuge gewährt dann dem verdrängten Wasser Abfluß.

Will man die specifische Schwere eines festen Körpers erforschen, so wägt man ihn erstlich, und wenn er Wasser absorbiert, wägt man ihn nochmals, nachdem er eingetaucht worden ist. Auch die Flasche wird gewogen, dann mit Wasser gefüllt und wiederum gewogen. Endlich kommt nun der feste Körper in das Wasser der Flasche, und man zeichnet das Totalgewicht auf. Aus diesen Elementen läßt sich nun die specifische Schwere des Körpers oder auch sein Volumen leicht bestimmen; denn dividirt man das Gewicht des festen Körpers mit dem Gewichte des Wassers, welches er aus der Flasche verdrängt, so gibt der Quotient die gesuchte specifische Schwere; und wird das Gewicht des Wassers, welches der Körper verdrängt hat, mit dem Gewichte des Wassers dividirt, welches irgend einer Art von Maß äquivalent ist, so drückt der Quotient die Messung des Körpers mit dieser Art von Maß aus.

Die Untersuchung der Flüssigkeiten ist, vermöge dieser Methode, am einfachsten: Die Flasche wird erst leer, dann mit Wasser gefüllt und endlich mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt, gewogen. Dividirt man das Gewicht der Flüssigkeit mit dem Gewichte des Wassers, so erhält man die gesuchte specifische Schwere.

1. Homberg's Uräometer.

(Hierzu Fig. 32.)

Dieses Uräometer (Schweremesser) ist in den Mémoires de l'Académie Royale des Sciences vom Jahr 1699 beschrieben und abgebildet, und noch immer das beste Instrument dieser Art zur Untersuchung der Flüssigkeiten.

Dieses Uräometer ist weiter nichts, als eine Flasche aus sehr dünnem Glas abed mit zwei Halsen, wie Fig. 32. abgebildet ist. Diese Hälse sind so fein ausgezogen, daß ein einziger Wassertropfen einen Raum von $\frac{1}{2}$ Z. Länge einnimmt. Der eine Hals ab ist länger als der andere d, und an der Mündung trichterartig erweitert. An dem
Thermometer.

langen Hals ist ein feiner Strich e, ziemlich in gleicher Höhe mit dem kurzen Niveau des Halses d gemacht.

Man kennt nun das Gewicht des Wassers, welches dieses Gefäß zu fassen vermag, und will man die spezifische Schwere irgend einer Flüssigkeit erfahren, so füllt man das Gefäß bis an den Strich e damit und mittelst das Gewicht des Gefäßes nun auf einer guten Wage aus. Wenn man das Gewicht der Flüssigkeit alsdann mit dem Gewichte des Wassers dividirt, so gibt der Quotient die verlangte spezifische Schwere.

Der kleine Hals der Flasche dient dazu, der Luft einen Ausweg zu gewähren, sobald durch den langen Hals eine Flüssigkeit eingefüllt wird; und hat man bis über den Strich eingefüllt, so ist die Berichtigung sehr leicht, indem man nur mit dem Finger auf die trichterförmige Mündung des langen Halses ein wenig zu klopfen braucht, worauf etwas Flüssigkeit aus der Oeffnung des kleinen Halses tritt. Man kann sich auch für diesen Behuf einer Schweinsborste oder bei ägenden Flüssigkeiten eines fein ausgezogenen Glasstäbchens bedienen.

Es läßt sich indessen nicht läugnen, daß auch dieses Aräometer, gleich den andern, seine Mängel hat. Einer derselben ist unter andern der, daß der Hals ab zu enge und folglich haarröhrchenförmig ist, weshalb die Flüssigkeit einen höhern Stand behauptet, als es eigentlich der Fall sein sollte. Bei verschiedenen Flüssigkeiten ist die Haarröhrchenwirkung des Halses auch verschieden.

2. Die Tausend-Gran-Flasche.

Um dieses Experiment zu erleichtern, bedient man sich manchmal einer Flasche, die gewöhnlich unter dem Namen der Tausend-Gran-Flasche zu haben ist, nebst einem Gewichte, welches ihr vollkommen gleich ist, wenn sie bei der Temperatur von 60° F. mit destillirtem Wasser gefüllt wird.

Diese Flasche ist aus Glas, mit langem Hals und einem eingeschliffenen konischen Stöpsel versehen, in welchen man eine kleine Rinne mit der Feile geschnitten hat, damit er auf's Gefäß gesetzt werden kann, nachdem es vollständig gefüllt ist, wo dann, wie im vorigen Falle, diese verdrängte Flüssigkeit durch die Rinne austritt. Ohne die Vorrichtung würde es schwer halten, die Flasche mit Flüssigkeit zu fül-

ten, so daß nicht einige Luftbläschen mit eingeschlossen würden.

Dieses Instrument überhebt, so zu sagen, aller Rechnung. Man füllt es mit Flüssigkeit, setzt es auf die Wagschale und legt in die andere sein Gegengewicht. Ist sein Flüssigkeitsgehalt leichter, als das Wasser, so muß man, um das Gleichgewicht herzustellen, in die Wagschale, welche die Flasche trägt, noch Gewichte zusetzen. Man erkennt also mit einem Blicke, daß die specifische Schwere geringer ist als diejenige der Substanz, welche man zum Maßstabe genommen hat, und daß sie folglich durch einen Bruch auszudrücken sei.

Ist dagegen die zu untersuchende Flüssigkeit schwerer, als das Wasser, so wird man Gewichte in der andern Wagschale zulegen müssen, um den Wagebalken zum Einstehen zu bringen.

Die Tausend-Gran-Flasche sei z. B. mit Schwefeläther gefüllt, so wird man, um die Wage zum Einstehen zu bringen, 261 Gran noch in die Wagschale legen müssen, welche die mit Aether gefüllte Flasche trägt, und die specifische Schwere des Schwefeläthers ist demnach $= 1000 - 261 = 739$. Nimmt man nun die specifische Schwere des Wassers $= 1$ an, so erhält man für diejenige des Schwefeläthers 0,739. Hätte man die Flasche mit Meerwasser gefüllt, welches bekanntlich eine größere specifische Schwere als destillirtes Wasser besitzt, so würde man ziemlich $\frac{1}{4}$ Gran in die andere Wagschale haben zulegen müssen, und folglich für die specifische Schwere des Meerwassers 1,026 erhalten haben. Da Schwefelsäure schwerer, als Wasser ist, so würde man dem Gegengewicht, um die Wage zum Einstehen zu bringen, 875 Gran zulegen müssen. Folglich erhält man für die specifische Schwere der Schwefelsäure 1,875.

3. Kubitzoll-Flasche.

Diese hat mit der vorigen große Aehnlichkeit. Sie vermag, wie schon ihr Name anzeigt, genau einen Kubitzoll zu fassen, wenn der Stöpsel aufgesetzt ist, und wird häufig angewendet, um die absolute Schwere eines Kubitzolles verschiedener Flüssigkeiten auszumitteln.

Sowohl die Tausend-Gran-Flasche, als die Kubitzoll-Flasche, sind indessen theuer, sehr selten ganz richtig und

mehr geeignet für Liebhaber der Chemie, als für den wirklichen Praktiker.

Dr. Richard Davies hat in den Philosophical Transactions vom Jahre 1748 eine sehr große Tabelle der specifischen Schwere verschiedener Körper, aus mancherlei Schriftstellern und zum Theil auch aus seinen eigenen Versuchen mit einer Sammlung der materia medica des Signor Viganì (sie befindet sich zu Cambridge in der Bibliothek des Queen's-College) entnommen, bekannt gemacht.

Brisson hat nach der Zeit dieses Verzeichniß erweitert, und Heidinger gibt gegenwärtig ein sehr genaues Verzeichniß der specifischen Schwere mineralischer Substanzen heraus, um letztere zu charakterisiren.

Alle Tabellen der specifischen Schwere müßten auch die cubische Ausdehnung der Körper, welche die Wärme bewirkt, enthalten, denn diese Bestimmungen sind unentbehrlich, wenn man die Ausdrücke von einer Temperatur auf die andere reduciren will.

4. Homberg's Hydrometer.

Der Gebrauch der Hydrometer, um approximativ die specifische Schwere der Flüssigkeiten oder ihre relative Stärke für praktische Zwecke zu bestimmen, ist sehr alt. Ein Instrument dieser Art ist sehr deutlich in dem Gedichte des Rhemnius Fannius Palaemon über Gewichte und Maaße beschrieben. Archimedes, der sicilianische Mathematiker, soll es früher, als 300 Jahr vor Christo Geburt, erfunden haben. Es gerieth indessen in Vergessenheit, und der Pater Kircher, welcher es bei einem deutschen Chemiker Joh. Tholden, auch bekannt unter dem Namen Basiliius Valentinus, fand, der sich dessen bediente, um die Stärke der Soole damit zu bestimmen, machte es von Neuem bekannt.

Diese Instrumente werden auf die Oberfläche der zu prüfenden Flüssigkeiten gesetzt und tauchen, je nach der specifischen Schwere derselben, mehr oder weniger tief ein. Man senkt sie auch mittelst aufgelegter Gewichte bis zu einer gewissen Tiefe in diese Flüssigkeiten ein.

Der Bequemlichkeit halber hat man zweierlei dieser Instrumente: die einen dienen zur Ausmittelung der specifischen Schwere solcher Flüssigkeiten, die schwerer als Wasser, und die andern für solche Flüssigkeiten, die leichter als Wasser sind.

Hombert's Hydrometer wird vom Pater Kircher in einer Abhandlung erwähnt, welche man in den *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences* vom Jahre 1710 findet, ist aber nicht beschrieben. Seiner Einrichtung nach scheint es Baumé's Hydrometer ähnlich, aber anders graduirt gewesen zu sein.

Da die Pariser Medicinal-Pinte genau 16 Unzen destillirtes Wasser bei mittlerer Temperatur enthält, so sind die Hombert'schen Hydrometer für Flüssigkeiten, welche schwerer oder leichter als das Wasser sind, dergestalt graduirt, daß sie die Zahl der Unzen anzeigen, welche die Medicinal-Pinte der Flüssigkeit wiegt.

