VI.

Das Spiegelbarometer;

vom

Dr. ROMERSHAUSEN.

Unsere Barometerbeobachtungen würden unstreitig sehr an Genauigkeit und Brauchbarkeit gewinnen, wenn sich die vielen auf der Erdoberfläche zerstreuten Beobachter über den Gebrauch gleichförmigerer Instrumente vereinigen wollten. Wir sind zwar im Allgemeinen darin einverstanden, daß das sogenannte *Heber-* oder *Schenkelbarometer* allein mathematische Genauigkeit gewähren kann, während alle noch so künstlich zusammengesetzten Gefäßbarometer, wie alle mit Schwimmern versehene Instrumente etc. mehr oder minder trügerlich und unsicher sind. Diese Unsicherheit leuchtet zwar schon aus theoretischen Gründen ein, sie tritt aber am deutlichsten hervor, wenn man dergleichen Instrumente längere Zeit hindurch, vorzüglich in den Extremen der Scale, mit einem guten Heberbarometer zu vergleichen Gelegenheit hat; indem die Berichtigung dieser Instrumente häufig nur auf eine einzige Vergleichung mit dem Heberbarometer gegründet ist, ohne alle Rücksicht auf die fernern unausbleiblichen Abweichungen im Gange. Es würde daher weit vorzüglicher seyn, wenn sich die vielen Bestrebungen zur Vervollkommenung dieses wichtigen physikalischen Instrumentes, dem einfachen und al-

lein richtigen, aber doch in mehrfacher Hinsicht noch bedürftigen Heberbarometer widmen, und es dann zur allgemeinen Anwendung empfehlen wollten. Wir gefallen uns indess in neuerer Zeit ganz vorzüglich in künstlich verwickelten Zusammensetzungen, die doch, auſser der dadurch erhöheten Koſtbarkeit, an ſich wenig Empfehlungswerthes haben. Zierliche Nonien und micrometriſche Vorrichtungen geben ſolchen Instrumenten den Schein von wiſſenſchaftlicher Genauigkeit, während ſie oft die größten Unrichtigkeiten verdecken und ihre Auffindung ſelbſt erſchweren.

Der neuerwachte Sinn für Barometerbeobachtungen könnte gerade jetzt für die Erd- und Naturkunde gewiſs Großes leiſten, wenn mehr richtige und dabei billige Inſtrumente verbreitet, dagegen aber alle fabrikmäßiſig gefertigten ſogenannten *Wettergläſer* ausgeſchloſſen würden; indessen, bis jetzt finden wir dieſelben ſogar noch häufig den officiell eingereichten Beobachtungsliſten zum Grunde liegend. Dieſe Ueberzeugung und der Wunsch, zur Erreichung des obigen Zwecks einen, wenn auch nur geringen, Beitrag zu liefern, veranlaſſten mich, dieſem Gegenſtande bereits ſeit längerer Zeit Fleiß und Aufmerkſamkeit zu widmen, und ermuthigen mich, die Reſultate dieſes Beſtrebens hier öffentlich mitzutheilen. Die Anfertigung des *Spiegelbarometers* iſt einfach und leicht; ich rechnete daher bei der Verbreitung dieſes verbesserten Heberbarometers vorzüglich auch auf die, als eine angenehme und nützliche Nebenbeſchäftigung unter den Freunden der Naturkunde gegenwärtig allgemeiner ſich verbreitende, Glasblafekunft — und werde daher, wegen der für den weniger Geübten

nothwendigen Umständlichkeit in der Darstellung bei dem Manne vom Fache Entschuldigung finden.

Zur Rechtfertigung meines Unternehmens ist es indessen nothwendig, daß ich zuvor im Allgemeinen die Hauptbedürfnisse bezeichne, worauf ich gegenwärtig noch, nach den verdienstvollen Leistungen so vieler gelehrter Physiker und Mechaniker, eine Vervollkommnung des Heberbarometers gründete. Sie sind folgende:

1) *Ein normales, erleichtertes und gesicherteres Auskochen der Barometerröhren, als erste Bedingung eines jeden vergleichbaren Barometers.* Wer mit dieser gefahrvollen und beschwerlichen Arbeit vertraut ist und die Unbehüllichkeit und Unzweckmäßigkeit der von der ältesten, bis auf die neueste Koerner'sche Anleitung zur Barometerverfertigung empfohlenen und gebrauchten *Kohlenbecken-Vorrichtung* kennt, wer ihr vorzüglich, wie ich, früherhin einen Theil seiner Gesundheit geopfert hat, wird es leicht einsehen, daß dieses nothwendige vollkommene Auskochen bei den meisten, vorzüglich minder kostbaren Barometern, entweder nur sehr mangelhaft oder gar nicht verrichtet wird. Jene Kohlenbecken-Vorrichtung hat aber, wie überhaupt das Auskochen im Kohlenfeuer, mehrfache Nachtheile; einmal ist, bei der dabei so unbequemen Behandlung der Röhre, das Zerspringen derselben oft bei größter Vorsicht nicht zu vermeiden, der Arbeiter ist deshalb ängstlich und übereilt sich, da er, in einem solchen Falle, den durch das Kohlenfeuer augenblicklich expandirten, vergiftenden Quecksilberdämpfen gar nicht entgehen kann; sodann ist die, bei dieser Methode nothwen-

dige gegen den Horizont geneigte Lage der Röhre gar nicht wohl geeignet, Luft und Wasserdünste entweichen zu lassen, indem beide am leichtesten senkrecht in die Höhe steigen — und endlich kann die Röhre selbst nicht gehörig erschüttert werden, um diese Entweichung zu erleichtern. Es mußte daher zur allgemeinen Verbesserung der Barometer vor allen Dingen ein solcher Kochapparat gegeben werden, welcher völlige Sicherheit mit Zweckmäßigkeit und Bequemlichkeit verbindet, und den jeder Barometer-Verfertiger alsdann gewiß gern anwenden wird, um seinen Instrumenten das erste Erforderniß zur Brauchbarkeit zu ertheilen.

