II. *Versuche über den Widerstand ausströmender Luft bei Oeffnungen in dünnen Wänden und kurzen cylindrischen Ansätzen; von H. Buff.*

Eine Arbeit über die Reibung der Luft an den Wänden der Röhrenleitungen, womit ich seit einiger Zeit beschäftigt bin, gab Veranlassung, auch den Widerstand an den Ausflußöffnungen einer neuen Prüfung zu unterwerfen. Die Versuche von Koch über diesen Gegenstand umfassen die Druckhöhen zwischen 0,5 und 7 Fufs Wasser, und mit voller Sicherheit kann man sich nur innerhalb dieser Gränzen der aus denselben berechneten, und in diesen Annalen, Bd. XXXVII S. 277, mitgetheilten, Coëfficienten bedienen. Für ganz geringe Pressungen, gerade für diejenigen, welche in der Ausübung am meisten vorkommen, hat Koch keine Versuche angestellt, und die aus den zahlreichen Versuchen d'Aubuisson's gezogenen Resultate, wiewohl sie sich auf die niedrigen Druckhöhen vorzugsweise beziehen, zeigen nicht nur mit dem, was Andere gefunden haben, sondern unter einander selbst viel zu wenig Uebereinstimmung, um für mehr als eine Annäherung an die Wahrheit gelten zu können.

Ueberhaupt ist weder der von Koch, noch der von d'Aubuisson angewendete Apparat zu Versuchen bei geringen Pressungen ganz geeignet, da hier die geringsten und doch kaum vermeidlichen Beobachtungsfehler zu bedeutenden Abweichungen in den Resultaten führen müssen. Es schien mir nothwendig, den Apparat so anzuordnen, dafs in den Versuchen selbst die Möglichkeit einer Controle gestattet sey, wodurch fehlerhafte Beobachtungen mit einiger Sicherheit erkannt werden können. In welcher Art es gelungen ist, diesen Zweck zu errei-

chen, wird aus der Beschreibung der Vorrichtung, deren ich mich bediente, klar werden.

Zwei Fässer, jedes von ungefähr 5 Kub. Fuß Inhalt, waren in der Mitte ihrer Höhe mit Oeffnungen von 6 Zoll Weite versehen. An diesen Oeffnungen wurden zwei kurze trichterförmige Blechstücke luftdicht und so befestigt, daß die engere, noch 15 Linien weite Mündung des einen Trichters in die des gegenüberstehenden, am andern Fasse befestigten, eingeschoben werden konnte. Da wo beide Blechstücke zusammenstiessen, konnten Oeffnungen in dünnen Wänden und cylindrische Röhren von verschiedenen Durchmessern luftdicht eingeschraubt werden. In das eine Faß mündete die Düse eines Schmiedeblasebalgs, auf dem oberen Boden des anderen wurden Ausflußöffnungen von verschiedener Beschaffenheit eingesetzt. Damit die Luft unmittelbar zu diesen Oeffnungen gelangen konnte, war an dieser Stelle des Fasses ein Loch von 6 Zoll Weite eingeschnitten und mit Eisenblech luftdicht ausgefüllert. In dieses Blech wurden sodann die verschiedenen Mündungen eingeschraubt. Es waren übrigens alle Vorkehrungen getroffen, daß das zweite, von dem Blasebalge entferntere Faß die durch das vordere (mit dem Gebläse unmittelbar in Verbindung stehende) eingetriebene Luft nirgends, außer durch die dazu bestimmte Oeffnung, entweichen liefs.

Der Zweck dieser ganzen Anordnung und die Art, wie die Versuche angestellt wurden, ist nun leicht einzusehen.

