
Siebenter Abschnitt.

Von der Luft.

§. 202.

Begriff von der Luft.

Wir sind allenthalben von einem Fluidum umgeben, das man die Luft nennt, und von dessen Daseyn man sich auf der Stelle mit seiner flachen Hand, so wie mit jedem Fächer, und auf tausend andere Arten überzeugen kann. Dieses Fluidum umfließt unsere ganze Erde, und bildet um dieselbe ein Luftmeer, auf dessen Boden wir wandeln, in welchem die Vögel wie die Fische herum schwimmen, und dessen Höhe man zu 10—12 geographische Meilen annimmt, aber eigentlich nicht gewiß bestimmen kann. — Die Luft ist unsichtbar. Jedoch dieß gilt nur von kleinern Portionen derselben. Stelle

sie sich uns in großer Quantität dar, so er-
 scheint sie von hellblauer Farbe. Das, was
 wir den blauen Himmel nennen, ist die
 Luft. — Wie wichtig die Luft für uns sey,
 darf wohl nicht erst gesagt werden. Wir
 könnten nur wenige Minuten ohne sie
 leben. Ohne sie hätte unser Feuer keine
 Nahrung. Sie ist das Vehikel für die Ed-
 ne, die Musik, und die Sprache. Wenn
 Gegenden vor Hitze verschmachten, so ge-
 räch die Luft in Bewegung, oder führt re-
 genschwere Wolken dahin, oder zerlegt sich
 selbst in Wasser, und erquickt wieder die
 lechzende Gegend. Vermitteltst der Luft sind
 die Welttheile miteinander verknüpft wor-
 den. — Aus diesem Allen ergibt sich wohl
 von selbst, wie interessant die Lehre von der
 Luft für uns seyn muß.

S. 203.

Elasticität der Luft.

Die Elasticität der Luft wird recht
 gut bewiesen mit dem Eindringen des Was-

fers in ein mit der Oeffnung nach unten gekehrtes Glas, das man in einem Gefäß dergestalt unter Wasser taucht, daß der Rand desselben die Oberfläche des Wassers ringsherum zugleich berührt. Nur muß man den Umstand, daß das Glas immer stärker aufwärts getrieben wird, je tiefer man es untertaucht, nicht der Elasticität der Luft, wenigstens nicht derselben allein zuschreiben. Der nämliche Umstand ereignet sich ja auch mit jedem Stückchen Holz von geringerem spezifischen Gewichte, als das des Wassers ist, so wie mit jedem leeren, etwas hohen und leichten Glase, das mit dem Boden voran untergetaucht wird. Es rührt also nur von der spezifischen Leichtigkeit des Glases her.

Der Umstand, daß nur wenig Wasser in das umgestürzte Glas eindringt, und dasselbe nicht ganz damit gefüllt wird, wie es doch nach hydrostatischen Grundsätzen seyn sollte: ist zugleich einer der simpelsten Be-

weise für das Daseyn der Luft, wovon im vorhergehenden §. die Rede war. Läßt man ein Lichtchen auf Kork gesetzt, unter dem Glase brennen, so verlöscht es zwar endlich; dieß rührt aber nicht von der Abwesenheit der Luft her, sondern daher, weil das pabulum vitae für die Flamme alle wird.

Für die Impenetrabilität der Körper und namentlich der Luft giebt dieser Versuch ebenfalls einen sehr schönen Beweis. Er wurde auch, als von derselben die Rede war, angestellt. (Sieh 1. Bändchen S. 44.) Von diesem Versuche hat man auch eine schöne Anwendung auf die Taucherglocke gemacht. — Robert Menzies (in seinem Tentamine physiologico de respiratione. Edinb. 1790, übersetzt und mit Anmerk. begleitet, in Grens Journal der Phys: B. VI.) fand, daß ein erwachsener Mann von gewöhnlicher Größe, jedesmal 43 engl. Kubitzoll Luft einathme, und beyhm Ausathmen 13 Kubitzoll davon ver-

derbe, oder irrespirabel mache; ferner, daß das Athemhohlen in jeder Minute achtzehnmahl geschehe, und folglich in derselben 774 Kubikzolle oder 4 Quartierbouteillen Luft eingeathmet, und bey dem Ausathmen 234 Kubikzolle unbrauchbar gemacht werden. — Hierauf beruhet nun die Taucherglocke. — Weil es Niemand mit derselben so weit trieb als Halley, so verdient sie hier einer ausführlicheren Erwähnung *).