Einen Hydrometer dieser Art kann man schon mit Wasser allein graduiren. Mittelst einer Belastung senkt man es in Wasser bis zu einem beliebigen Theilstrich ein, den wir im gegenwärtigen Falle mit 16 bezeichnet annehmen wollen; hierauf wägt man es. Das Gewicht wird multiplicirt mit dem Werthe des Theilstriches, dessen Stelle gesucht wird, und das Produkt mit der Zahl dividirt, die man gewählt hat, um die Höhe des Wassers zu bezeichnen, die hier 16 ist. Der Quotient drückt das Gewicht aus, welches man dem Hydrometer zulegen oder nehmen muß, damit er bis zu dem gesuchten Grad eintauche.

Brisson wendete auf diese Weise graduirte Hydrometer an, um die specifische Schwere von Flüssigkeiten zu bestimmen, diejenige des Wassers = 1000 angenommen.

Montigny hat in den *Mémoires de l'Académie des Sciences* vom Jahre 1768 das Verfahren, die Kräometer zu graduiren, beschrieben.

5. Baumé's Salzwaage.

(Hierzu Fig. 33.)

Hrn. Baumé, einem chemischen Manufacturisten in Paris, verdanken wir zwei sehr einfache Instrumente, die zu vielerlei Gebrauch von hinlänglicher Genauigkeit sind.

Fig. 33. ist eine Abbildung seiner Salzwaage, die man auf folgende Weise für den Gebrauch zurechtet: In die Röhre bringt man einen Papierstreifen, der auf irgend eine Weise graduirt ist; dann senkt man das Instrument bei einer Temperatur von $18,75^{\circ}$ R. (ungefähr 50° F.) in reines Wasser und füllt so viel Quecksilber in den untern Theil des Instrumentes, bis es so tief eingesunken ist, daß

nur der oberste Theil noch über der Oberfläche bleibt. Dieser Punkt ist auf dem Papierstreifen und an der Röhre mit Null bezeichnet. Das Instrument wird nun aus dem Wasser herausgenommen, gut abgetrocknet und in eine Salzauflösung von 15 Gewichttheilen ganz trockenem und reinem Kochsalz und 85 Theilen reinem Wasser eingesenkt. Die Stelle der Röhre, welche den Spiegel der Flüssigkeit berührt, wird mit 15° bezeichnet. Alsdann nimmt man den Papierstreifen aus der Röhre und trägt die Entfernung von 0 bis 15 mit dem Zirkel auf die Scale. Den Abstand theilt man auch in 15 gleiche Theile. Diese Abtheilungen oder Grade werden noch niedwärts bis zu 75 fortgesetzt. Hierzu bedient man sich ebenfalls des Zirkels.

Sinkt nun das Instrument z. B. bis auf 40° in eine Salzauflösung, so ergibt sich daraus, daß die Auflösung 40 pro Cent Salz enthält. Wollte man indessen eine solche Auflösung machen, so würde man finden, daß das Instrument nur eine approximative Anzeige gibt.

Die Röhre ist freilich in Grade von gleicher Länge eingetheilt, und es ist doch häufig der Fall, daß sie nicht in ihrer ganzen Länge gleichförmig ist. Auch kann die Eintheilung der Scale in gleiche Theile nicht gleiche, der Auflösung zugesetzte, Theile Salz anzeigen; denn die Quantität Salz und die Grade wachsen nicht in demselben Verhältnisse.

Um diesen Mängeln zum Theil abzuhelpen, soll man nach Baumé's Rath, das Instrument nach und nach in Salzaufösungen von 5, 10 und 15 pro Cent einsenken und den Punkt, bis zu welchem es einsinkt, jedes Mal genau bezeichnen; und will man die größte Genauigkeit erreichen, so soll man alle Abtheilungen durch Versuche ausmitteln.

Da aber das Wasser kaum den dritten Theil seines Gewichtes Salz aufzulösen vermag, so kann man auf diesem Wege nur bis zu 25° gelangen, nämlich wenn man 25 Theile Salz in 75 Theilen Wasser auflöst. Man erhält auf diese Weise eine Scale von ungleichen Abtheilungen, wird aber finden, daß die Abstände von 5 zu 5 Grad sehr genau einander gleich sind, so daß man die Scale mit dem Zirkel noch über 25° hinaus fortsetzen kann.

Folgende Tabelle gibt die den Graden von Baumé's Salzspindel entsprechende specifische Schwere und ist berechnet

worden von den D. D. Brugmans, Driessen, Brolik und Deiman, welche niedergesetzt waren, um die Pharmacopoeia Batava zusammenzustellen. Die Temperatur der Flüssigkeit ist von 56 bis 60° F. angenommen worden; denn da es kaum 2 dieser Hydrometer gibt, welche genau übereinstimmende Resultate geben, obschon sie für den gewöhnlichen Gebrauch sehr nützlich sind, so braucht man auf die Temperatur keine größere Rücksicht zu nehmen.

Grade von Baumé's
Salzspindel.

Specifische Schwere.

0	1,000
1	1,007
2	1,014
3	1,022
4	1,029
5	1,036
6	1,044
7	1,052
8	1,060
9	1,067
10	1,075
11	1,083
12	1,091
13	1,100
14	1,108
15	1,116
16	1,125
17	1,134
18	1,143
19	1,152
20	1,161
21	1,171
22	1,180
23	1,190
24	1,199
25	1,210
26	1,221
27	1,231
28	1,242
29	1,252
30	1,261
31	1,275
32	1,286
33	1,298
34	1,309
35	1,321
36	1,334
37	1,346
38	1,359
39	1,372

Handwritten notes in a foreign script, possibly Latin or German, located on the right side of the page, partially overlapping the table.

Grade von Baumé's
Salzspindel.

Specifische Schwere.

40	1,384
41	1,398
42	1,412
43	1,426
44	1,440
45	1,454
46	1,470
47	1,485
48	1,501
49	1,526
50	1,532
51	1,549
52	1,566
53	1,583
54	1,601
55	1,618
56	1,637
57	1,656
58	1,676
59	1,695
60	1,714
61	1,736
62	1,758
63	1,779
64	1,801
65	1,823
66	1,847
67	1,872
68	1,897
69	1,921
70	1,946
71	1,974
72	2,002
73	2,031
74	2,059
75	2,087

Die Versuche und Berechnungen, welche Hr. Francoeur über die Theorie von Baumé's Salzspindel angestellt hat, haben ihn auf folgende Gleichung geführt, aus welcher sich die jedem Grade von Baumé's Hydrometer entsprechende specifische Schwere ergibt. Die Resultate der nachstehenden Formel sind von den eben mitgetheilten verschieden. Wird die specifische Schwere durch p , der ihr entsprechende Grad des Hydrometers durch d ausgedrückt, so erhält man:

$$p = \frac{152}{152 - d}$$

Wird man nun z. B. die specifische Schwere irgend einer Flüssigkeit erfahren, die mit dem Hydrometer gemessen, 60° gibt, so erhält man:

$$P = \frac{152}{152-60} = 1,6522,$$

während man in der Tabelle 1,714 findet.

6. Baumé's Spirituswage.

(Hierzu Fig. 34.)

Dieses Instrument ist nach demselben Grundsatz verfertigt, wie die Salzspindel, auch ganz auf dieselbe Weise graduirt, nämlich mittelst einer Auflösung von Salz in Wasser, nicht aber durch Mischungen von Weingeist und Wasser in verschiedenen Verhältnissen.

Fig. 34. gibt eine Abbildung dieses Hydrometers. Der Nullpunkt ist hier nicht oben an der Spindel angebracht, oder an der Stelle, bis zu welcher die Spindel in destillirtem Wasser einsinkt, sondern unten an der Spindel und an der Stelle, bis zu welcher sie in einer Mischung von 10 Theilen Salz und 90 Theilen Wasser eintaucht. Der Fundamentalabstand zwischen den Punkten, bis zu welchen sie in destillirtem Wasser und in der Salzauflösung einsinkt, ist auf der Scale in 10 Grade getheilt. Man setzt sie dann nach aufwärts fort, indem man mit dem Zirkel die Abtheilungen aufträgt. Der zehnte Grad der Spiritus-Wage entspricht dem Nullpunkte der Salzspindel.

Die entsprechende specifische Schwere für die Grade von Baumé's Spiritus-Wage ist ebenfalls von den D.D. Brugmans, Driessen, Brölik und Deimann berechnet worden. Die Temperatur der Flüssigkeit ist von 56 bis 60° F. angenommen worden. Auch von diesem Hydrometer gilt, was vom vorigen gesagt ist, daß nämlich selten zwei Instrumente gefunden werden, welche genau übereinstimmende Resultate geben.

Grade von Baumé's Spiritus-Wage.	Entsprechende specifische Schwere.
50	0,782
49	0,787
48	0,792
47	0,796
46	0,800
45	0,805
44	0,810

Grade von Baumé's
Spiritus-Wage.

Entsprechende specifische
Schwere.

43	0,814
42	0,820
41	0,823
40	0,828
39	0,832
38	0,837
37	0,842
36	0,847
35	0,852
34	0,858
33	0,863
32	0,868
31	0,873
30	0,878
29	0,884
28	0,889
27	0,895
26	0,900
25	0,906
24	0,911
23	0,917
22	0,923
21	0,929
20	0,935
19	0,941
18	0,948
17	0,954
16	0,961
15	0,967
14	0,974
13	0,980
12	0,987
11	0,993
10	1,000

Nachstehende Formel, von Hrn. Francoeur berechnet, gibt die specifische Schwere einer Flüssigkeit für jeden Grad von Baumé's Spiritus-Wage. Die Resultate weichen indessen ebenfalls von den Bestimmungen der Tabelle ab.

p bezeichne die specifische Schwere und d den Grad der Spiritus-Wage, so erhält man:

$$p = \frac{146}{136 + d}.$$

Man verlangt z. B. die specifische Schwere einer Flüssig-

figkeit von 30° nach der Spiritus-Wage zu wissen, so erhält man:

$$p = \frac{146}{136 + 30} = \frac{146}{166} = 0,8795,$$

statt 0,8780 in der Tabelle.