Das erste Faß dient als Regulator für die mittelst des Blasebalgs eingepresste Luft, von deren Dichtigkeit man durch ein daran angebrachtes Wassermanometer in jedem Augenblicke in Kenntniß gesetzt wird. Die ganze Luftmenge, welche aus dem ersten in das zweite Faß übergegangen ist, und hier, wegen des verhältnißmäßig großen inneren Umfangs des Fasses, wieder zur Ruhe kommt, verliert eben dadurch einen Theil der anfängli-

chen Spannkraft. Wie viel ihr noch geblieben, läßt sich aus dem Stande eines zweiten Wassermanometers, das mit dem zweiten Fasse in Verbindung steht, beurtheilen. Es ist klar, daß die Geschwindigkeit, womit die Luft aus der Mündung des zweiten Behälters strömt, von dem Stande dieses zweiten Manometers direct, die Geschwindigkeit aber, womit sie sich durch die Verbindungsöffnung beider Behälter bewegt, von der Differenz des Standes beider Manometer abhängig ist.

Bezeichnet man die Angaben der Manometer, als Wassersäulen, mit H und h , den äußeren Barometerstand mit b , die Durchmesser der Oeffnungen mit d und d' , die Ausfluscoëfficienten mit μ und μ' , so erhält man für die Luftmenge, welche durch beide Oeffnungen strömt, wenn sie in beiden Fällen auf die Dichtigkeit $b+H$ (der Luft im ersten Fasse) reducirt wird, die beiden Gleichungen:

$$M = \frac{\mu' d'^2 \pi}{4} \sqrt{\frac{4,770 \cdot g \cdot (H-h)(1+0,00375 t)}{b+H}}$$

und:

$$M = \frac{\mu d^2 \pi}{4} \sqrt{\frac{4,770 \cdot g \cdot h(b+h)(1+0,00275 t)}{(b+H)^2}}.$$

Beide Ausdrücke für M sind einander gleich, es ist daher:

$$\mu d^2 \sqrt{\frac{h(b+h)}{b+H}} = \mu' d'^2 \sqrt{H-h}$$

und folglich auch:

$$\mu = \mu' \left(\frac{d'}{d}\right)^2 \sqrt{\frac{(H-h)(b+H)}{h(b+h)}}.$$

Hat man nun die Versuche unter solchen Verhältnissen angestellt, daß die Druckhöhe $H-h$ innerhalb derjenigen Gränze fällt, für welche die Ausfluscoëfficienten μ' , nach den Beobachtungen von Koch, genau bekannt sind, und entspricht h einer niedrigeren Pressung, so läßt sich der zugehörige Coëfficient μ mit Hülfe obiger Gleichung berechnen.

Durch

Durch Anwendung dieser Methode umgeht man eine Messung, nämlich die der ausgeströmten Luftmenge, welche, so leicht sie sich bewerkstelligen läßt, wenn die Luft unter bedeutendem Drucke ausströmt, bei Versuchen mit ganz geringen Pressungen kaum zu überwindende Schwierigkeiten darbieten würde.

Auch die Bestimmung der Temperatur und der Dauer eines Versuches wird hier überflüssig.

Die Fehler bei der Beobachtung des Standes der Manometer werden auf folgende Weise ausgeglichen: Ein Blick auf die vorher entwickelte Formel zeigt, daß der Ausdruck $\frac{H-h}{h}$ für geringe Verschiedenheiten des Drucks einen unveränderlichen Werth erhalten muß. Aus einer Reihe von Versuchen, die mit wenig verschiedenen Pressungen angestellt sind (und dergleichen Versuche lassen sich mit dem beschriebenen Apparate in kurzer Zeit eine sehr große Menge anstellen), gelangt man daher leicht und mit ziemlicher Sicherheit zu dem wahren Werthe jenes Verhältnisses.