2) *Eine genauere, einfachere und bequemere Niveau-Bestimmung.* Sie ist eins der schwierigsten Erfordernisse und hat immer noch mehrere, schwer zu beseitigende Mängel. Einmal erfordert sie eine vollkommen gleichweite Röhre, eine Bedingung, deren strenge Erfüllung, bei der Länge der Röhre und der aus der bekannten Fabrikationsweise derselben hervorgehenden conischen Form, sehr schwer zu erlangen ist. Man erleichterte sich zwar in neuerer Zeit dieses Erforderniß dadurch, daß man den kleinen Schenkel von dem obern Theil der Röhre abbrach, wo dieselbe die Scale des langen Schenkels erhielt, indem man beide Theile alsdann unten durch eine Fassung vereinigte. Indessen habe ich selbst sehr theure, mit den künstlichsten Micrometer-Vorrichtungen etc. versehene Instrumente dieser Art zu prüfen Gelegenheit gehabt, welchen diese Hauptbedingung so ganz fehlte, daß die Abweichung vom wahren Quecksilberstande an mehrern Stellen der Scale, eine Differenz

von $\frac{1}{2}$ Linie erzeugt. Wozu hier nun diese kostbare, sich selbst lächerlich machende micrometrische Vorrichtung? — Ueberhaupt halte ich diese Vorrichtungen, so wichtig sie auch bei andern Instrumenten sind, doch gerade bei dem Barometer für völlig überflüssig; es liegt in der Natur der Sache, in der Adhäsion und unsicher begrenzten Fläche des Quecksilbers, daß sich bei diesem Instrumente die wirkliche Genauigkeit seiner Messung nur bis höchstens zu $\frac{1}{24}$ Linie erstreckt, und diese Theilung läßt sich mit guten Augen und bei einer zweckmäßigen Scale, etwa mit Beihülfe einer Loupe, weit leichter und sicherer unmittelbar ablesen, als vermittelt eines solchen micrometrischen Apparates *).

Sodann ist bei der zeitherigen Einrichtung die Beobachtung selbst zu mühsam und beschwerlich, als daß dadurch die Genauigkeit nicht leiden sollte. Ist die Röhre feststehend und sind beide Schenkel mit Sca-
len versehen, so werden die unvermeidlichen Fehler des Ablesens leicht verdoppelt und die Beobachtung wird zu umständlich. Ist hingegen die Röhre, nach der Einrichtung von Luz, verschiebbar, so ist zwar die Beobachtung erleichtert, allein das Instrument

) Diese allgemeine Bemerkung bezieht sich indessen keineswegs auf gute, von geschickten Mechanikern mit Fleiß und Kenntniß gearbeitete Instrumente (ihrer sind nur wenige), sondern auf das jetzt sehr moderne, lügenhafte Micrometerwesen, wodurch jeder mechanische Handwerker, ohne alle wissenschaftliche Kenntniß, im Gepränge sauber polirter und gravirter Sca-
len und allerlei Schrauben-Vorrichtungen etc. die schwere Kunst wirklicher Mechaniker nachäffen und sich ihnen gleichstellen will.

selbst verliert dadurch an Festigkeit und Dauer. Ueberhaupt erschien mir es aber immer als eine wesentliche Unvollkommenheit, daß man, zur Berichtigung der Horizontalebne, das Instrument im Zimmer so hoch aufhängen muß, daß man bei jeder Beobachtung in die Höhe zu steigen genöthigt ist, um richtig ablesen zu können.

3) *Ist es eine sichere Erfahrung, daß die oft unerklärliche Abweichung selbst der besten, mit allem Fleiß erbaueten Barometer, vorzüglich in den Extremen der Scale, in der Verschiedenheit und Veränderlichkeit der torricellischen Leere begründet ist.* Sey es etwa weniger Luft, Dünste, oder eine andere noch unbekannte Materie, welche, den wenigstens nicht ganz leer denkbaren Raum erfüllen, und deren größere oder geringere Ausdehnung einen Einfluß auf die Haltung der Quecksilberfäule äußern — dieser Einfluß ist nach meinen sorgfältigen Versuchen wenigstens unlängbar, und es ist zur Darstellung guter und vollkommen correspondirender Barometer nothwendig, daß dieser Raum stets *gleichbleibend* und *normal* angeordnet wird. Diese Anordnung verhindert zugleich bei minder luftleeren Barometern die Differenz im Gange, wenn auch nicht im Stande der Quecksilberfäule. Zu dem Ende muß das Niveau oben an dem langen, und die Scale am kurzen Schenkel angebracht werden. Durch diese Einrichtung wird die Bedingung der Gleichförmigkeit sogleich erfüllt, es spricht dafür aber auch Folgendes: Es ist nämlich weit naturgemäßer, daß wir bei unsern Beobachtungen die unmittelbare Wirkung des Luftdruckes bezeichnen, diese erfolgt aber auf den kur-

zen Schenkel des Barometers. Der sich steigende Druck treibt daher das Queckfilber, dem Begriffe der Schwere zufolge, *tiefer hinab* und nicht *höher hinauf* —; die Bewegung im langen Schenkel ist nur eine secundäre Wirkung der Atmosphäre. Es ist daher eine ganz unpassende Sprache, welche unsere neuern *Heberbarometer* von den frühern *Gefäfs-Barometern* übernommen haben, welche freilich nur die *mittelbare Wirkung* des Luftdrucks anschaulich machen; sie muß dem Unkundigen ganz unverständlich seyn, da sie bei Anbringung der Scale am kurzen Schenkel dem Augenschein völlig widerspricht. Ob nun gleich diese Bezeichnungsweise in der Sache nichts ändert und dem damit Vertrauten völlig gleichgültig seyn kann, so würde doch aus den angeführten Gründen, eine Umwandlung des Ausdrucks sehr empfehlenswerth seyn.