Halley's Glocke war oben 3 Fuß, unten 5 Fuß breit, 8 Fuß lang, und faßte 63 Kubikfuß, oder beynähe 8 Orbst Luft. Sie war von Holz, aber mit Bley so stark umzogen, und am untern Rande mit Gewichten so beschwert, daß sie schon leer unter sank. Sie wurde an einem Querbalken,

*) Seine Abhandlung darüber findet sich in den Philosoph. Transact. vom Jahr 1717 und 1721, welches man sich wegen des Datums zu merken hat.

der an dem Mastbaum des Schiffes befestiget war, in die See gelassen. — Halley ließ sich selbst mit noch 4 andern Personen 10 Klafter tief in die See, und verweilte mit seiner Gesellschaft 1 und $\frac{1}{2}$ Stunde lang unter dem Wasser. Ja er korrespondirte sogar in das Schiff hinauf, und man gieng 300 Fuß auf dem Boden des Meeres von der Glocke hinweg, aber versteht sich, wieder unter der Sauegarde einer andern Glocke, die durch eine Lederne wasserdichte Röhre mit der großen Glocke in Verbindung gehalten wurde. — Um die verdorbene Luft in der Glocke zu ersetzen, hatte man ein sinnreiches Mittel erfunden. Es wurden von dem Mast zwey mit frischer Luft gefüllte kleine Fässer von Holz und mit Bley überzogen, nach Art der Brunnen-Eimer hinunter gelassen, ohne daß sie umstürzen konnten. In dem untern Boden hatten sie eine Oeffnung, wo das Wasser eindringen konnte, wenn demselben von der Luft Platz gemacht wurde.

Oben an jedem Faße war an einer Oeffnung derselben ein lederner Schlauch wasserdicht befestiget, der sich in eine kleine, mit einem Hahne versehene Röhre endigte. Diese Röhre zog man unter die Glocke, und drehte den Hahn auf. Nun drang das Wasser bey der untern Oeffnung in das Faß hinein, und trieb aus demselben die Luft durch den Schlauch in die Glocke. Versteht sich von selbst, daß das Fäßchen jedesmahl tiefer zu stehen kommen mußte, als die Glocke. An der Glocke war auch eine mit einem Hahn versehene Oeffnung, durch welche man die schlechte Luft hinaus schaffte. — So wurde also auch die Glocke restaurirt; so konnte man wieder eine Weile leben! War ein Fäßchen leer, so gab man ein Zeichen, und es kam das andere. Wollte man nach einer anderen Stelle, so korrespondirte man hinauf, und das Schiff segelte weiter. — Um denn auch in der Glocke sehen zu können, war oben an

derselben ein Glas angebracht. Aber das mußte gut gefaßt seyn; War die See glatt, so konnte man gut sehen; aber wenn sie rauh und stürmisch war, sah man wegen der vielfachen Reflexion des Lichtes nichts. Ein Kerzenlicht konnte man darum nicht gut in die Glocke hinein nehmen, weil dieselben so viel Luft verzehrt haben würde, als der Mensch, und weil man hier mit der Luft so hausälterisch umgehen mußte. — Die einzige Ungemächlichkeit, die man empfand, war der Schmerz in den Ohren. Dieser rührte von der Verdichtung der Luft bey dem Hinablassen der Glocke her. So wie man aber langsamer damit zu Werke ging, verging derselbe.

Beym dieser Gelegenheit etwas über einen Gedanken der Laucher. Sie nehmen einen Schwamm mit Oehl in den Mund. Man dacht gewöhnlich, es geschehe, um das Athemhöhlen dadurch zu befördern. Aber was in aller Welt hat das Athemhöhlen

mit dem Dehle gemein! Es geschieht vermuthlich des Sehens wegen. Es ist nämlich schon eine alte Erfahrung, daß man mit Dehl die Wellen ebnen kann. Es kommt schon im Aristoteles und im Plutarch vor. Im letzten ist sogar eine Abhandlung: *mare oleo sedare*. Franklin hat die Entdeckung von Neuem gemacht. Einst strandete an der Nordsee bey Hamburg ein Schiff. Man konnte demselben wegen der Brandung nicht zu Hülfe kommen. Da fielen gerade die Dehltonnen, mit welchen es belastet war, in die See, und siehe da! die Wellen legten sich. *) — Vielleicht drückt also der Tau-

*) „Schiffer Mathias Heine Schmidt, von Lübel nach Lindau bestimmt, schreibt unter dem 8. Nov. 1779 von Bornholm, daß er an der Norder-Ecke dieser Insel gestrandet, daß er mit seinem Volk in größter Gefahr gewesen sey, aber nächst Gott, seine und der Seinigen Erhaltung einer Tonne Thran, die auf dem Verdeck gelegen, zu verdanken gehabt habe.“ (Aus den Hamb. Zeitungen).