Unter wenig veränderter Belastung des Blasebalgs beobachtete man z. B. die folgenden in Par. Linien angegebenen Wasserdruckhöhen:

$H.$	$h.$	$H-h.$	$\log \frac{H-h}{h}.$
65	1,95	63,05	1,50966
65	2	63	1,49831
63	1,95	61,05	1,49566
62	1,9	60,1	1,50012
61	1,9	59,1	1,49284
58	1,8	56,2	1,49447
58	1,78	56,22	1,49947
58	1,75	56,25	1,50708
57	1,75	55,25	1,49929
65,2	2	63,2	1,49966

Als Mittel aller dieser Versuche findet man

$$\log \frac{H-h}{h} = 1,49966,$$

und hieraus ergibt sich für $h=2$, $H-h=63,2$. Man begreift die Schwierigkeit, einen solchen Grad von Genauigkeit durch directe Messung so niedriger Wassersäulen zu erreichen.

Um übrigens die Wassersäule des Manometers mit der nöthigen Genauigkeit in jedem einzelnen Falle messen zu können, war die Maafseintheilung in Par. Linien auf der vorderen Seite des Glasrohrs aufgetragen, an der hinteren Seite aber ein Spiegel angebracht, der die Theilstiche noch einmal zeigte.

Um endlich die Versicherung zu haben, dafs in der Beschaffenheit des Apparates selbst keine Veranlassung zu Fehlern liegen könne, wurden die Ausströmungsöffnungen häufig verwechselt, in der Art, dafs diejenige, welche vorher die Verbindung zwischen beiden Fässern hergestellt hatte, jetzt nach Aufsen gebracht wurde, und umgekehrt. Es ist klar, dafs eine solche Verwechslung auf den Werth der den beobachteten Druckhöhen zugehörigen Coëfficienten keinen Einflufs haben konnte.

Einer der schwierigsten Punkte bei dergleichen Untersuchungen ist: eine hinlänglich genaue Bestimmung des Durchmessers der Oeffnungen. Es wurden zu diesem Zwecke zwei Mittel angewendet, die beide in mechanischen Werkstätten gebräuchlich sind, und welche zu Resultaten von befriedigender Uebereinstimmung führten. Auf einem aus trockenem, hartem Holze gedrehten und abgeschliffenen Kegel wurden zuerst die verschiedenen Oeffnungen auf der Drehbank mäfsig, doch stark genug angedrückt, um eine deutliche Spur zu hinterlassen. Als dann wurde in dünnes Messingblech eine Leere geschnitten, und durch Feilen so lange nachgeholfen, bis die bezeichnete Stelle des Kegels genau hineinpaßte. Diese Leere brachte man auf einen sehr genau getheilten Trans-

versalmaafsstab, welcher Hunderttheile von Par. Linien direct angab, und mit Beihülfe des Mikroskops selbst noch eine genauere Schätzung gestattete.

Das zweite Verfahren bestand darin, den Durchmesser des auf dem Kegel bewirkten Eindrucks, so gut es sich thun liefs, in den Zirkel zu fassen, die so gefundene Länge auf einem guten Maafsstabe 20 bis 30 Mal zu repetiren, diesen Versuch wenigstens 20 Mal zu wiederholen, und dann aus allen Beobachtungen das Mittel zu nehmen.

Bei den Oeffnungen in dünnen Wänden, welche auf diese Art gemessen wurden, fand man nach dem ersten Verfahren:

2,080 ; 3,665 ; 4,850 Par. Lin. Durchmesser,
nach dem zweiten Verfahren:

2,084 ; 3,661 ; 4,848 Par. Lin. Durchmesser.

Ich habe für nöthig gehalten, diese verschiedenen Details anzuführen, weil sie ein Urtheil über den Grad der Zuverlässigkeit der gefundenen Resultate gestatten.