4) *Größere Dauer und Sicherheit bei dem Transport des Barometers.* Es giebt viele, sehr künstlich erbaute Instrumente, die man kaum ohne Gefahr der Zerstörung im Zimmer von einem Orte zum andern tragen kann; manche davon haben die noch üblere Eigenschaft, daß sie bei geringer Erschütterung leicht unmerklich etwas Luft schöpfen und den Beobachter dadurch oft auf längere Zeit betrügen. Ein jedes Barometer sollte wenigstens so eingerichtet seyn, daß es ohne Nachtheil herumgetragen werden kann, da ja oft nur die örtlich verschiedene, mit demselben Instrumente gemachte, Beobachtung die vollkommenste Genauigkeit gewähren kann. Diese Bedingung läßt sich aber am besten dadurch erfüllen, daß das Barometer eine solche Einrichtung er-

hält, vermittelt welcher der Quecksilberfäule ein, alles Schwanken verhütendes, Gegengewicht gegeben wird, welches zugleich die zerstörenden Wirkungen der abwechselnden Ausdehnung durch Wärme und Kälte beseitigt.

Dieses waren (die auf längere Erfahrung gegründeten Ansichten, welche mich bei meinen Versuchen zur Verbesserung des Barometers leiteten. Da ich Einfachheit und Dauer bei allen meinen Maschinen ganz vorzüglich zu erstreben suchte, so hoffe ich, daß sie auch das Spiegelbarometer vorthellhaft auszeichnen werden. Ich erreichte dieses vorzüglich durch Anwendung eines kleinen, sehr sichern *Glas-Stiefels*, welcher das, durch die Veränderung der Atmosphäre wechselnde, Maass des Quecksilbers vermittelt seines Kolbens aufnimmt oder ersetzt. Frühere Verfertiger ähnlicher Vorrichtungen bedienten sich eines *Lederbeutels* etc., welcher indessen durch seine nachlassende Ausdehnung sowohl die Bewegung als auch den festen Stand der Quecksilberfäule unsicher macht, durch Preßung leicht Ausschwitzungen erleidet und so oft die kostbarste Vorrichtung bald ganz unbrauchbar macht. Nach diesen Bemerkungen wende ich mich nun zur Darstellung der Vorrichtungen selbst.

Der Apparat zum Auskochen der Barometer-Röhren. Fig. I.

Irgendwo an einer Wand wird in passender Höhe die elastische *Holzlatte* *b* sicher befestigt und am andern Ende derselben *a* der eiserne Haken *r* aufgeschoben. Man umwindet alsdann diesen Haken mit einer wollenen Schnur, damit die Glasröhre ohne Beschädigung darauf ruhen kann.

l ist eine *Spirituslampe*, welche vermittelt der Röhre *m* in der Mitte so durchbrochen ist, daß die Glasröhre *s* vollkommen geräumig hindurch gesteckt werden kann; das Innere dieser Röhre ist mit einem schwachen Stück Filz bis nahe zum oberen Rande ausgefüllt. Rings um diese Röhre *m* bilden 4 Dochte eine starke Flamme um die durchgesteckte Barometer-Röhre, welche vermittelt des Handgriffs der Lampe bequem an derselben auf und nieder bewegt werden kann. Fig. *x* zeigt den Dochthalter dieser Lampe von oben, *m* ist die geräumige, mittlere Oeffnung, welche die Barometer-Röhre aufnimmt und *dddd* sind die Oeffnungen für die 4 Dochte. *W* ist ein senkrecht unter der Vorrichtung stehendes, geräumiges *Wassergefäß*.

Das Anskochen vermittelt dieses Apparates ist sehr leicht und bequem, es ist hier an einer gewöhnlichen Heberbarometer-Röhre dargestellt. Die sorgfältig gefüllte Röhre *os* wird an den Haken *r* aufgehangen und mit einem Faden daselbst festgebunden. An den kurzen Schenkel *o* befestigt man eine leichte Papier-Rolle, welche man seitwärts in ein nebenstehendes Glas mit Wasser leitet, um die etwanigen Dämpfe, wie das etwa übersteigende Quecksilber daselbst aufzufangen. Man zündet alsdann die Lampe *l* an, läßt die senkrecht herabhängende Röhre *s* durch die Oeffnung *m* hindurchgleiten und erhitzt anfangs durch schnelles Herauf- und Hinabbewegen der Lampe die ganze Röhre allmählig und gleichförmig. Alsdann fängt man unten bei *s* das eigentliche Kochen an und schreitet damit nach und nach an der Röhre hinauf. Durch Bewegung der Lampe ober- und unterhalb des

Kochpunktes kann man sehr leicht das schnelle und der Röhre gefährliche Herabfallen des steigenden Quecksilbers verhüten, wozu schon der erste Versuch hinlängliche Anleitung giebt. Während dieser Operation giebt ein Gehülfe fortwährend mit einem Hammer *c* kleine Schläge auf die Holzlatte, welche dadurch in andauernde Vibration gesetzt wird und das senkrechte Aufsteigen der Luft und Wasserdämpfe in der Röhre ungemein beschleunigt und fördert. Die Vibration der Holzlatte kann auch ohne Gehülfen durch einen einfachen Fußtritt leicht bewirkt werden.

Das Auskachen der Röhre erfolgt auf diese Weise so schnell und vollkommen, als es auf keinem andern Wege möglich ist; man ist dabei so ganz gegen alle schädlichen Ausdünstungen des Quecksilbers — wie auch gegen jeden Verlust dieses Metalls, gesichert, daß selbst in dem kaum möglichen Falle des Zerspringens auch nicht der kleinste Theil des Quecksilbers zerstreut werden kann, denn der ganze Inhalt der Röhre fällt augenblicklich in das Wassergefäß *W* herab. Ich darf daher hoffen, daß diese sehr wenig kostbare Vorrichtung zum Besten der Barometer und ihrer Verfertiger einen allgemeineren Beifall finden wird.