über den Schwamm unten an, daß das Oehl in die Höhe steigt, die See blank macht, und so das Sehen befördert. — Ein Papst gab einmahl einem Schiffer ein Fläschchen mit geweihtem Oehle mit, wie Lichtenberg in einem alten lateinischen Gedichte gelesen hat. Vielleicht hatte auch dieses auf etwas Aehnliches Bezug.

Ein berühmter schwedischer Mechanikus *Trinwald* verbesserte die *Halleysche Taucherglocke*. Bey derselben saßen nämlich die Herren alle unter der Glocke. Dieß ist sehr unökonomisch. Wie viel Luft geht aus einer Stube nicht hinaus, wenn man hinein gehet. *Trinwald* stellt daher die Taucher so, daß nur der Kopf unter die Glocke, und noch dazu nur etwas über die Wasserfläche zu stehen kommt. Er bringt zu dem Ende Ketten an, die unten ein Fußgestell tragen, auf

welchem die Herren sehen. — In Martins Philosophia britannica sind beyde Glocken beschrieben, und in Kupfer gestochen.

Ueber das Alter und die Erfindung der Taucherglocke sehe man Beckmanns Beyträge zur Geschichte der Erfindungen, den ersten Band. Die erste sichere Nachricht fand er in Schotts Technica curiosa, wo ihr wirklicher Gebrauch auf das J. 1538 festgesetzt wird. Gewöhnlich setzt man die Erfindung derselben in das 16te Jahrhundert. Es kommt aber auf die Erklärung eines griechischen Wortes im Aristoteles an: so ist sie älter, als Aristoteles selbst. Er sagt nämlich (Problematum XXXII. S. 5.) λεβητα καταφροντες. Das erste Wort bedeutet einen Kessel, das zweyte kömmt her von κατα, απο und ἰνυι, und kann heissen entweder: demittentes, sie haben den Kessel nachgeschickt, oder superimponentes, sie haben den Kessel umgestürzt. Im zweyten Falle wäre es offenbar die Taucherglocke.

Im ersten Falle würde der Kessel bloß als Luftmagazin gedient haben, aus welchem der Taucher schöpfen konnte.

Im Lateinischen heißt die Taucherglocke *Campana urinatoria*, von *urinari*, untertauchen, und dieß wieder von *ουρος*, *ventus*. Man muß also ja nicht übersetzen: das Wasser lassen, wie es schon geschah. Holberg, ein dänischer Schriftsteller, erzählt, daß Jemand folgende lateinische Stelle von einer Perlfischerey in einer Reisebeschreibung: „*Malleum suum perdiderat, ideoque urinabatur, et cum eum invenire non poterat, iterum urinabatur,*“ so übersetzte: Er verlor seinen Hammer, und ließ deswegen das Wasser, und als er ihn nicht finden konnte, ließ er noch einmahl das Wasser.

§. 204.

Schwere der Luft.

Das Luftmeer ist schwer. Man weiß nicht nur daß es drückt, sondern man hat

auch den Druck berechnet. Daß die Luft bey uns so dünne ist, rührt daher, weil wir uns nahe an der Gränze derselben befinden. Unten in der Erde ist sie gewiß dichter. Ja es giebt da Stellen, in welchen selbst das Gold schwimmen würde, wesswegen denn auch Franklin einmahl die Luft für den dichtesten Körper erklärte. (S. 1. Bändch. S. 52.)

Die Schwere und der Druck der Luft wird weiter unten durch eine Menge Versuche bestätigt werden. Fürs erste reicht dazu die Erfahrung hin, das aus einer nicht allzuweiten, mit Wasser gefüllten, und oben verschlossenen Röhre, das Wasser nicht herausfließt, ungeachtet die Röhre unten offen ist, welches durchaus von nichts anderem, als von dem Drucke der Luft herrühren kann. Auch aus der allerweitesten Röhre würde das Wasser nicht ausfließen, wenn dasselbe nicht beym Umdrehen der Röhre in eine schwanckende Bewegung geriethe. Beugt man

dieser vor, so ereignet sich eben dasselbe, wie bey der engeren Röhre. Drückt man z. B. auf ein mit Wasser gefülltes Glas ein Blatt Papier scharf an, und dreht dasselbe in eben dem Augenblick um, so fließt kein Tropfen aus. Der Versuch gelingt immer, wenn man nur recht behende zu Werke gehet. (§. 206)

§. 205.

Wirkungen des Druckes der Luft.