Die Versuche selbst wurden auf folgende Weise angestellt:

Man belastet den Blasebalg, entsprechend der Pressung, welche man zu erhalten wünscht, treibt ihn auf und überläfst ihn dann sich selbst. Ein Beobachter wendet seine ganze Aufmerksamkeit auf das Manometer des ersten Fasses, während ein anderer das zweite Manometer im Auge hat. Nun tritt während des Niedergangs des Blasebalgs regelmäfsig eine Periode ein, während welcher beide Wassersäulen einige Augenblicke hindurch sich stationär erhalten. So wie dieser Punkt eingetreten ist, werden beide Wassersäulen, mittelst eigends hierzu vorhandener Hähne, gleichzeitig von dem inneren Raume abgeschlossen und die beobachteten Höhen aufgezeichnet. Jeder Versuch wird übrigens (bei unveränderter Belastung) so oft wiederholt, bis man von der richtigen Beobachtung überzeugt ist.

Die nachfolgenden Angaben sind nach der bereits weiter oben beschriebenen Weise gefunden, und demnach die Mittel-Resultate einer sehr grossen Anzahl von Beobachtungen.

Sämmtliche Maafse beziehen sich auf Pariser Linien.

Ausflufs durch Oeffnungen in dünnen Platten.

Beide Fässer sind durch eine Oeffnung von 2,084 Lin. Durchmesser verbunden.

Ausströmungsöffnung von 4,848 Lin. Stand des Barometers 332,4 Par. Linien.

H .	h .	$H-h$.	$\log \frac{\mu}{\mu'}$.	Beobachtet. $\frac{\mu}{\mu'}$.	Berechnet.
65,2	2	63,2	0,01952	0,622	0,620
81	2,47	78,53	0,02161	0,621	0,620
98	3	95	0,02149	0,615	0,619
123,7	3,7	120	0,02761	0,619	0,618
133,6	4	129,6	0,02812	0,618	0,618

Beide Fässer, wie vorher, durch eine Oeffnung von 2,084 Lin. Durchmesser verbunden.

Ausströmungsöffnung von 3,661 Lin. Durchm. Stand des Barometers 327 Lin.

49	4,45	44,55	0,01303	0,618	0,618
64	5,8	58,2	0,01416	0,611	0,616
72	6,5	65,5	0,01486	0,615	0,616
90	8,05	81,95	0,01794	0,613	0,614
124	10,95	113,05	0,02296	0,613	0,612
138	12,18	125,82	0,02370	0,613	0,611

Beide Fässer durch eine Oeffnung von 3,661 L. Durchmesser verbunden.

Ausströmungsöffnung von 4,848 Lin. Durchm. Stand des Barometers 328,5 Linien.

65	15,9	49,1	0,00328	0,603	0,610
92,6	22,5	70,1	0,00512	0,598	0,606
119,25	28,5	90,75	0,01057	0,601	0,604

Beide Fässer durch die Oeffnung von 4,848 L. Durchmesser verbunden.

Ausströmungsöffnung von 3,661 Lin. Durchm. Stand des Barometers 330 Linien.

$H.$	$h.$	$H-h.$	$\log \frac{\mu}{\mu'}$	Beobachtet. μ	Berechnet. μ
129,85	30	99,85	0,01389	0,604	0,604
108,2	25,6	82,6	0,01318	0,606	0,605
83,87	20	63,87	0,00612	0,603	0,608
63,14	15	48,14	0,00772	0,609	0,610
39	9,5	29,5	0,00349	0,609	0,612

Beide Fässer durch die Oeffnung von 3,661 L. Durchmesser verbunden.

Ausströmungsöffnung von 2,081 Lin. Durchm. Stand des Barometers 330 L.

89,95 | 7,8 | 82,15 | 0,01832 | 0,613 | 0,614

Die vierte Spalte ist nach der Gleichung:

$$\frac{\mu}{\mu'} = \left(\frac{d'}{d}\right)^2 \sqrt{\frac{(H-h)(b+H)}{h(b+h)}}$$

berechnet worden. μ' bedeutet hier den Ausfluscoefficienten für die grössere Druckhöhe $H-h$, μ denselben für die geringere Druckhöhe h . Da nun die Logarithmen sämmtlicher für $\frac{\mu}{\mu'}$ gefundenen Werthe positiv sind, so folgt, dass die Coefficienten bei abnehmender Druckhöhe zunehmen. Wie die Werthe der vorletzten Spalte gefunden wurden, ist bereits früher erwähnt worden. Die letzte Spalte hat man nach der Gleichung

$$\mu' = 0,626(1 - 0,079\sqrt{h})$$

berechnet (vergl. diese Annalen, Bd. XVII S. 286). Eine Vergleichung der beiden letzten Spalten lehrt, dass die Werthe von μ für Pressungen von nur wenigen Linien nach demselben Gesetze, wie für Pressungen von mehreren Füssen sich verändern.