Das Spiegelbarometer. Fig. 2.

e ist der *lange* und *b* der *kurze Schenkel* dieses Barometers, *i* das die Quecksilber-Temperatur anzeigende *Thermometer*, und *a* ein kleiner, mit einem Kolben versehener *Stiefel* von Glas. Alle diese Röhren sind durch ein Parallelepipedon von einem recht dichten und harten Holze, *M* in Verbindung gesetzt.

Zu dem Ende wird letzteres mit folgenden Bohröffnungen versehen:

1) Die horizontale bis zu g hindurchlaufende Oeffnung c , welche die Communication der Röhren etc. bezweckt.

2) Die senkrecht auf vorige treffenden Oeffnungen, m für den kurzen Schenkel, p für den langen Schenkel und die weitere g für das in das Queckfilber versenkte Thermometer.

3) Die Oeffnung a für den Glas-Stiefel, welcher zugleich als Queckfilber-Behälter dient.

Man bohrt diese Oeffnungen am besten auf der Drehbank mittelst eines sogenannten, den Durchmesser der Röhren um etwas übersteigenden Centrum-Bohrers, wodurch sie, sowohl recht glatt, als vollkommen aufeinander treffend erhalten werden. Das Innere dieser Höhlungen tränkt und überziehet man alsdann mit einer starken, klaren Fischleim-Auflösung, wodurch dieselben sowohl an Dichtigkeit, als an glasartiger Glätte gewinnen.

Zu dem Stiefel a wählt man ein, etwa 4 bis 5 Linien im Durchmesser haltendes und $2\frac{1}{2}$ Zoll langes vollkommen cylindrisches Stückchen einer starken Glasröhre, deren Ränder man sauber abschleift und unterhalb etwas wenig an der Lampe erweitert und glättet. Am äußern Umfange wird das Glas hingegen mit einer scharfen Feile geritzt und rauh gemacht und mit einigen Lagen feinen Papiers oder dünner Kalbsblase, mittelst guten Fischleims dicht überzogen. Wenn dieser Ueberzug völlig trocken ist, so bearbeitet man ihn mit der Feile so weit, daß die Röhre genau schließend in ihre Holzöffnung einpaßt, woselbst sie als-

dann mit einem neuen Leimanstrich sorgfältig eingefügt wird.

Der für diesen Stiefel bestimmte *Kolben a* besteht aus einem Stückchen recht feinem, dichtem und elastischem Kork. Es wird durchbohrt und zwischen zwei an dem Schraubenstift *d* angebrachten eisernen Scheibchen bei *a* fest aufgeschraubt, mit einem Messer ziemlich rund zugesehnt und auf der Drehbank völlig passend abgedreht. Man erlangt dieses am leichtesten durch ein recht scharfes Rasirmesser, indem man die Schneide desselben fast senkrecht auf die Drehungsfläche ansetzt. Auf diese Weise erhält man den Kolben vollkommen glatt und rund; die Anwendung der Feile muß hingegen vermieden werden, da sie den Umfang faserig und nie ganz glatt darstellen kann. Der Kolben muß sich in der Röhre etwas pressen und vollkommen dicht schließen; da die Bewegung desselben mittelst einer Schraubenvorrichtung bewirkt wird, so hat sie auch bei dem dichtesten Schluß keine Schwierigkeit. Die *Kolbenstange* ist unterhalb des Kolbens, so weit als die Linie ihrer Bewegung reicht, vierkantig gearbeitet und läuft selbst in der gleichförmigen Oeffnung des an dem unten vorstehenden Brette befestigten Messingstücks *r*, welches zugleich den Stiefel verschließt, und bewirkt, daß sich der Kolben nicht drehen, sondern nur auf und nieder steigen kann; weiter nach unten bildet alsdann die Kolbenstange eine Schraube, welche durch die unter dem Brette frei hervorragende Fingerschraube bewegt wird, indem diese sich in einem Falze drehet und so den Kolben auf und nieder zieht. Alle mit dem Quecksilber in Berührung kommende Metall-

theile müssen von Eisen oder Stahl gefertigt werden; sie werden gut polirt und gegen das Rosten mit dem Anstrich eines harten Bernsteinfirnisses versehen.

Ist die Vorrichtung so weit vorbereitet, so wird das in Hinsicht seiner Scale bereits vollkommen berichtigte *Thermometer* bei *g* eingesetzt. Die Röhre wird zu dem Ende zunächst über der Kugel ganz wie der Glasstiefel behandelt, mit einem Streifen Blase versehen und in einem Kork recht fest verleimt. Der Kork wird für die ihm bestimmte Oeffnung rund und passend zugeschnitten, so daß sein Durchmesser den der Kugel um etwas überschreitet, damit die Kugel ohne anzustoßen allenthalben vom Quecksilber des Barometers umgeben ist. Mit dieser Vorsicht setzt man nun den Kork mit Leim in seine Oeffnung ein und verschließt alsdann auch die Bohröffnung *c* des Holzstücks *M* entweder mit einer passenden Holzschraube oder einem Kork, welche man einleimt.

Wir wenden uns nun zur Anfertigung der Barometer-Röhren *b* und *e*. Man wählt beide etwa von einem innern Durchmesser von $1\frac{1}{2}$ Linie. Es ist indessen nicht unumgänglich notwendig, daß beide von völlig gleichem Durchmesser sind — wenn dieses Verhältniß nur nicht auffallend abweicht.