Da man häufig in den Fall kommt, die Grade von Baumé's Spiritus-Wage in diejenigen von Cartier's Hydrometer zu verwandeln, und umgekehrt, so geben wir für beide Instrumente folgende Gleichung.

Wenn C die Zahl der Grade von Cartier's Hydrometer und B diejenigen von Baumé's Hydrometer ausdrückt, so hat man:

$$16 C = 15 B + 22.$$

7. Fahrenheit's Hydrometer.

(Hierzu Fig. 35.)

Um mit den beiden vorigen Instrumenten die specifische Schwere der Flüssigkeiten zu erfahren, brauchte man nur nachzusehen, wie tief die Spindel in die Flüssigkeit eingesenkt war. Fahrenheit modificirte diese Instrumente, so daß man die gesuchte specifische Schwere nun weit genauer auszumitteln im Stande ist.

Diese Modification besteht darin, daß man das Instrument in irgend eine Flüssigkeit mittelst kleiner Gewichte einsenkt, aber immer bis zu demselben Punkte.

Fig. 35. gibt eine Abbildung dieses Hydrometers. Es besteht aus zwei hohlen Glaskugeln ab, welche durch die cylindrische Röhre c mit einander verbunden sind. Die obere Kugel a trägt eine kleine Röhre d, in deren mittlere Länge ein Zeichen oder Strich e angebracht ist. Oben hat diese kleine Röhre einen schalenförmigen Ansaß. Man belastet das Hydrometer mit ein wenig Quecksilber, so daß es in Weingeist bis beinahe an das Zeichen einsinkt. Dann wird das Instrument hermetisch verschlossen und genau gewogen.

So vorgerichtet, kann es zur Ausmittlung der specifischen Schwere der Flüssigkeiten gebraucht werden: Man setzt es nämlich in destillirtes Wasser bei einer gegebenen Temperatur und belastet es hierauf mit Gewichten, damit es bis zum Zeichen an der obern Spindel einsinkt. Dieser Gewichtszusatz, addirt zur Schwere des Instrumentes, drückt

das Gewicht des verdrängten Wassers aus. So verfährt man bei jeder andern Flüssigkeit und mittelt dadurch aus, welche Gewichtsmenge derselben verdrängt worden ist. Dieses Gewicht dividirt man mit dem Gewichte des verdrängten Wassers, was als Einheit angenommen wird, und erfährt das spezifische Gewicht der fraglichen Flüssigkeit.

Wenn z. B. das Gewicht des Instrumentes und der Belastung (damit es in irgend einer Flüssigkeit bis zum bestimmten Zeichen einsinke) = p ; und dieses Gewicht in einer andern Flüssigkeit = $p + q$; die spezifischen Schwere dieser Flüssigkeiten = π und π' angenommen werden, so erhält man:

$$\frac{\pi'}{\pi} = \frac{p+q}{p}$$

Wird das Gewicht des Wassers als Einheit angenommen, so ist $\pi = 1$ zu setzen, und man hat nun:

$$\pi = \frac{p+q}{p}$$

(Manuel d'applications mathématiques par T. Richard, p. 81.)

Hr. Deparcieur bediente sich eines Hydrometers dieser Art, um die spezifische Schwere vieler Mineralwasser in Frankreich auszumitteln, machte es aber größer, damit es empfindlicher werden möge.

Die Kugel war eine Flasche mit convexem Boden, damit sich an dieser Stelle keine Luftbläschen ansehen sollten. Die Flasche hatte 8 Zoll Länge, 2 Zoll Durchmesser und war mit Schrotten belastet. Er verschloß sie mit einem gut gefirnisten Stöpsel, durch welchen ein Messingdraht von 30 Zoll Länge und $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser durchgeführt war. Oben hatte derselbe eine kleine Schale zur Aufnahme der Gewichte. Das ganze Instrument wog ungefähr $23\frac{1}{4}$ französische Unzen.

Ein Cylinder aus Weißblech von 3 Fuß Länge, 3 Zoll Durchmesser diente zur Aufnahme des zu untersuchenden Wassers. Diesem Cylinder war eine in Zolle und kleinere Theile abgetheilte Scale beigegeben.

Das Instrument war so empfindlich, daß es $\frac{1}{2}$ Zoll, oder $\frac{1}{17}\frac{1}{28}$ vom Volumen des verdrängten Wassers, tiefer

einsinkt, wenn man dem Schälchen einen einzigen Gran Belastung zusetzt.

8. Nicholson's Hydrometer.

(Hierzu Fig. 36.)

Dieses Instrument ist weiter nichts, als eine Veränderung von Fahrenheit's Hydrometer, um es zur Ausmittelung der specifischen Schwere fester wie flüssiger Körper gebrauchen zu können.

Fig. 36. gibt eine Abbildung dieses Instrumentes:

c ist eine hohle Kugel aus Kupfer oder Messing;
 e eine kleine Schale, welche unten an der Kugel befestigt ist;
 ab eine andere Schale am obern Theile der Kugel befestigt;
 d eine Spindel von $\frac{1}{6}$ Zoll Durchmesser, welche die Schale e mit der Kugel c verbindet. Sie ist aus gut gehärtetem Stahl verfertigt. Die Schale e ist so schwer, daß sie die Spindel immer in senkrechter Stellung zu halten vermag, wenn man die Kugel in die Flüssigkeit einsenkt. Die Kugel ist so groß, daß man in die obere Schale ab noch eine oder zwei Unzen legen muß, damit die obere Spindel bis an's Zeichen m eintaucht, wenn man das Instrument bei einer Temperatur von 60° F. in destillirtes Wasser bringt. Sowohl dieses Gewicht, als auch dasjenige des Instrumentes wird genau bestimmt.

Will man die specifische Schwere einer Flüssigkeit ausmitteln, welche das Metall nicht angreift, so senkt man das Instrument in dieselbe und belastet die obere Schale ab, bis das Hydrometer bis an's Zeichen m eingesunken ist. Da sich nun das bekannte Gewicht des Instrumentes, addirt zu der in die obere Schale gelegten Belastung, damit das Instrument im Wasser bis zum Zeichen m einsinkt, zu dem bekannten Gewicht und demjenigen der letzten Belastung verhält, wie das Gewicht der verdrängten Quantität Wasser zum Gewicht eines gleichen Volumens der zuletzt untersuchten Flüssigkeit; so muß das erste Gewicht, dividirt mit dem zweiten, dieselbe specifische Schwere ergeben, welche man mit Fahrenheit's Instrument erlangt.

Alle diese Beziehungen sind bequemer durch folgende Formel ausgedrückt, deren man sich hier bedienen kann.

Das Gewicht des Instrumentes werde mit a; die Belastung, vermöge welcher es bis zum erwähnten Zeichen einsinkt, mit l; das Gewicht, welches man zusetzen oder weg-

nehmen muß, damit das Instrument in der zu untersuchenden Flüssigkeit eben so weit einsinkt, mit z ; und die spezifische Schwere dieser Flüssigkeit mit P bezeichnet; so hat man:

$$P = \frac{a + 1 + z}{a + 1} = 1 + \frac{z}{a + 1}$$

Wir wollen die Anwendung dieser Formel durch ein Beispiel erläutern:

Das Aräometer soll wiegen 45 Einheiten irgend eines Gewichtes. Damit es bis zum Zeichen m im Wasser einsank, mußte man 11,54 dieser Gewichtseinheiten in die obere Schale legen, hingegen nur 5,19, damit es in der zu untersuchenden Flüssigkeit bis an dasselbe Zeichen sich einsenkte. Man mußte also von der erstern Belastung eine Quantität $z = 6,35$ wegnehmen und erhält in diesem Falle für

$P = \frac{a + 1 - z}{a + 1}$, oder die Buchstaben durch Zahlen ersetzt:

$$P = \frac{45 + 11,54 - 6,35}{45 + 11,54} = \frac{50,19}{56,54} = 0,8877.$$

Dies ist die spezifische Schwere der Flüssigkeit, wenn diejenige des Wassers als Einheit angenommen wird.

Will man die spezifische Schwere eines festen Körpers ausmitteln, der weniger wiegt, als die für's Instrument nöthige Belastung, damit es bis an's Zeichen m im Wasser einsinkt, so setzt man das Instrument in destillirtes Wasser und den fraglichen Körper in die obere Schale ab. Durch Gewichtszusatz läßt man nun das Instrument bis an's bekannte Zeichen eintauchen, zieht diesen Gewichtszusatz von der Gewichtquantität ab, die nöthig ist, damit das Instrument bis an's Zeichen eintauche. Die Differenz gibt das Gewicht des Körpers in der Luft. Hierauf legt man den Körper in die untere Schale e , und in die obere Schale ab die nöthige Belastung, damit das Zeichen m die Gränze des Wasserpiegels werde. Der letzte Gewichtszusatz bezeichnet den durch die Eintauchung bewirkten Gewichtsverlust, welcher dem Volumen des verdrängten Wassers gleich ist. Man erhält folglich die spezifische Schwere des festen Kör-

pers, wenn man sein Gewicht in der Luft mit seinem Gewichtverlust im Wasser dividirt.

Wenn man das in die obere Schale gelegte Gewicht, damit das Instrument bis an's Zeichen eintaucht, k nennt, an die Stelle dieses Gewichtes den Körper in die Schale legt und einen Gewichtszuschuß l , damit die obere Spindel wieder eben so tief einsinkt; wenn man endlich den Körper in die untere Schale legt und durch den Gewichtszusatz m ein gleiches Eintauchen des Instrumentes bewirkt, so erhält man für P , womit wir die specifische Schwere des festen Körpers bezeichnen wollen, folgenden Ausdruck:

$$P = \frac{k - l}{m - l};$$

und wenn p das Gewicht des Körpers in der Luft und n den Gewichtverlust des Körpers im Wasser bezeichnet, so ist

$$p = k - l; \text{ und } n = m - l, \text{ weshalb}$$

$$P = \frac{p}{n}.$$

(Manuel d'applications mathématiques p. T. Richard.)