D'Aubuisson findet für μ beträchtlich größere Werthe. Da er jedoch das Detail seiner Versuche nur unvollständig angiebt, so habe ich vergeblich gesucht über den Grund dieser Abweichung einen genügenden Aufschluss in seiner Abhandlung zu finden. Vielleicht war die Oeffnung des Gasometers (dessen er sich bediente), in welchem die Ausflufsöffnungen von bestimmter Beschaffenheit eingesetzt wurden, nicht weit genug ausgeschnitten, wodurch bis zu einem gewissen Grade die Wirkung eines konischen Ansatzes hervorgebracht worden seyn kann.

Wie sehr durch diesen scheinbar geringfügigen Umstand der Ausfluscoefficient verändert werden kann, zeigen die folgenden Versuche, bei welchen vor einer Oeffnung in dünner Platte von 4,848 Linien Durchmesser cylindrische Ansätze von 7 Lin. Länge und verschiedenen Weiten angebracht wurden. Beide Fässer waren durch eine Oeffnung von 3,661 Lin. in Verbindung gesetzt. Stand des Barometers 328,5 Linien.

1) Die Ausflufsöffnung frei.

$H.$	$h.$	$H-h.$	$\log \frac{\mu}{\mu'}$	$\mu.$
63	15,45	47,55	0,00259	0,602

2) Vor der Oeffnung cylindrischer Ansatz von 9,5 Linien Durchmesser.

63	14,8	48,2	0,01483	0,619
----	------	------	---------	-------

3) Vor der Oeffnung cylindrischer Ansatz von 8,3 Linien Durchmesser.

63	14,4	48,6	0,02233	0,630
----	------	------	---------	-------

4) Vor der Oeffnung cylindrischer Ansatz von 6,5 Linien Durchmesser.

63	13,5	49,5	0,04033	0,656
----	------	------	---------	-------

Also je enger verhältnißmäfsig der kurze Kanal ist, welchen die Luft durchdringen muß, um zu der Oeffnung in dünner Platte zu gelangen, um so mehr vergrößert sich die Ausflussmenge. In der That findet d'Aubuisson einen um so größeren Ausflufscoëfficienten, je weiter die Mündungen sind, welche er auf die Oeffnung seines Gasometers setzt.

Ausflufs durch kurze cylindrische Ansätze.

Die cylindrischen Ansätze, deren ich mich bediente, waren aus massiven Stücken Metall ausgebohrt, und ihre Durchmesser auf die früher beschriebene Weise bestimmt.

Ein cylindrischer Ansatz wurde immer gleichzeitig mit einer Oeffnung in dünner Platte angewendet, und dann aus dem bekannten Ausflufscoëfficienten für die letztere, der für den ersteren berechnet.

Beide Behälter stehen durch eine Oeffnung von 2,084 Linien Durchmesser in Verbindung.

Der Ausflufs geschieht durch einen cylindrischen Ansatz von 3,875 Par. Linien Durchm. und 5,5 Linien Länge. Stand des Barometers 327 Par. Lin.

<i>H.</i>	<i>h.</i>	<i>H—h.</i>	$\log \frac{\mu}{\mu'}$	μ
40,1	2	38,1	0,10300	0,763
61,13	3	58,13	0,10831	0,759
114,7	5,6	109,1	0,11206	0,755

Beide Behälter stehen durch eine Oeffnung von 4,848 Linien Durchmesser in Verbindung.