Der *lange Schenkel e p*. Man nimmt dazu eine reine, wenn auch nicht gleichweite oder vollkommen cylindrische Glasröhre von 35 Zoll Länge. Sie wird an dem Ende *p*, wo sie in das Holz geleimt werden soll, glatt geschmolzen und wie die übrigen Röhren mit Blase überzogen, welche mit der Feile für ihre Oeffnung vollkommen passend gemacht wird. Als dann wird sie gut gereinigt und am Ende *e* halbkugel-

förmig zugefchmolzen; es ist wichtig, daß dieser Verschluss nie konisch geformt sey, und dagegen vorzuziehen, daß die Halbkugelform unmerklich über den Durchmesser der Röhre hervortritt. Die Röhre wird nun mittelst eines Bindfadens am Kochapparat Fig. 1 bei *a* aufgehängt, erhitzt und mit reinem, gleichförmig erhitztem und wohlgetrocknetem Quecksilber, durch einen feinen Papiertrichter gefüllt — und alsdann nach obiger Anleitung aufs vollkommenste ausgekocht.

Der *kleine Schenkel b m*. Man wählt dazu ein recht klares und vollkommen cylindrisches Röhstückchen, welches auch keine Schwierigkeit hat, da es nur etwa 8 Zoll lang zu seyn braucht. Es muß zu dem Ende aufs sorgfältigste calibriert werden. Es wird nun am untern Ende *m* glatt geschmolzen und oben bey *b* mit einem etwas erweiterten Rande versehen. Unten bey *m* wird diese Röhre ganz wie die übrigen behandelt, mit Blase unklebt und recht fest in die Bohroffnung eingeleimt.

Um nun auch den ausgekochten langen Schenkel bei *p* einzuleimen, kehrt man *M* so herum, daß *b* und *t* nach unten kommen und die Oeffnung *r* des Stiefels nach oben siehet. Das Instrument bleibt in dieser Lage hängen, bis alles vollkommen trocken geworden ist, alsdann schreitet man zur vollendeten Füllung desselben. Zu diesem Zwecke schraubt man das Parallelepipedon *M* an das bereits vorgerichtete Barometerbrett, wo dasselbe bis an die Röhren eingelassen ist und befestigt die Röhren einstweilen nur oberflächlich mit einem Faden am Brette, um sie vor Zerschlagung zu schützen. Man schiebt jetzt in den kleinen Schenkel *b* einen an einem Eisen-

draht befestigten Stöpsel bis an seine Mündung *m* hinauf, damit diese Röhre ganz verschlossen ist. Nun gießt man von oben durch den offenen Stiefel *a* so viel reines und trocknes Quecksilber ein, daß derselbe etwa bis zu $\frac{2}{3}$ seiner Länge angefüllt ist, wobei man durch Erschütterung und vermittelst eines Drahtes alle Luft aus der innern Höhlung auszutreiben sucht. Alsdann drückt man den Kolben nur so tief in den Stiefel *a*, daß derselbe dadurch geschlossen ist und neigt nun die Vorrichtung nach gerade zur Seite, so daß das Brett horizontal liegt und die schmale Kante *n* nach unten gekehrt ist. Bei dieser Lage steigt die zwischen den Kolben und Quecksilber im Stiefel eingeschlossene Luft in den Raum unter *c* hinauf, welches man durch einige Erschütterung leicht vollständig bewirkt. Wenn man jetzt den Stöpsel aus dem kleinen Schenkel *b* ausziehet, das Barometerbrett bei seinem Obertheil *e* etwas hebt und zugleich den Kolben tiefer in den Stiefel einschiebt, so treibt das in *mb* aufsteigende Quecksilber den unter *c* befindlichen Rest der Luft vor sich her. Hat das Quecksilber auf diese Weise im kleinen Schenkel die Länge der Scale überschritten, so kann man das Barometer ohne Sorge aufhängen und die Füllung ist vollendet.

Man befestigt nun die Vorrichtungen *d* und *r* und die Röhren selbst mit gefütterten Messinghüllen am Brette, auch fügt man sogleich die Barometer- und Thermometer-Scalen hinzu. Die richtige Stellung der letztern geschieht nach den zuvor an der Thermometer-Röhre gemachten Merkzeichen, die Rectification der erstern aber wird auf folgende Art be-

wirkt. Hat man ein anderes gutes Heberbarometer zur Hand, so schraubt man den Kolben mittelst der Fingerschraube *d* so weit herab, daß das Quecksilber in dem kleinen Schenkel *b* auf der Scale einen gleichen Stand mit dem Heberbarometer anzeigt. Bei diesem Verfahren wird nun auch die Quecksilberssäule im langen Schenkel *e* bis zu einem gewissen Punkte *w* herabsinken, welches für die Folge der Normal-Punkt des feststehenden Niveau ist. Man bezeichnet denselben einstweilen nur dadurch, daß man hier ein, mit einem feinen Querstrich versehenes, Kartenpapier unter die Röhre schiebt und läßt die Vorrichtung so einige Tage ruhen, während man den fernern Gang beobachtet und vergleicht; dieses erfordert, wegen einiger Senkung des Quecksilbers etc. die folgende genaue Berichtigung des Niveau. Zu dem Ende trägt man auf eine mit dem langen Schenkel genau parallel aufwärts gezogene Linie, mittelst eines sichern Zirkels, aus dem Theilpunkt 28'' der Scale sorgfältig 28 Paris. Zolle aufwärts und zieht durch den Endpunkt dieser Linie eine darauf senkrechte quer über das Brett, welche nun die normale Lage für das Niveau bezeichnet.

S ist ein kleiner *Metallspiegel* von der Höhe eines Zolles, welcher auf eine Messingplatte verlöthet, und zur Seite der Röhre *e*, in einer Neigung von 45 Grad, gegen die Niveau-Linie und zwar so festgeschraubt wird, daß seine Fläche sowohl senkrecht auf dem Brette stehet, als daß auch die Niveau-Linie seine Mitte trifft. An dem Punkte, wo diese Linie den Spiegel berührt, wird alsdann auf der Spiegelfläche

eine sehr feine Linie aufwärts und senkrecht auf dem Brette stehend eingerissen.