Da die Spindel dieses Instrumentes nur $\frac{1}{40}$ stel Zoll Durchmesser hat, so steigt es, oder sinkt es fast um einen ganzen Zoll, wenn man $\frac{1}{20}$ Gran wegnimmt oder zusetzt, so daß es geringere Gewichtsveränderungen, als $\frac{1}{20}$ Gran oder $\frac{1}{62000}$ des Ganzen anzeigt. Man erhält also die specifische Schwere für 5 Decimalstellen ganz richtig.

Hr. Charles kam auf den Einfall, die untere Schale des Instrumentes mit einem Haken an ihrem Boden umzuwenden, sobald man das specifische Gewicht einer Substanz auszumitteln hat, die leichter als Wasser ist. In diesem Fall erfährt die umgestürzte Schale durch den festen Körper einen Druck, von unten nach aufwärts, und das Hydrometer braucht weniger Belastung zu erhalten, um in die Flüssigkeit einzusinken.

Ein Anderer brachte endlich an dem Bügel der untern Schale eine kleine Spitze an, um, wenn man die specifische Schwere von leichtem Holz ausmitteln will, diese Substanzen daran zu stecken.

9. Guyton de Morveau's Aräometer.

(Hierzu Fig. 37.)

Dieses Instrument ist wiederum eine Modification,

welche der berühmte Chemiker Guyton de Morveau an Fahrenheit's Instrument angebracht hat. Es ist aus Glas verfertigt und gleich Nicholson's Hydrometer mit zwei Schalen versehen. Der mittlere Theil ist cylindrisch und mit der obern Schale durch eine dünne Spindel verbunden, in deren mittlerer Länge das Zeichen für den Einsenkungspunkt angebracht ist. Die untere spizig zulaufende Schale trägt die Belastung und ist mit zwei Armen am Cylinder befestigt. An Morveau's eigenem Instrument hatte der Cylinder 6,85 Zoll Länge und 0,71 Zoll Durchmesser. Die obere Schale verlangte 115 Gran, um bis an's Normalzeichen in die Flüssigkeit einzusinken.

Mit diesem Apparate verband Guyton de Morveau noch ein anderes Stück, welches er den Balast nannte. Es war nämlich ein Stück Glas, welches so viel wog, als die 115 Gran und das durch den Balast verdrängte Wasservolumen. Dieses Stück Glas legte man immer in die untere Schale, sobald man von dem Instrumente Gebrauch machte, so daß also letzteres eben so tief einsank, man mochte nun 115 Gran in die obere Schale, oder den Balast in die untere Schale legen.

Fig. 37. gibt eine Abbildung des Gravimeters, wie G. de Morveau dieses Instrument zu nennen pflegte.

- a. ist die obere Schale;
- b. die untere Schale;
- c. das Normalzeichen für's Einsinken auf einem dünnen Stückchen Glas im Innern der Spindel;
- x. der Balast, den man bei Versuchen mit Flüssigkeiten, von größerer specifischen Schwere, als das Wasser, in die untere Schale legt.

Das Gravimeter senkt man in ein cylindrisches mit Wasser gefülltes Gefäß bis zum Normalpunkt c. Man wählt hierzu ein Gefäß von hinlänglicher Tiefe, damit das Gravimeter ungehindert bis zum Normalpunkt und tiefer einsinken könne, ohne daß der Boden der obern Schale mit dem Spiegel der Flüssigkeit in Berührung komme.

Wegen seiner Zerbrechlichkeit muß dieses Instrument in einem Kästchen aufbewahrt werden, in welchem auf einem angeklebten Papiere das Gewicht des Instrumentes mit und ohne Balast und das Volumen Wasser bemerkt ist, welches in dem einen und dem andern Falle verdrängt wird; denn es ist oft nöthig, daß man diese Gewichte genau kenne.

Dieses Instrument kann zur Bestimmung der specifischen Schwere fester und flüssiger Körper gebraucht werden und weicht nur darin von Nicholson's Hydrometer ab, daß es aus Glas verfertigt ist. Die einzige nothwendige Bedingung, wenn man sich dieses Instrumentes bedient, ist die, daß das absolute Gewicht des zu untersuchenden Körpers geringer als das constante Zulegegengewicht sei, welches in Morveau's Gravimeter 115 Gran betrug.

Für Flüssigkeiten von geringerer specifischer Schwere als das Wasser, wog das Instrument ohne das Zulegegengewicht und bei den angegebenen Dimensionen, 459 Gran. Man könnte dieses Gewicht leicht vermindern, wenn es nöthig wäre. Man hat demnach $\frac{1}{3}$ Schwimmkraft und ist dadurch im Stande, alle specifischen Schwere zu bestimmen, welche zwischen derjenigen des Wassers und dem spiritus vini rectificatissimus liegen. Letztere verhält sich bekanntlich in dieser Beziehung zum Wasser wie 8 : 10.

Sollen Flüssigkeiten von größerer specifischer Schwere als das Wasser untersucht werden, so legt man in das untere Schälchen ein constantes Zulegegengewicht oder Balast, was bei Guyton de Morveau's Gravimeter 138 Gran wog. Das Instrument kann alsdann in der obern Schale mehr als den vierfachen Betrag des gewöhnlichen Zulegegengewichts für die untere Schale aufnehmen, ohne das Gleichgewicht seiner verticalen Stellung zu verlieren. In diesem Zustande kann man damit die specifische Schwere der concentrirtesten Säuren ausmitteln.

Mit Nicholson's Instrument hat es noch die Eigenschaft gemein, daß es als eine Wage zur Bestimmung des absoluten Gewichtes solcher Körper gebraucht werden kann, die nicht schwerer als das Zulegegengewicht sind. Es läßt sich also damit bestimmen:

- 1) die specifische Schwere fester Körper, deren absolutes Gewicht weniger als 115 Gran beträgt;
- 2) die specifische Schwere von Flüssigkeiten von geringerer Dichtigkeit als das Wasser;
- 3) die specifische Schwere von Flüssigkeiten, die eine größere Dichtigkeit als das Wasser besitzen;
- 4) das absolute Gewicht von Körpern, welche weniger als 115 Gran wiegen; und
- 5) die Verdünnung und Verdichtung des Wassers in

Thermometer.

Bezug auf sein primitives Volumen, wenn der Grad seiner Reinheit vorläufig bekannt war.

Um die spezifische Schwere irgend eines festen Körpers mit diesem Instrumente zu finden, legt man den festen Körper in die obere Schale und setzt Gewichte zu, bis das Normalzeichen mit dem Spiegel des Wassers oder jeder andern schicklichen Flüssigkeit in einer Ebene liegt. Den Betrag der zugelegten Gewichte zieht man von 115 Gran ab, und die Differenz ist das absolute Gewicht des festen Körpers. Man multiplicire diese Differenz mit der spezifischen Schwere der Flüssigkeit und zeichne das Product auf. Man bringe hierauf den festen Körper in die untere Schale und lege in der obern Schale Gewichte zu, bis das Instrument seinen Normalstand in der Flüssigkeit erlangt hat. Diese Gewichtszufüge ziehe man von jenen Gewichtszufügen ab, die eingelegt worden sind, als der Körper sich in der obern Schale befand, und die Differenz drückt den Gewichtverlust des festen Körpers in der Flüssigkeit aus. Das vorher aufgezeichnete Product dividire man mit diesem Gewichtverlust, und der Quotient gibt die spezifische Schwere des festen Körpers in Bezug auf die spezifische Schwere der Flüssigkeit, in welcher die Wägung angestellt worden ist.

Folgende Formel gibt eine deutlichere Uebersicht des eben Gesagten:

$$P = \frac{k - 1}{m - 1},$$

wenn man nämlich den Körper in Wasser gewogen hat und die spezifische Schwere dieser Flüssigkeit als Einheit angenommen wird.

Wenn man eine andere Flüssigkeit als Wasser angewendet hat, und A die Zahl bezeichnet, welche die spezifische Schwere dieser Flüssigkeit ausdrückt, so erhält man folgende Formel:

$$P = \frac{A(k - 1)}{m - 1} = \frac{AP}{n}$$

Die Buchstaben behalten nämlich hier dieselbe Bedeutung wie oben.

Um die spezifische Schwere einer Flüssigkeit zu finden, senkt man das Gravimeter in dieselbe und bemerkt die Gewichte, welche man zulegen muß, damit das Instrument

bis an den Normalpunkt einsinkt. Den Betrag dieser Gewichte addirt man zum Gewichtsbetrage des Instrumentes. Dann addirt man auch den Gewichtsbetrag des Instrumentes und die Zulegewichte zusammen, die man anwenden muß, damit der Normalstand in destillirtem Wasser erlangt werde. Erstere Summe dividirt man hierauf mit der zweiten, und der Quotient drückt die specifische Schwere der Flüssigkeit aus.

Der Balast, den man in die untere Schale legt, wenn Flüssigkeiten untersucht werden sollen, die schwerer als Wasser sind, nimmt einige Aufmerksamkeit in Anspruch, auf daß er mit dem constanten obern Gewicht, in Bezug auf die Einsenkung, genau übereinstimme. Aber durch sorgfältige Adjustirung läßt sich dieses äußerst genau und zuverlässig bewerkstelligen.

Dem Glasstücke gibt man erst die gehörige Form durch Abschleifen und alsdann nimmt man immer mehr ab, bis dasselbe in destillirtem Wasser und bei gegebener Temperatur und Barometerhöhe, in die untere Schale gelegt, dasselbe Einsinken des Instrumentes bewirkt, als das constante Gewicht der obern Schale in derselben Flüssigkeit. Dieses constante Zulegewicht in der obern Schale betrug, wie bemerkt worden, bei Morveau's eigenem Gravimeter 115 Gran.

Auf diese Weise läßt sich leicht der größte Grad der Genauigkeit erlangen, da alles auf der Adjustirung eines Gewichtes beruht.

10. Aräometrische Kugeln.

Seit langer Zeit hat man sich eines frischen Eies, oder eines Bernsteinstückes bedient, welche man in einer Salzauslösung schwimmen ließ, um daraus den Grad der Concentrirung zu beurtheilen und ohne andere Untersuchung zu erfahren, ob die Flüssigkeit für die Crystallisation hinlänglich abgeraucht sei.