Stand des Bar. 334,5 Lin. Im Uebrigen wie vorher.

30	18,5	11,5	0,09187	0,756
72	44,5	27,5	0,09139	0,716
78	48,4	29,6	0,08921	0,742
98	61	37	0,08774	0,737
118	73	45	0,09164	0,738
143	88,5	54,5	0,09184	0,736

Beide Fässer sind durch den cylindrischen Ansatz verbunden. Die Oeffnung Aufs. en.

$H.$	$h.$	$H - h.$	$\log \frac{\mu}{\mu'}$	$\mu.$
143	88,15	54,85	0,08746	0,729
72	44,4	27,6	0,08927	0,742
48	29,65	18,35	0,09015	0,750
39	24	15	0,09138	0,753
30	18,4	11,6	0,09354	0,758

Der zu den vorhergehenden Versuchen benutzte kurze Ansatz war zwar sehr genau gebohrt, aber nicht nachpolirt, und deshalb die Innenwand nicht ganz glatt. Als dieselbe mit einer dünnen Schicht Oel bekleidet wurde, sank das Manometer merklich, also die Ausflussmenge oder der Ausflussscoefficient vermehrte sich, verhältnißmäßigs zu der Pressung.

Zu den folgenden Versuchen wurde daher ein mit gleicher Sorgfalt gebohrt und gut polirter cylindrischer Ansatz gewählt. Sein Durchmesser betrug 2,790 Par. Linien, seine Länge 4,3 Linien.

Beide Fässer verbunden durch eine Oeffnung in dünner Platte von 2,084 Linien Durchmesser.

Der cylindr. Ansatz Aufs. en. Stand des Bar. 327 P. L.

$H.$	$h.$	$H - h.$	$\log \frac{\mu}{\mu'}$	Beobachtet. $\mu.$	Berechnet.
40	6	34	0,12472	0,802	0,783

Beide Behälter durch den Ansatz verbunden; die Oeffnung nach Aufs. en.

39,8	6,1	33,7	0,11746	0,789	0,783
64	10,1	53,9	0,10974	0,767	0,773

Aufsen Oeffnung von 3,661 Par. Lin. Durchm. Stand
des Baromet. 334,5 Lin. Im Uebrigen wie vorher.

$H.$	$h.$	$H-h.$	$\log \frac{\mu}{\mu'}$	Beobachtet. $\mu.$	Berechnet.
40	26	14	0,10058	0,769	0,769
48	31,1	16,9	0,10210	0,770	0,767
61,5	40	21,5	0,09910	0,763	0,763
72	46,8	25,2	0,09936	0,760	0,760
84	54,7	29,3	0,09779	0,756	0,757

Aufsen cylindrischer Ansatz. Beide Behälter durch die
Oeffnung verbunden.

48	31,3	16,7	0,10040	0,767	0,767
63	41	22	0,10186	0,767	0,763

Die letzte Spalte ist mit Hülfe der Formel

$$\mu = 0,796 (1 - 0,079 \sqrt{h})$$

berechnet worden.

Bekanntlich ist bei kurzen cylindrischen Ansätzen das Verhältniß des Durchmessers zur Länge von Bedeutung. Zur Prüfung dieses Einflusses habe ich ebenfalls einige Versuche angestellt. Zu dem Ende wurde ein cylindrisches Rohr von 3,875 Lin. Durchmesser und 41 Linien Länge auf dem zweiten Fasse aufgeschraubt, und nach und nach abgekürzt, während beide Fässer beständig durch eine Oeffnung in dünner Wand von 4,848 Lin. Durchmesser in Verbindung gesetzt waren. Ueberhaupt blieben sich alle übrigen Umstände im Laufe dieser Versuche gleich. Der Stand des Barometers war 330 Par. L.