Das Niveau *wn* besteht aus einem saubern Silber- oder Elfenbein - Blättchen, auf dessen Mitte eine feine schwarze Linie bezeichnet ist, die sich, wie schon bemerkt, an die Linie der Spiegelfläche genau anschließt. Die Form dieses Niveau-Blättchens leuchtet aus der Zeichnung ein; es wird nach vollkommener Berichtigung mit der auf dem Brette bemerkten Linie unverrückbar angeschraubt.

Das Barometer würde nun in seiner einfachsten Gestalt vollendet seyn, wenn man ihm nicht noch einige passende Verzierungen geben will; so kann man z. B. dem unterhalb *M* vorstehenden Theil des Brettes bey *r*, welcher den Mechanismus der Kolbenbewegung enthält, in gleicher Höhe mit *M* verdecken, wodurch zugleich das Eindringen von Staub in den Stiefel *a* verhütet wird, u. s. w.

Die Scale des Barometers hat aus oben angegebenen Gründen eine der gewöhnlichen entgegengesetzte Sprache. Sie ist in Zwölftheile der Linie getheilt, welche man bei dem Gebrauch einer Loupe noch halbiren kann *). Wer indessen andern künstlichen Vorrichtungen zu genauerer Maafsbestimmung mehr Vertrauen schenkt, kann dieselben leicht mit der

*) Ich verrichte diese Theilung mit einer eigenthümlichen, sehr bequemen Theilmachine — welche nicht allein die Theilstriche in hoher Genauigkeit verzeichnet, sondern auch zugleich ihre, nach Anordnung der Scale verschiedene, Länge bestimmt, so daß selbst ein Blinder diese Theilungen machen kann.

Scale in Verbindung setzen. Ich messe ohne dieselben schneller und sicherer, indem ich den Stand der Quecksilbersäule nicht nach der obern Wölbung derselben, sondern nach ihrer Basis bestimme, welche bei einer gut gewählten Röhre und richtiger Beleuchtung, durch einen scharfen Schatten in derselben, nicht allein den Horizontalstand des Auges berichtigt, sondern auch den genauesten Schnitt erlaubt.

Das zu beobachtende Spiegelbarometer wird so aufgehängt, daß sich die Scale in der Augenhöhe des Beobachtenden befindet und die vordere Spiegelfläche dem Lichte zugekehrt ist. Bei der Beobachtung faßt man die Schraube *d* und sieht aufwärts in den Spiegel *S*, wo man die Quecksilbersäule aufs schärfste durch den reflectirten Niveau - Strich geschnitten erblickt, indem das Bild derselben in der Richtung α herab und zugleich in einem Winkel von 45 Grad vor das Brett reflectirt wird. Man richtet dabei das Auge so ein, daß das reflectirte Niveau die zarte Linie im Spiegel deckt, wodurch jeder Fehler in der Visirlinie unmöglich wird. Durch Bewegung der Schraube *d* hebt oder senkt sich nun die Quecksilbersäule, man kann sie daher, wegen der Länge der Richtungslinie auf einen Blick, aufs schärfste und genaueste in das Niveau einrichten. Nun liest man den Stand des Barometers auf der dem Auge gegenüberliegenden Scale ab. Die Leichtigkeit, Bequemlichkeit und Sicherheit dieser Beobachtungsweise wird sich gewiß allgemeinern Beifall erwerben.

Die in Fig. 5 nach einem größeren Maassstabe besonders dargestellte Vorrichtung schützt endlich das Barometer bei dem Transporte gegen Beschädigung.

b ist ein Stück des *kleinen Schenkels* *bm* (Fig. 2.) und *ha* eine gewöhnliche feine Thermometer-Röhre von zureichender Glasstärke. Bei *K* wird eine starke Kugel angeblasen, welche oberhalb *na* zu in eine feine Spitze ausgezogen wird. Die untere Mündung *n* wird etwas erweitert und auf bekannte Weise mit Blase überzogen und in ein Stückchen Kork eingeleimt, welches, wie die Figur zeigt, in einen in die Schenkelröhre genau passenden Kolben verwandelt wird. Die untere etwas ausgehöhlte Fläche dieses kleinen Kolbens überzieht man mit einer Lage Fischleim, um sie völlig glatt herzustellen. Bei engern Röhren kann man sich auch anstatt des Korks eines starken elastischen Lederstückchens bedienen.

Der Gebrauch dieser Vorrichtung ist nun folgender: Wenn das Barometer transportirt werden soll, so schraubt man den Kolben *a* (Fig. 2.) so weit nach oben, daß das Queckfilber im *langen Schenkel* oben bei *e* dicht anschließt und im *kurzen* über die Scale hinauffsteigt; alsdann drückt man den kleinen Kolben *n*, wie Fig. 5 deutlich macht, dicht auf das Queckfilber herab; die zwischen beiden befindliche Luft entweicht dabei völlig durch die Röhre *na* und das Queckfilber steigt bis in die Kugel *K* hinauf. Auf diese Weise ist nun, wegen des Gegendrucks dieser Queckfilber-Säule in *nK* das Barometer vollkommen gegen das Eindringen von Luft gesichert. Dehnt die Wärme das Queckfilber des Barometers aus, so steigt es in die Kugel *K* hinauf, zieht es hingegen die Kälte zusammen, so sinkt es aus der Kugel nach. Das Schwanken der Queckfilberssäule ist durch die Feinheit der Röhre verhindert.