Der verstorbene Dr. Wilson, Prof. der Astronomie auf der Universität zu Glasgow, machte den Vorschlag, die specifische Schwere der Flüssigkeiten durch eine Reihenfolge kleiner hohler Glasfügel von verschiedener specifischer Schwere zu messen. Wirft man eine gewisse Quantität dieser Kugeln in die Flüssigkeit, so werden alle diejenigen,

welche schwerer sind, zu Boden sinken; dagegen diejenigen, welche leichter sind, auf der Oberfläche schwimmen.

Die Hrn. Lovi haben die aräometrischen Kugeln zu großer Vollkommenheit gebracht, und sie werden jetzt von den ersten Destillateurs und Manufacturisten angewendet.

Diese Kugeln bekommt man in Büchsen, welche verschiedene Quantitäten derselben enthalten, je nach dem Gebrauche, den man davon machen will. Sie sind von zwei zu zwei Einheiten in der dritten Stelle der specifischen Schwere fortnumerirt, wie z. B. 920; 922; 924; 926; u. s. w.

Will man spirituose Flüssigkeiten auf diesem Wege untersuchen, so sind 30 Kugeln schon ausreichend, aber die vollständige Reihenfolge für alle Flüssigkeiten vom Aether bis zur ganz concentrirten Schwefelsäure besteht ungefähr aus 300 Stück. Da diese Kugeln mit ihrer respectiven specifischen Schwere bezeichnet sind, so braucht man nur eine Quantität derselben in die Flüssigkeit zu werfen, bis man eine darunter bemerkt, welche nicht ganz auf der Oberfläche schwimmt; aber auch nicht ganz unter den Spiegel der Flüssigkeit hinabsinkt. Die auf dieser Kugel befindliche Zahl zeigt alsdann die specifische Schwere der Flüssigkeit an. Diesen Kugeln ist gewöhnlich ein Rechenstab und ein Thermometer beigegeben, um die Correctionen für Differenzen der Temperatur zu machen und die Stärke der Weisfyer in der Sprache der Kaufleute und der Accisbeamten zu finden.

Diese Art des Aräometers ist in der That sehr bequem, nur dabei ziemlich theuer. Erfährt indessen ein gewöhnliches Hydrometer ic. eine Beschädigung, so läßt sich derselben fast niemals wieder abhelfen, während für den Fall, daß eine solche Glaskugel zerbrochen wird, der Verlust äußerst leicht zu ersetzen ist. Die specifische Schwere einer Flüssigkeit läßt sich übrigens in vielen Fällen hinlänglich genau bestimmen, wenn selbst eins oder zwei Kügelchen in der Reihe fehlen sollten.

Um bestimmen zu können, ob eine Salzauslösung hinlänglich abgeraucht oder concentrirt worden sei, bedient sich Hr. Loudon zwei solcher Glaskugeln, die eine nämlich leichter, als die specifische Schwere der Flüssigkeit, wenn sie gehörig concentrirt ist, und die andere dagegen etwas schwerer. Sinken beide Kugeln, so ist die Flüssigkeit noch

nicht gehörig abgedampft; und schwimmen dagegen beide auf der Oberfläche, so ist sie zu stark cocentrirt. Nur dann hat sie die gehörige Stärke erlangt, wenn eine Kugel schwimmt und die andere unter sinkt.

11. Neues Pyrometer, von Hrn. Pouillet.

Dieses Instrument ist ein ovales Gefäß von Platina, an eine Röhre desselben Metalls gelöthet, deren Capacität bekannt ist. Dies Gefäß ist mit einem graduirten Rohr verbunden, so daß die Zunahme des Volumens, welches durch Steigen der Temperatur verursacht wird, unverzüglich gelesen werden kann. Um sich dieses Pyrometers zu bedienen, wird das Platina-Gefäß in den Ofen gesetzt, dessen Temperatur man kennen lernen will. Da das ursprüngliche Volumen der in dem Instrument enthaltenen Luft oder Gas bekannt ist, so wird die Temperatur durch die Zunahme ihres Volumens angedeutet. *Journal de Pharmacie*, April 1829.

Queblinburg, gedruckt bei Gottfr. Wasse.

Bücher=Anzeige.

Folgende Schriften sind bei Gottfr. Vasse in Queblinburg, sowie in allen übrigen Buchhandlungen Deutschlands zu haben:

Das Fischbuch.

Enthaltend gründliche Anweisungen, Fische in Teichen und Gewässern gehörig zu behandeln, für ihre Erhaltung und Vermehrung zu sorgen, sie gegen Krankheiten und Unfälle zu schützen, den bestmöglichen Gewinn von ihnen zu ziehen, sowie allgemein verständliche Belehrungen über die Fischteiche und Fischhaltungen, selbige auf die wohlfeilste, richtigste und nutzbarste Art anzulegen, zu besetzen und abzuwarten, nebst deutlicher Unterweisung zur Betreibung der Kunst- und Lustfischerei, und zwar mit Netzen, Senken, Hamen, Garnsäcken, Reusen, Eggen, Gabeln, Harfen, Harpunen, Pfeilen, Wurfspeissen, vermittelst des Fußtretens, mit dazu abgerichteten Thieren, zur Tags- und Nachtzeit, mit Einschluß der neuesten englischen Methode; vorzüglich aber mit Angeln in allen Gattungen, mit besonderer Berücksichtigung der besten und wirksamsten Fischergeheimnisse und wichtiger Mittheilungen über Karpfen und Krebse. Für Gutsbesitzer, Dekonomen, Inhaber und Pächter von Teichen und Fischereien, Fischer und für alle diejenigen, welche am Fischfange Vergnügen finden. 8. Preis 18 Gr.

Das Gebet des Herrn.

In 50 poetischen Bearbeitungen der vorzüglichsten Dichter Deutschlands. Der häuslichen Andacht geweiht. 8. geh. Preis 12 Gr.

Sichere Hülfe für alle diejenigen, welche an Unterleibsbeschwerden

und schlechter Verdauung leiden. Nebst den nöthigen Recepten. Von einem praktischen Arzte. Zweite Aufl. 8. Preis 9 Gr.

Hopfen und Malz,

nach ihrer besten Beschaffenheit und vortheilhaftesten Anwendung in der Bierbrauerei. Nebst Bemerkungen über die neueste englische Malzbereitung, wodurch die deutschen Bier-

arten bedeutend vervollkommenet werden können, und chemischen Untersuchungen über die Analyse und Bestandtheile des Hopfens. Nach den bewährtesten englischen, französischen und deutschen Anweisungen und Grundsätzen. Für Bierbrauer, Landwirth, sowie überhaupt für jeden Hausvater. 8. Preis 12 Gr.

Die Heilung des Kropfes

und des dicken Halses. Oder die neuesten und älteren Erfahrungen über die zweckmäßigste Behandlung dieser Krankheiten, für alle diejenigen, welche an diesen Uebeln leiden, gesammelt und herausgegeben von einem praktischen Arzte. 8. Preis 10 Gr.

Die Sicherheits-Schlösser.

Nach den neuesten Erfindungen. Ein Büchlein für Schloßfer, Mechaniker, Baumeister, sowie für einen Jeden, der seine Wohnungen und sein Eigenthum gegen Dieberei und Einbruch gehörig verwahren will. Aus dem Englischen. Mit Abbildungen. Von Jos. Hought. 8. Preis 10 Gr.

Die Krankheiten des Gehörs

und die Taubheit. Wie beugt man ihnen vor und wie heilt man sie? Zur Belehrung und zum Trost für alle diejenigen, welche an diesen Krankheiten leiden. 8. Preis 8 Gr.

Unterricht in der Seifenbereitung.

Oder ausführliche Anweisung, nicht allein alle in- und ausländische feste, sondern auch die weichen oder grünen und schwarzen, sowie alle feinen Toiletten- und wohlriechenden Seifen und Seifenpräparate, als Seifenkugeln, Fleckseifen, Seifenspiritus u. s. w. mit leichter Mühe selbst zu verfertigen. Von Phil. Kolber. 8. Preis 12 Gr.

Geheimnisse der Farbenbereitung

für Del-, Wasser-, Tus-, Pastell-, Email-, Seiden- und Wachsmalerei, nebst der Kunst zu bronziiren, zu glaziren und nach Wedgwood's Methode auf Steingut zu malen. Aus dem Englischen. 8. Preis 14 Gr.

Schill's Zug nach Stralsund

und sein Ende. Tagebuch eines seiner Vertrauten. 8. geh. Preis 12 Gr.

Dr. F. A. Niemann's Geographisch=statisches
Comtoir= und Zeitungs=Lexikon,

Nach den neuesten Bestimmungen. Oder Beschreibung der Länder, Meere, Seen, Flüsse, Inseln, Gebirge, Reiche, Provinzen, Städte, wichtigsten Flecken und Dörfer, Fabrikörter, Bäder ic. in Hinsicht der Lage, Größe, Produkte, Merkwürdigkeiten, Staatseinrichtungen, Hauptbeschäftigungen, Fabrikate des Handels, der Anzahl der Bewohner und Häuser. In alphabetischer Ordnung. Für Geschäftsmänner, öffentliche Bureau, Comtoirs, Kaufleute, Fabrikanten, Manufakturisten, Zeitungsleser, Reisende, überhaupt für gebildete Stände und Jeden, der über Gegenstände der Geographie schnell belehrt sein will. Zweite Auflage. gr. 8. geh. Preis 2 Thlr. 10 Gr.

Ein geographisches Handwörterbuch ist heutiges Tages nicht nur für jeden Geschäftsmann, sondern für jeden Gebildeten überhaupt, ein nothdürftiges Bedürfnis, um sich schnell über Gegenstände der Geographie belehren zu können. Das gegenwärtige Comtoir= und Zeitungs=Lexikon hat sich eines so außerordentlichen Beifalls zu erfreuen, daß die erste Auflage binnen 1½ Jahre völlig vergriffen wurde. Eine solche günstige Aufnahme vermehrte den Eifer des Verfassers, dem Werke den möglichsten Grad der Vollständigkeit und Brauchbarkeit zu verleihen. Daher erscheint dasselbe hier nun in einer zweiten, durchaus verbesserten und sehr erweiterten Auflage. Nur sehr wenige Artikel der ersten Auflage blieben unverändert; die meisten wurden verbessert, erweitert und vervollständigt, und über 4000 neue Artikel wurden hinzugefügt, so daß dieses Werk, hinsichts der Richtigkeit seiner Angaben und der Vollständigkeit seiner Artikel, allen Anforderungen, welche man jetzt an ein geographisches Handwörterbuch machen kann, vollkommen entspricht.