Länge des Rohrs.	Verhältniß des Durchmessers zur Länge.	H .	h .	$H-h$.	μ .
41	1 : 10	39	26	13	0,676
29	1 : 7,5	39	25,3	13,7	0,703
23,6	1 : 6	39	25	14	0,715
17,3	1 : 4,5	39	24,8	14,2	0,723
11,9	1 : 3	39	24,6	14,4	0,731
7,7	1 : 2	39	24,5	14,5	0,735
5,5	1 : 1,4	39	23,9	15,1	0,760
5,28	1 : 1,36	39	24	15	0,756
3,9	1 : 1	39	24,4	14,6	0,739
2	1 : 0,5	39	27	12	0,637

Die, größte Ausflußmenge erfolgt, wie man sieht, wenn die Länge des Ansatzes seinen Durchmesser beiläufig um die Hälfte übertrifft. D'Aubuisson kam seinerseits zu demselben Resultate.

Die Größe der Ausflußmenge ist übrigens noch von anderen Umständen abhängig. Sie wird vermindert, wenn die Einmündung des Röhrenstücks unter der Wandfläche hervorragt. Die geringste Einsenkung reicht hin diese Wirkung bemerkbar zu machen, doch wird dieselbe durch eine Einsenkung von mehreren Linien noch auffallender. Die hierdurch bewirkte Verminderung betrug bei einem cylindrischen Ansatz von 0,3 Linien Wanddicke 2 Procent der theoretischen Ausflußmenge.

Als hierauf ein Röhrenstück angewendet wurde, dessen Wand 1,5 Lin. dick war, zeigte sich durch Einsenkung kein Unterschied mehr.

Umgekehrt bemerkt man eine sehr auffallende Vermehrung des Ausflusses, wenn die Luft, bevor sie zu dem cylindrischen Ansatz gelangen konnte, bereits eine Art Zusammenziehung erlitten hatte, wenn sie z. B. durch einen kurzen und verhältnißmäßsig zu der Mündung nicht sehr weiten Kanal dringen mußte.

Um übereinstimmende Resultate zu erhalten, ist es daher nothwendig, dafür Sorge zu tragen, daß die Ein-

mündungen der Oeffnungen genau mit einer glatten Wandfläche zusammenfallen. Diese Wand braucht jedoch nicht die des Behälters zu seyn. Die Fläche eines Stüpsels kann schon dazu ausreichen.

Aus der Vernachlässigung der vorerwähnten modificirenden Einflüsse dürften sich die nicht unbedeutenden Verschiedenheiten in den Resultaten verschiedener Beobachter zum Theil erklären lassen.

III. Ueber Barometer- und Thermometerskalen; von Wilhelm Weber.

(Vorgetragen bei der Vessammlung der deutschen Naturforscher in Jena.)

Instrumente, mit denen man für jeden beliebigen Augenblick ein bestimmtes Resultat erhalten zu können wünscht, wie es der Fall ist mit denjenigen Instrumenten, welche zur Beobachtung des Zustandes der atmosphärischen Luft bestimmt sind, entsprechen der Bequemlichkeit des Beobachters und ihrem Zwecke am besten, wenn sie so eingerichtet sind, daß es nicht nöthig ist, um ein Resultat zu gewinnen, einen zeitraubenden Versuch anzustellen, oder irgend etwas an dem Instrumente jeder einzelnen Beobachtung wegen verrücken oder einstellen zu müssen, sondern so, daß das Resultat durch bloße *Ansicht* des Instruments gewonnen werden kann. Diesen Vorzug besitzt das Thermometer, weil die Grade immer so groß, die Unterabtheilungen der Skale so klein gemacht werden können, daß es bei der Beobachtung ausreicht, nach der bloßen Ansicht die Zehntel der kleinsten Unterabtheilungen zu schätzen. Derselbe Vorzug zeichnet auch das August'sche Psychrometer vor dem Daniell'schen Hygrometer aus. Auch das Barometer theilt diesen Vor-