Nachdem das Barometer an Ort und Stelle aufgehängt ist, zieht man die kleine Kolbenröhre wieder etwas in die Höhe, wobei der Luftdruck sämmtliches Quecksilber wieder in *b* herabtreibt und die Luft alsdann nachfolgt. Jetzt schraubt man den langen Schenkel auf das Nivean und es kann nun die Beobachtung geschehen. Diese kleine Vorrichtung *nka* bleibt zum Schutz gegen Staub etc. mit dem Barometer verbunden; sie wird zu dem Ende über *b* (Fig. 2) in der Richtung der Linie *x* mit belederten Messing-Hülsen befestigt, worin sie sich stetig und sicher auf und nieder schieben läßt *).

Wer das hier beschriebene Spiegel - Barometer ganz von Glas und ohne Holzfassung anfertigen will, findet in Fig. 3 und 4 einige zweckmäßige und leicht ausführbare Formen. Diese Einrichtung hat mehrere Vorzüge und ist jedem in der Glasblasekunst Geübten von selbst verständlich. — **)

*) Ausser dieser, bei jedem solchen Barometer leicht anzubringenden, sehr einfachen Vorrichtung habe ich auch ein eigenthümliches, sehr sicheres und bequemes Reisebarometer zusammengesetzt; es ist mit einem Hahn versehen und der Wechsel der Temperatur wird durch eine federnde Einrichtung des Kolbens *a* regulirt — indessen würde die Beschreibung desselben die Gränzen dieser Abhandlung überschreiten, welche nur die einfachste Einrichtung des Spiegelbarometers zum Zweck hat. Ich behalte mir vor, diese und mehrere andere vortheilhafte Barometer - Constructionen etc. künftig vollständiger in einer besondern Schrift darzustellen. R.

**) Eine Hauptabsicht des Hrn. Verfassers bei Bearbeitung dieses Aufsatzes war, Freunden der Physik, die in großer Entfernung von soliden mechanischen Werkstätten wohnen, und dagegen selbst im Besitz des unentbehrlichsten Geräthes sind, An-

leitung zu geben, sich ohne weitere Hülfe ein Instrument zu verfertigen, das wenig kostet, die gewöhnlichen Wettergläser an Genauigkeit übertrifft und dabei noch einige sonstige Vortheile vereint. Dafs dem Verfasser dieses gelungen, wird man nicht abstreiten wollen. Schwerlich aber möchten die hier vorgeschriebenen Einrichtungen den Anforderungen entsprechen, die man gegenwärtig in Betreff der Genauigkeit an Instrumente dieser Art zu machen gewohnt ist, und in der That von den bessern mechanischen Künstlern bisher schon befriedigt worden sind. Die Genauigkeit von $\frac{1}{24}$ Linie, welche der Verfasser sich als Gränze gesetzt hat, ist, wenn gleich zu den meisten Zwecken hinreichend, doch gewifs eine sehr mässige und bei einiger Sorgfalt in der Ausführung, mit Nonius und ausgespannten Fäden, schon ohne Loupe, leicht zu erreichen. Ob indess bei den vom Hrn. Verfasser gewählten Vorrichtungen die innere Sicherheit der Messung bis zu jener Gränze reicht, möchte ich sehr bezweifeln. Die Art der Bestimmung des oberen festen Punktes, die Einrichtung der Scale, die hier zugleich aus Holz und Metall besteht, und der Umstand, dafs auf dieses Barometer nur der Stand eines anderen, als richtig angenommenen, übertragen wird, wobei wegen Temperaturverschiedenheiten und anderer Zufälligkeiten leicht Irrthümer entstehen können, sind Dinge, die diesem Instrument keine sehr grofse Präcision gestatten, und ihm wenigstens keinen Vorzug vor den schon üblichen gewähren. Doch will ich damit nicht läugnen, dafs innerhalb gewisser Gränzen dieses Barometer seine Zwecke wohl erfüllen mag; auch ist gewifs für nicht sorgfältig ausgekochte Barometer die Einrichtung, das Vacuum auf constantem Volumen zu erhalten, ganz zweckmässig; nur müfste dieses Volumen, wenn man wirklich Gase von merklicher Expansivkraft darin vorhanden anzunehmen hat, bei einer sorgfältigeren Berücksichtigung noch für die Temperatur eine Correction erleiden. Es wird indess in jedem Fall sicherer seyn, auf das Auskochen der Röhre die nöthige Sorgfalt zu verwenden, und bei der Beobachtung das Instrument keine ungewöhnlich hohe Temperatur erleiden zu lassen.

Was die zu Anfange von dem Verfasser erwähnten Vor-

züge des Heberbarometers vor dem Gefäfsbarometer betrifft, so find sie bei weitem nicht so entschieden, wie sie hier ausgesprochen wurden. Ein jedes hat seine besondern Vorzüge, und wenn es auch bei dem ersteren vermöge seiner einfacheren Einrichtung leichter möglich ist, eine scharfe Messung der Quecksilbersäule zu erhalten, so ist damit noch gar nicht gesagt, dafs beim Gefäfsbarometer nicht auch Genauigkeit zu erreichen wäre. Die Besitzer der Fortin'schen Gefäfsbarometer z. B. würden gewifs schwerlich der Behauptung des Verfassers beitreten wollen. Für Höhenmessungen auf Reisen, bei welchen nie eine grofse Genauigkeit möglich ist, hat das Gefäfsbarometer die grofsen Vorzüge, dafs es sich viel sicherer vertikal stellt, dafs es wegen seines mehr nach unten vertheilten Gewichtes nicht so vom Winde bewegt wird, wie das Heberbarometer, und dafs es in der Regel leichter zu transportiren ist, wie jenes. Eben so ist es für längere Beobachtungen an einem und demselben Orte darü dem Heberbarometer voraus, dafs sein mit der atmosphärischen Luft in Berührung stehendes Niveau geringen oder fast unmerklichen Oscillationen unterworfen ist, womit zugleich die Möglichkeit vermindert wird, dafs mit der Zeit Luft in den längern Schenkel trete. Auch haben bei gleicher Weite der Röhren die kleinen Unebenheiten und sonstige zufällige Beschaffenheiten der inneren Fläche des Glases, beim Heberbarometer weit gröfseren Einflufs auf den Stand der Quecksilbersäule, als beim Gefäfsbarometer. Es ist eine ganz gewöhnliche Erscheinung bei dem erstern, dafs man so viele verschiedene Ablefungen bekommt, als man, nach vorhergegangener Erschütterung des Instrumentes, Einstellungen gemacht hat. Die Vorzüge des Heberbarometers, ein von den Wirkungen der Capillarität befreites Resultat zu geben, gehören nur denen mit sehr weiter (5 bis 6 Linien starker) Glasröhre an. Bei Röhren von gewöhnlichem Durchmesser ist im kurzen Schenkel, vermöge der anhaftenden Luft und Feuchtigkeit, die Quecksilberfläche stets convexer, als in dem langen Schenkel, und zwar in Abhängigkeit von der jedesmaligen hygrometrischen Beschaffenheit der Luft, so dafs der Unterschied nicht einmal ganz constant bleibt. Zur vollen Genauigkeit hat man