Auf die eben angeführte Erfahrung gründen sich eine Menge Phänomene, unter welchen das mit dem Stechheber das bekannteste ist. Hat man dieses richtig gefaßt, so kann man sich auch alle übrigen, z. B. das Westalische Sieb, den magischen Trichter, den Dehlkrug der Witwe, das nach diesen Gründen eingerichtete Dintenfaß, die Taschenschreibfedern mit Dinte, den Zauberbrunnen u. s. w. erklären.

Das Bestalische Sieb (Fig. 1.)
ist eine Art von Siebkanne, deren Boden
durchlöchert ist, also eigentlich der Stechheber
sehr oft wiederhohlt. Hält man die obere
Öffnung mit dem Daumen zu, so fließt
unten nichts heraus. Zu dem Ende darf
die Öffnung des Halses nicht so groß seyn,
als der Hals selbst, wenn dieser etwas weit
seyn sollte, damit man mit dem darauf drückenden
Daumen die eindringende Luft sicherer
abhalten könne. Der Name kommt
daher: Eine Bestalinn zu Rom kam in Verdacht,
das Gelübde der Keuschheit gebrochen zu haben,
da bath sie den Jupiter, er möchte
ihrewegen ein Wunder thun; das that
er denn auch. Er verstattete ihr mit einem
durchlöcherten Siebe Wasser aus
der Lifer bis zum Tempel der Besta zu
tragen. — „Wenn es ein solches Sieb
gewesen wäre, sagte hier Lichtenberg immer,
wie dieses hier, so könnten damit auch die
Göttingischen Bestalinnen Wasser aus der

Leine bis zum Tempel am Geismarthore *) tragen. Ich habe sonst immer diese Anekdote erzählt, weil ich aber gehört habe, daß man mir es übel nehme, so thue ich es jetzt nicht mehr.,,

Der magische Trichter (Fig. 2.) ist ebenfalls ein versteckter Stechheber. Es ist ein doppelter Trichter, und auf das Loch unter dem Henkel kommt alles an. Man kann rothen Wein und Wasser zu verschiedener Zeit, das ist, nacheinander aus demselben, auf eine überraschende Art herausfließen lassen. Suerst gießt man z. B. den rothen Wein in den Trichter, der steigt also, nach hydrostatischen Gesetzen, in den verborgenen Trichter hinein. Nun hält man das Loch unter dem Henkel zu, und läßt den Wein aus a wegfließen. Aus bb kann

*) Das prächtige Gebäude des Gebäudes in Göttingen am Geismarthore, dessen sich freylich größtentheils nur Vestalinnen bedienen. -- Göttingen liegt an der Leine.

er nicht fließen, aus Gründen der obigen Erfahrung (S. 204). Jetzt wird, aber immer bey zugehaltenem Loche, unter dem Henkel Wasser in den Trichter gegossen, das fließt natürlich wieder unten zur Oeffnung hinaus. Endlich wird der Finger vom Loche unter dem Henkel weggezogen, und nun fließt erst der Wein heraus, der bisher in bb versteckt war.

Mit dem Dehlkrüge der Witwe (Fig. 3.) ist es ganz das Nähmliche. Er besteht aus zwey Kannen, die durch ein Diafragma getrennt sind, und bloß durch das kleine Loch a Communication haben. Man hält die Kanne so, daß der Zeige- und Mittelfinger durch den Henkel gehen, der Daumen unter die Schneppe zu liegen kommt, und der Gold- oder kleine Finger das Loch b zuhalten kann. Nun läßt man Wasser in die Kanne gießen, natürlich dringt dasselbe durch die Oeffnung a auch in die zweyte Kammer hinunter, wenn man

B

den Finger von der Deffnung b wegnimmt. Wie man merkt, daß das Wasser hier herausfließen will, hält man den Finger darauf. Jetzt füllt sich auch die obere Kanne mit Wasser. Nun dieß obere Wasser läßt man bey fest verschlossener Deffnung b zur Schnelle heraus fließen, läßt dann in das innere der Kanne schauen, wo natürlich Niemand auch nur eine Spur von Wasser bemerken kann, und jetzt wird der Finger vom Loche b weggezogen, da denn erst das in der untern Kanne befindliche Wasser zum Vorschein kommt. — Mit Wasser und Wein wird der Versuch noch überraschender. Uebrigens freylich unterscheidet sich dieses Krüglein von dem Krüglein der Witwe zu Zarpad dadurch, daß man hier erst das Dehl hineinbringen muß, wenn man eines heraus haben will. Bey jenem wars anders.