Die gewissesten und bewährtesten
Heilmittel gegen die Fallsucht.

Zum Besten aller in dieser Krankheit Leidenden, aus den Schriften der vorzüglichsten in- und ausländischen Aerzte zusammengetragen. 8. Preis 12 Gr.

Die Krankheiten des weiblichen Geschlechts,
wie man sie leicht verhüten und sicher heilen kann; nach

den Ansichten und Vorschriften der berühmtesten Aerzte und Geburtshelfer unserer Zeit. Ein Buch für jedes gebildete Frauenzimmer. Zweite Auflage. 8. Preis 15. Gr.

Fein = Buch.

Ober vollständige und ausführliche Reductions-Tabellen des Goldes und Silbers nach dem feinen, so wie nach dem rohen Gehalt. Nebst Tabellen zur Legirung des Goldes und Silbers, um solches sowohl auf einen bestimmten geringern, als höhern Gehalt zu bringen; einer Vergleichung der verschiedenen Gold- und Silbergewichte mit dem kölnischen Markgewicht; Tabellen zur Reducirung der Ducaten, Louis-d'or u.; Tabellen zur Berechnung beim Ein- und Verkauf des Goldes und Silbers und Accordirung für Fagon, sowie Tabellen zur Vergleichung der vorzüglichsten Gold- und Silbermünzen, welche zugleich nachweisen, wie viel Stück auf eine kölnische rauhe, und wie viel Stück auf eine dergl. feine Mark gehen. Ein nütliches Handbuch für Gold- und Silberarbeiter, Juwelier, Hüttenbeamte, Münzwardeine, Banquiers, Geldwechsler, sowie Kauf- und Handelsleute überhaupt. Herausgegeben von Heinrich Schulze. 8. geh.

Preis: 1 Thlr. 12 Gr.

Obgleich der Gebrauch dieser Tabellen sich auf die allgemeinen arithmetischen Regeln gründet, und es daher für einen geübten Rechner dazu keiner besondern Anweisung bedarf, so ist dennoch denselben eine ziemlich ausführliche, und selbst für den ganz Ungeübten sehr deutliche Gebrauchsanweisung vorangestellt, welche mannichfache Berechnungen über das Gewicht, den Gehalt und die verschiedene Legirung der edlen Metalle u. dgl. m. enthält.

Niemann's vollständiges Handbuch der Münzen, Maße und Gewichte

aller Länder der Erde. Für Kaufleute, Banquiers, Geldwechsler, Münzsammler, Handlungsschulen, Staatsbeamte, Künstler, Reisende, Zeitungsleser, und Alle, welche sich mit Völker- und Länderkenntnis beschäftigen oder die in den Werken des Auslandes befindlichen Vorschriften auf Künste und Wissenschaften anwenden wollen. In alphabetischer Ordnung. gr. 8. Preis 1 Thlr. 20 Gr.

Dreist können wir das mit bewundernswürdigem Fleiß und unermüdlicher Emsigkeit ausgearbeitete Werk empfehlen, da es schnelle und ausführliche Belehrung über jede

Münzart, jedes Gewicht und jedes Maß, die größten wie die unbedeutendsten, älterer und jehiger Zeit, aus nahen und entfernten Gegenden und Ortschaften gewährt, sie mit allgemein in Deutschland bekannten Größen vergleicht und alle mühsame Berechnungen ihrer Werthe erspart. Keine Nation kann ein solches Werk aufweisen; denn deutscher Fleiß allein vermochte es, den Geschäftstreibenden aller Art, den Künstlern und Gelehrten ein so überaus nützlichcs Hülfsmittel zu verschaffen.

Dr. Fr. Sylv. Kerstein's vollständige praktische
Anleitung zur Zinnprobirkunst.

Oder gründlicher Unterricht in der Kunst, die Legirungen des Zinnes mit Blei, Zink, Wismuth, Antimonium, Kupfer, Eisen und Arsenik zu probiren, d. h. nicht allein auszumitteln, aus welchen Metallen solche Compositionen bestehen, sondern auch wie viel von jedem darin enthalten ist; verbunden mit der Beschreibung der chemischen Eigenschaften des Zinnes, der Zusammensetzung der in den Künsten angewandten Legirungen desselben und den beim Probiren vorkommenden chemischen Arbeiten. Mit mehreren Tabellen. Ein Handbuch für alle Metallarbeiter, Künstler und Fabrikanten, welche zu ihren Arbeiten des Zinnes und seiner Compositionen bedürfen, als Zinnarbeiter, Weißgießer, Kupfer-, Messing- und Eisenverzinner, Stück- und Glockengießer, Färber, Zinn- und Zinnwaarenhändler u. s. w., sowie auch für chemische Laboranten, Polizei- und Gesundheitsbehörden. 8. Preis: 12 Gr.

Thom. Wilks: Der vollkommene
englische Lampenfabrikant.

Oder gründliche Anweisung, alle Arten von Lampen, als Argandsche, Astral-, Sinombre, hydrostatische, Saturn-, Girardsche, Gas-, Talg-, Straßen- und monochromatische Lampen zc., sowie Sicherheitslampen für Grubenarbeiter, Lampen ohne Docht, Zündlampen, Lampen-Kochöfen, Rauchverzehrer zc., nach den neuesten Erfindungen und Verbesserungen, auf das vollkommenste und geschmackvollste anzufertigen. Für Klempner, Zinngießer, Sirtler, Kupferschmiede und jeden Lampenfabrikanten überhaupt. Mit 61 Abbildungen. 8. Preis: 20 Gr.

Unentbehrlicher Rathgeber

in der deutschen Sprache,

für Ungelehrte, sowie für das bürgerliche und Geschäftsleben überhaupt; oder Anweisung, sich schriftlich und mündlich, ohne Kenntniß und Anwendung der grammatikalischen Regeln sowohl im Allgemeinen, als in allen vorkommenden Fällen, im Deutschen richtig auszudrücken und jedes Wort ohne Fehler zu schreiben. Mit besonderer Berücksichtigung des richtigen Gebrauchs der Wörter: mir, mich, Ihnen, Sie, dem, den u. s. w. Ein nützlichcs Hülfsbuch für Fesdermann. In alphabetischer Ordnung. Von Joh. Heinr. Roth. Zweite, verbesserte Auflage. gr. 8. geh.

Preis 16 Gr.

Dieses Noth- und Hülfswörterbuch der Rechtschreibung und Wortfügung in allen zweifelhaften Fällen, ist nicht nur für alle diejenigen bestimmt, welche unsere deutsche Sprache richtig sprechen wollen, sondern auch für Alle, welche Briefe und Aufsätze jeder Art fehlerfrei zu schreiben wünschen. Man darf in allen solchen zweifelhaften Fällen nur das betreffende Wort nachschlagen und wird stets die gewünschte Belehrung finden.

Eduard Turner: Die neuesten Erfindungen und Verbesserungen für Kunst- und Horndrechsler und Kammacher.

Enthaltend die neuesten Verbesserungen der Drehbänke; Maschinen zum Schneiden der Zähne der Kämme, zum Spalten des Horns, und zum Löthen des Schildpatts; Verbesserungen in Verfertigung der Holz-, Horn-, Schildpatt-, Elfenbein-, Perlmutter-Arbeiten und Kämme überhaupt; verbesserte Methode, das Horn zu erweichen und auszudehnen, sowie Schildpatt zu pressen und zu modelliren; Anweisung, das Holz und Horn zu färben, zu vergolden, zu versilbern, zu reinigen und zu poliren; die besten Beizen, Firnisse und Lacke, ic. Aus dem Englischen übersetzt von Dr. Kolbe.

Mit Abbild. 8. Preis: 12 Gr.

L. G. Müller: Der medizinische Bluteigel

(*Hirudo medicinalis*). Oder naturhistorische Beschreibung des Bluteigels, nebst praktischen Regeln über Fang, Aufbewahrung,

Fortpflanzung, Krankheiten und Transport desselben, sowie über seinen medicinisch-chirurgischen Gebrauch und seine Anlegung. Ein Hülfsbuch für Aerzte, Wundärzte, Apotheker und alle diejenigen, welche sich mit der Zucht und dem Handel dieser Thiere beschäftigen. Nach vieljährigen Erfahrungen und mit Benutzung der neuesten Methoden bearbeitet. Mit Abbild. 8. Preis 10 Gr.

Blumensprache

Der Liebe und Freundschaft gewidmet. Vierte Auflage. 12. geh. Preis 8 Gr. — Deutschlands edlen Jünglingen und Jungfrauen dürfen wir solche mit Recht empfehlen.

Unumstößlicher Beweis, daß

die Maschinen

für die bürgerliche Gesellschaft von sehr großem Nutzen sind. 8. geh. Preis 4 Gr.

Museum der Declamation.

Eine Sammlung außerlesener Dichtungen launigen, scherzhaften und komischen Inhalts, welche sich zum mündlichen Vortrage in frohen Kreisen eignen. Herausgegeben von Franz Köstler. 12. geh. Preis 12 Gr.