hier für den kurzen Schenkel eine veränderliche, von der Chorde und der jedesmaligen Sagitte des Bogens abhängende Correction anzubringen, wozu man sich der von Eckardt und Schleiermacher berechneten Tafeln bedienen kann. Die in der *Connaissance de tems pour 1812* gegebene Tafel für die Capillarität stützt sich darauf, daß an dem auf der Sternwarte zu Paris befindlichen Barometer die Wölbungen in beiden Schenkeln gleich waren; eben dasselbe gilt von der Tafel, die Bouvard späterhin berechnet hat (*Annal. de Chim. et Phys.* XXII. 331). Daß diese Tafel aber nur für die gemachten Voraussetzungen gilt, und daß man z. B. sehr irren würde, wenn man an einem Gefäßbarometer, dessen oberes Niveau eine Ebene bildet, noch eine dem Durchmesser entsprechende Correction addirt, ist aus der Capillaritätslehre einleuchtend. Delcrofs hat in der *Biblioth. univers.* VIII. 10 dieses allgemeiner zur Sprache gebracht, und daselbst die oben erwähnte Tafel von doppeltem Eingange mitgetheilt, welche auch Hr. Hofr. Munke seinem Lehrbuche und dem Artikel: Barometer, in der neuen Bearbeitung des Gehlerschen Wörterbuchs beigelegt hat. Man kann daselbst das Ausführlichere nachsehen. Uebrigens muß noch bemerkt werden, daß, wenn man nicht die Capillaritäts-Wirkung auf obige Art berücksichtigt und die Quecksilbersäule nicht mit äußerster Sorgfalt mißt (z. B. die Scale nicht ebenfalls ihr besonderes Thermometer besitzt), auch kein erheblicher Nachtheil aus der gewöhnlich schwach konischen Form der Glasröhren entspringt, sobald man nur diese Röhren nicht von zu kleinem Durchmesser nimmt, und beide Niveaux wirklich mißt, nicht das eine durch Rechnung bestimmen will. Daß der Hr. Verfasser die Quecksilberfläche von da abmißt, wo sie die Glaswand berührt, und nicht vom höchsten Punkte ihrer Wölbung, kann wohl nicht allgemein empfohlen werden; denn nur die mittleren Theile der Säule sind es, die sich ungehindert mit dem Drucke der Atmosphäre in Gleichgewicht stellen können.

Herr Dr. Romershausen hat die hier beschriebene Einrichtung des Barometers noch dahin abgeändert, daß er den Stempel im unteren Theile der Glasröhre durch eine gezahnte

Stange heben und senken, und mittelst dieser einen Zeiger in Bewegung setzen läßt, der den Stand der Quecksilbersäule auf einer getheilten Kreisscheibe anzeigt. Die Ebene der Schenkel steht dabei senkrecht gegen die Ebene des Zifferblattes und man hebt mittelst der unteren Schraube den Stempel bei jedesmaliger Beobachtung so weit, bis das Quecksilber im untern Schenkel mit der festen Linie *nn* im Niveau liegt. Der längere Schenkel ist dabei ganz von der Fassung bedeckt; will man ihn aber sichtbar lassen, so stellt man das obere Niveau auf den festen Punkt ein. Die Werthe der Theilungen des Zifferblattes werden durch Vergleich des Standes dieses Barometers mit dem eines guten Heberbarometers gefunden. Der Verfasser nennt dieses Instrument ein *Zeigerbarometer*. Fig. 6 zeigt die wesentlichen Theile desselben, und macht eine ausführliche Beschreibung unnöthig, da überdies diese Einrichtung mehr auf Belustigung als auf wirklichen Nutzen berechnet ist. Dafs die Quecksilbermenge in diesem Instrumente stets dieselbe bleiben mufs, ist eine Eigenschaft, die dasselbe nicht zu seinem Vortheil auszeichnet; auch weifs ich nicht ob man dieses Zeigerbarometer als eine Verbesserung des Hooke'schen Radbarometers zu betrachten hat, denn von Genauigkeit und Zuverlässigkeit in den Angaben, kann strenge genommen bei beiden nicht die Rede seyn, und als Wetterglas, empfiehlt sich das letztere dem Beobachter dadurch, dafs es der Mühe des Einstellens überhebt. Ohne im Geringsten den verdienstlichen Bemühungen des Hrn. Verfassers Eintrag thun zu wollen, kann ich mich doch der Bemerkung nicht enthalten, dafs die Barometer, wie sie in neuerer Zeit aus den besseren Werkstätten Deutschlands und Frankreichs hervorgegangen sind, den Zwecken der Meteorologie vollkommen Genüge leisten; und das Heil der Wissenschaft nur davon abhängt, diese Instrumente unbeschadet ihrer Güte minder kostbar zu machen, sie allgemeiner zu verbreiten, und nach einem geordneten Plane anhaltend zu beobachten. P.