Polterabend = Scherze

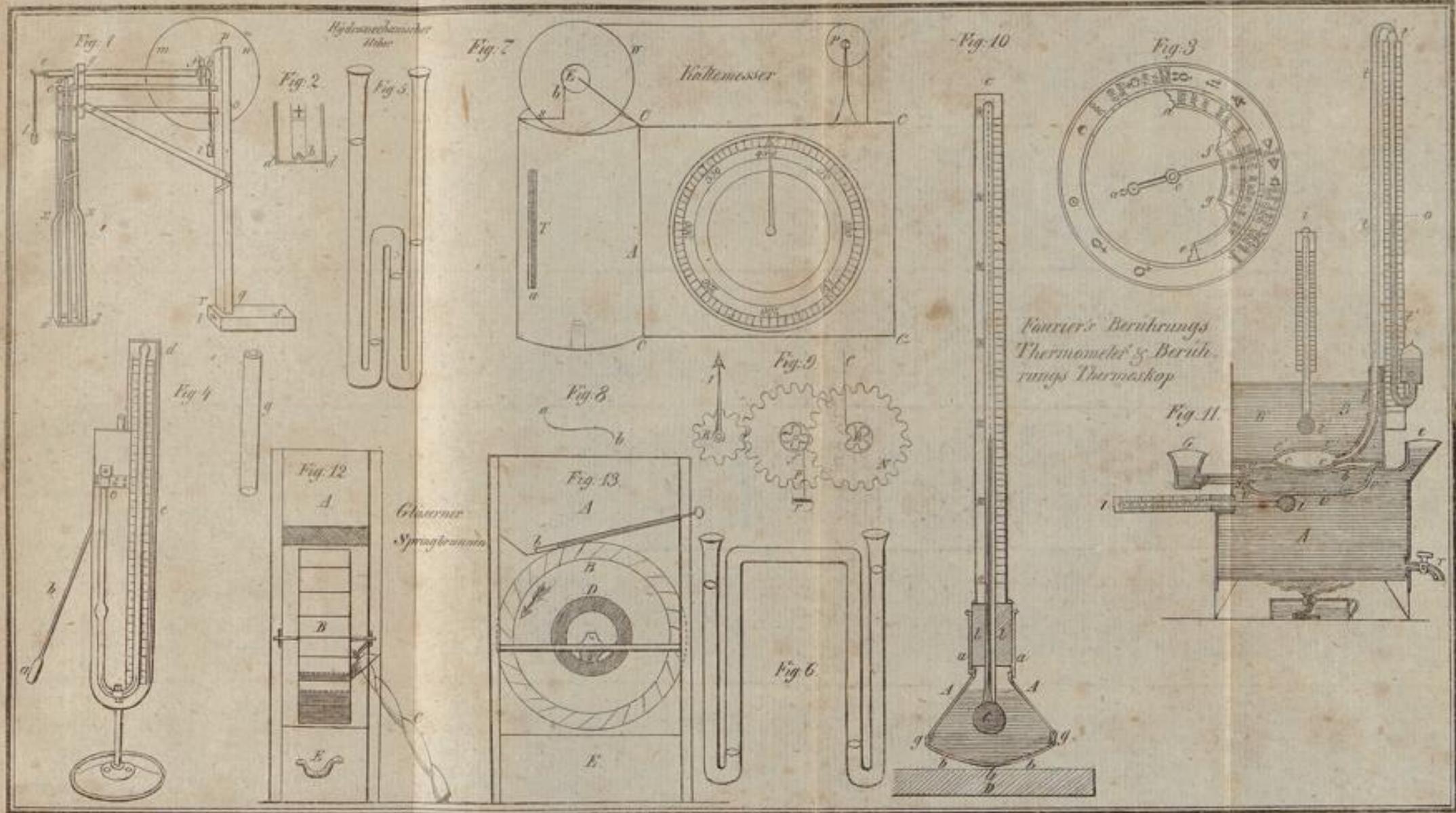
mit und ohne Verlarvung. Eine Sammlung von Gedichten, Anreden, Dialogen und andern Polterabend = Scenen, sowie einigen Strohkranzreden. Herausgegeben von P. F. Lambert. 2 Hefte. 12. geh. Preis 20 Gr.

Friedr. Wilh. Böttger: Der geschwinde

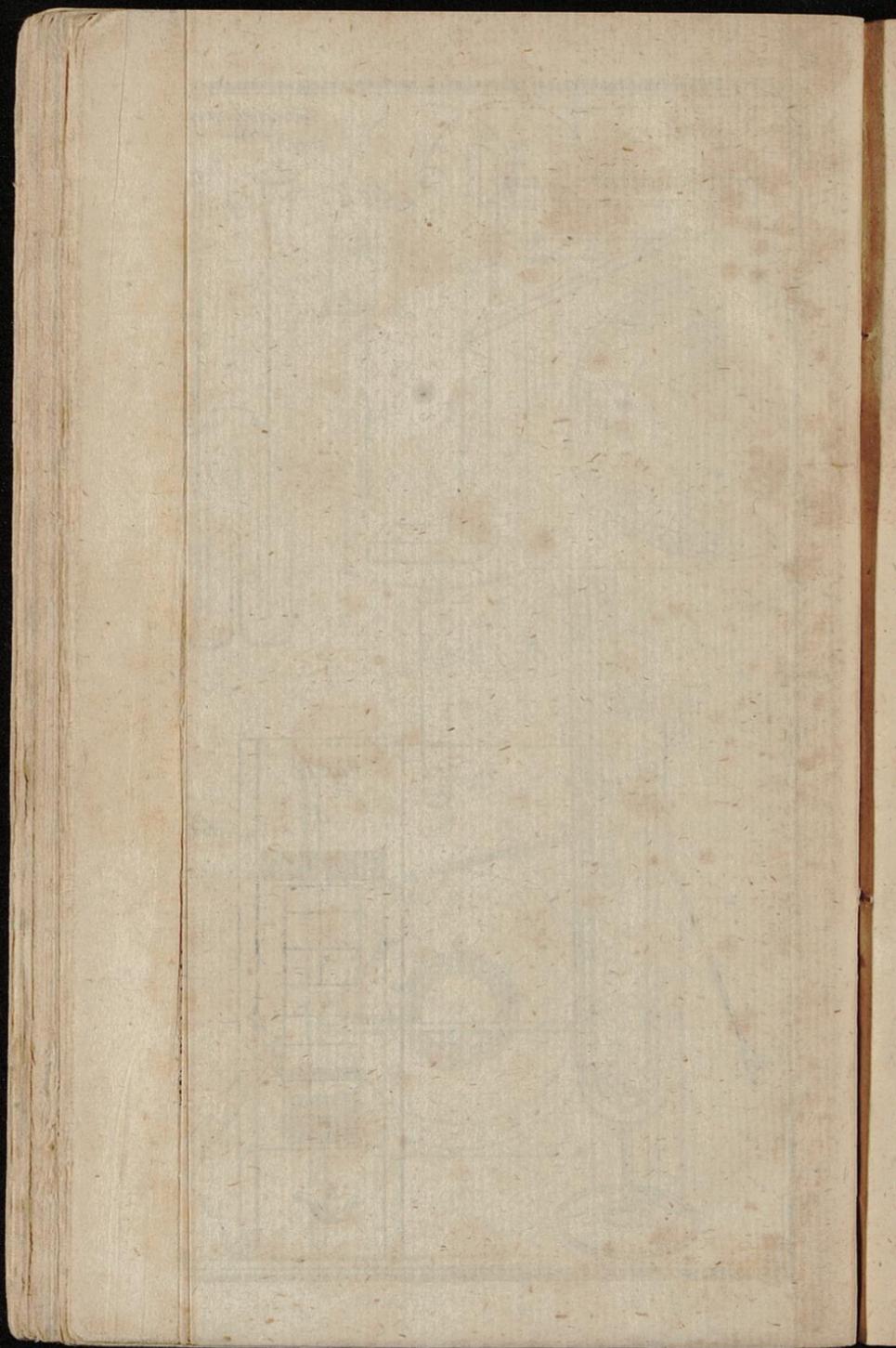
Procent = Rechner.

Oder Interessen = Tabellen von 1 Thaler oder Gulden bis 9000 Thaler oder Gulden Capital für 1 Woche bis zu 1 Jahr, zu 3 bis 8 Procent Zinsen; nebst Rabatt = Tabellen von 1 Thaler oder Gulden bis zu 3000 Thalern oder Gulden, zu $\frac{1}{4}$ bis $33\frac{1}{3}$ Procent Rabatt, in den drei gangbarsten Währungen Deutschlands, als in Thalern zu 24 ggr. à 12 pf. und 30 sgr. à 12 pf., nebst Gulden zu 60 Kreuzern à 4 pf. durchgeführt. Ein bequemes Hülfsbuch für jeden Geschäftsmann, besonders für Kaufleute, Capitalisten, Messpreisende u. 8. geh. Preis 16 Gr.

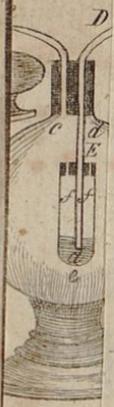




H. Schilling del.

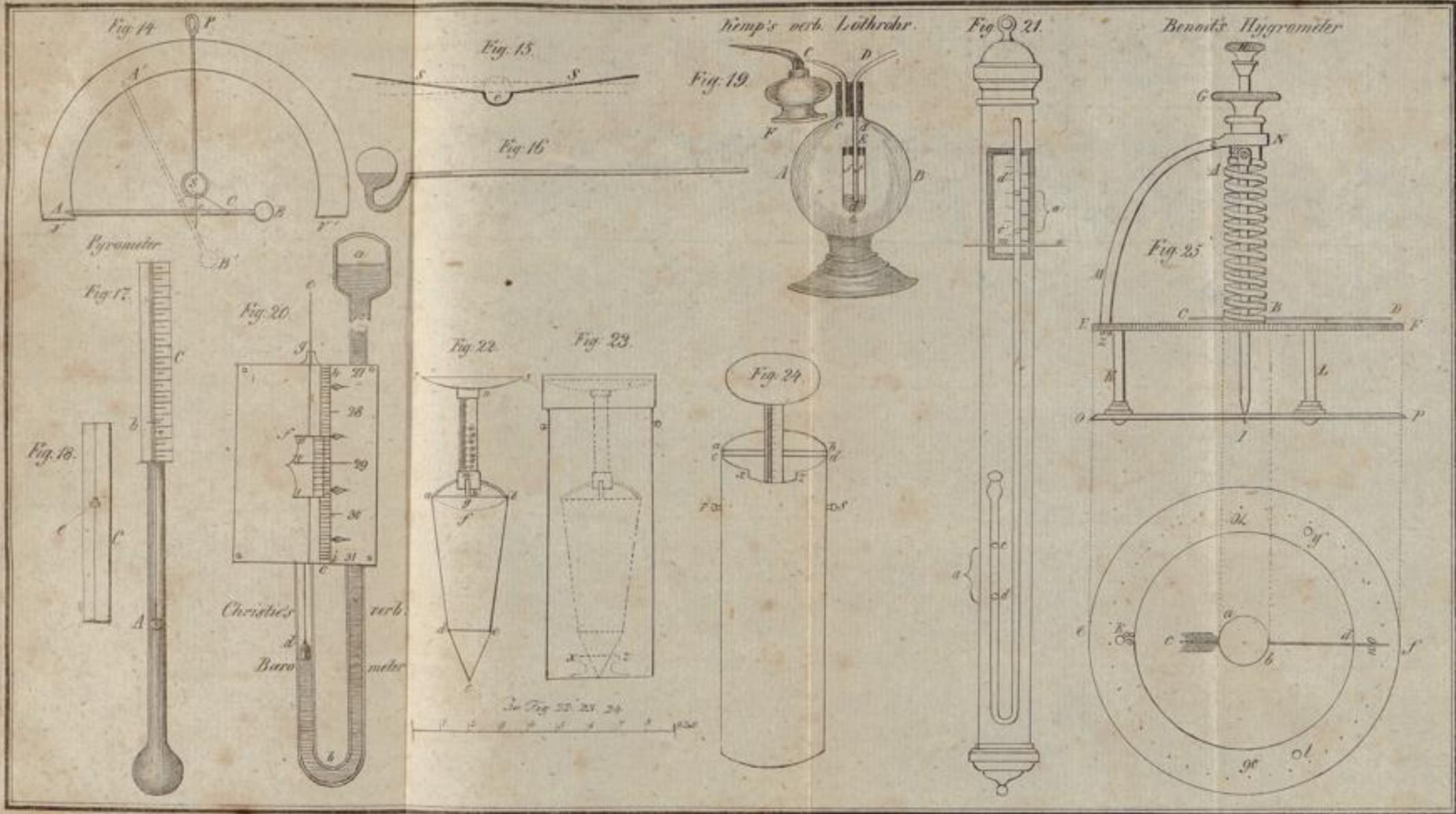


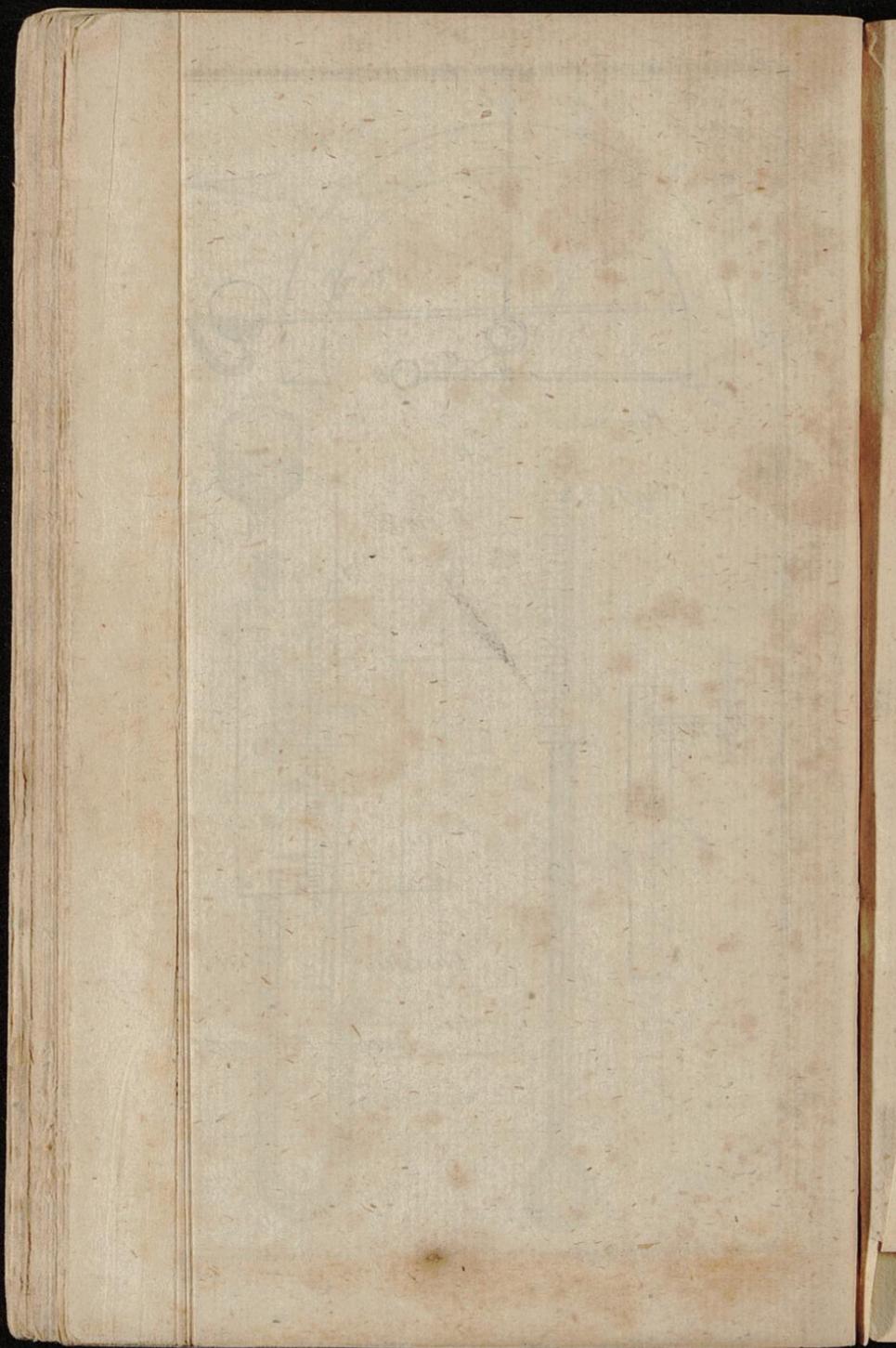
b. Lott



b
a

o.s





g

Hydranten.



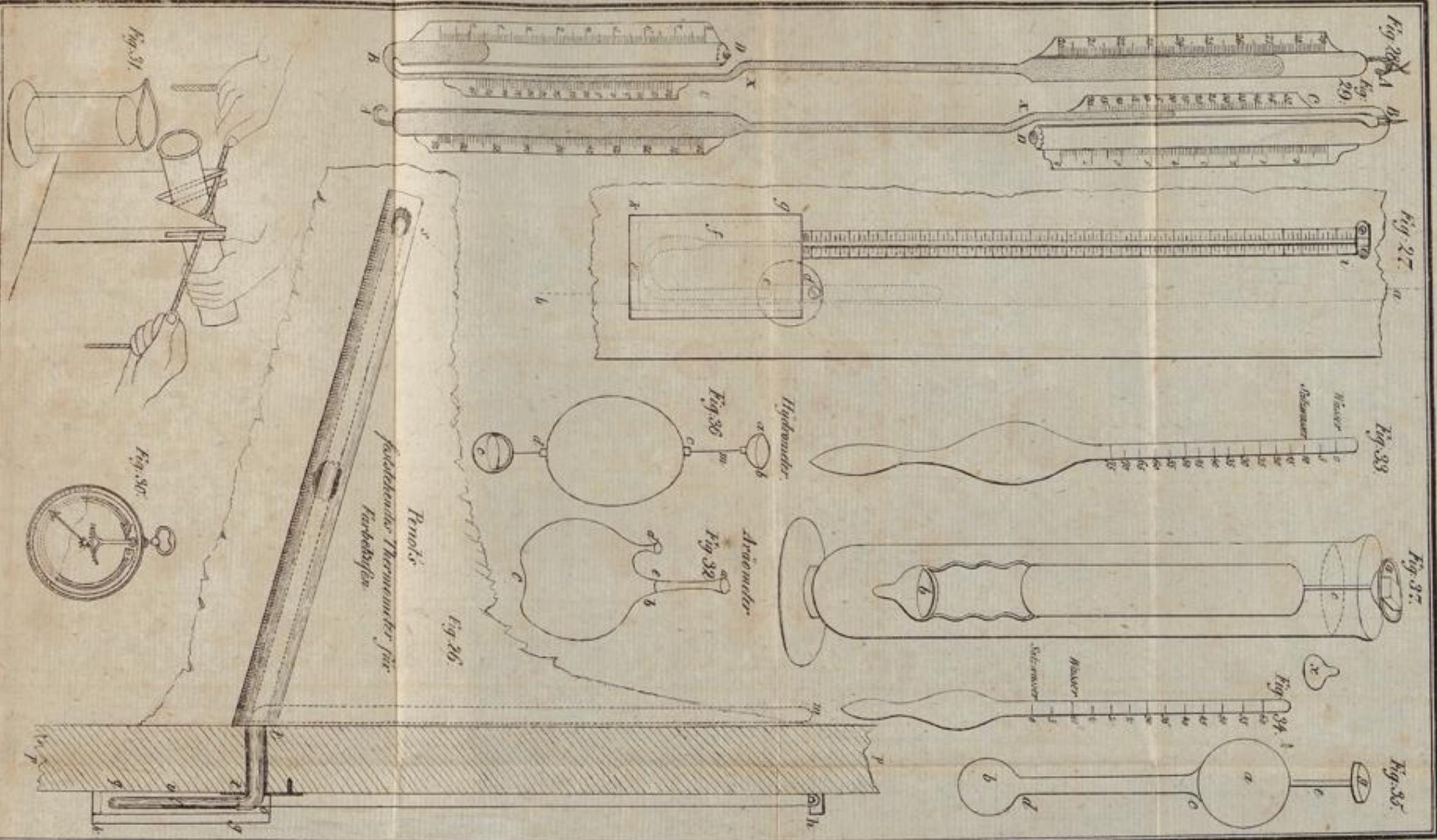


Fig. 33

Fig. 37

Fig. 35

Fig. 34

Fig. 36

Fig. 32

Fig. 26

Penon's fackelbrennendes Thermometer zur Farberheftung

Hydrometer

Aerometer

Wasser
Alkoholver

Wasser
Säurewasser