Das nach diesen Gründen eingerichtete Dintensfaß (Fig. 4.) hat alle Eigenschaften eines guten Dintensfaßes. Es ent-

hält viele Dinte, verdampft wenig, macht keine Klekser, wenn es umfällt, und die Feder kann bey dem Eintauchen nicht zu viel bringen. Es beruht wieder ganz auf dem obigen. Wird Dinte hinein gegossen, so muß sie sich in BB und A horizontal stellen. Verforst man nun das Loch bey C, und schüttet die Dinte aus A weg, so kann die in BB nicht ausfließen, wenn man gleich das Dintensafß umwendet. Stiept man aber mit der Feder in die Oeffnung E hinein, so macht man der Luft eine kleine Oeffnung; ein Luftbläschen steigt bis C oder D hinauf, und drückt etwas Dinte herunter, so daß man gerade die Feder voll bekommt. — Es wurde ein solches Wedgwoodisches Dintensafß vorgezeigt.

Die Taschenschreibfedern mit Dinte beruhen auf denselben Gründen. Sie haben die Form derjenigen, zu welchen man die Dinte a parte haben muß. Aber sie führen ein kleines Dintenmagazin schon bey

sich, und bey einer kleinen, gegen die Erde gerichteten Stoßbewegung geben sie gerade so viel davon in die Feder, als nöthig ist. — So war die fruchtbare Feder des Hrn. Nikolai *) zu Berlin, mit welcher er seine Reise beschrieb. — M. Seyde verfertigt dieselben, das Stück für 18 g. Gr.

Der Zauberbrunnen oder intermittirende Brunnen (Fig. 5.) ist wieder ganz dasselbe. In das hohle Gefäß A, an welchem sich vier Ausgußröhrchen mit engen Oeffnungen befinden, ist die Röhre BC so eingelöthet, daß sie mit ihrer obern Oeffnung beynähe bis an den Kopf des Gefäßes reicht. Unten ist die Röhre in einen Keller, der auf einem andern hohlen Gefäße E befestiget ist, eingeschraubt, und hat mit demselben durch eine enge Oeffnung,

*) Nikolai war einer von den wenigen lebenden Gelehrten, über welchen sich Lichtenberg öffentlich so äußerte, daß man daraus abnehmen konnte, er sey ihm nicht gut

die immer kleiner seyn muß, als die Summe der Oeffnungen aller vier Ausgußröhren, Communication. Ferner hat diese Röhre unten bey F eine Seitenöffnung, durch welche, so lange sie offen bleibt, die äußere Luft eintreten, und durch die Röhre in das obere Gefäß A gelangen kann. Befindet sich nun in diesem Gefäße Wasser, so fließt dasselbe durch die Ausgußröhren auf den Teller herab, und läuft, so viel es die Communications Oeffnung gestattet, durch dieselbe ab in das untere Gefäß. Weil aber diese Oeffnung kleiner ist, als die Summe der Oeffnungen der vier Ausgußröhren, so kann durch dieselbe nicht so viel Wasser ablaufen, als die Ausgußröhren geben. Es sammelt sich also auf dem Teller an, und verstopft endlich die Seitenöffnung bey F, so daß keine äußere Luft mehr durch dieselbe eintreten, und das Wasser herabdrücken kann. Nun stockt also der Brunnen. Mittlerweile dauert das Abfließen des Wassers durch die

Communicationsöffnung in das untere Gefäß beständig fort, und da jetzt kein neues hinzukommt, so wird die Seitendöffnung bey F wieder frey, die Luft dringt ein, und der Brunnen kommt wieder in Gang. — Die Taschenspieler können daher einen solchen Brunnen kommandiren, (Fontaine de commandemens) aber eigentlich kommandirt doch sie der Brunnen. — Um das Abfließen des Wassers in das untere Gefäß möglich zu machen, muß dasselbe außer der Communicationsöffnung mit der Röhre BC noch eine andere Oeffnung, etwa bey G haben.

§. 207.

Verschiedene Dichtigkeit der
Luft.

Aus der Schwere der Luft und ihrer Eigenschaft sich zusammendrücken zu lassen, zusammengenommen, folgt natürlich, daß sie an einer jeden niedrigeren Stelle dichter

und zusammengepreßter seyn müsse, als an einer hñhern. Auf dem Hainberge (bey Göttingen) steht das Quecksilber um 6 Linien tiefer als im Thale. Die uns umgebende Luft ist also viel dichter, als die auf hohen Gebirgen, und die in tiefen Schachten wieder viel dichter, als die uns umgibt.

§. 210.

Saugwerk. Ventilatoren.

Wenn man ein Glas mit Wasser auf Wasser umstürzt, so fließt aus demselben nichts heraus. Könnte man also von einer Stelle eines mit Wasser gefüllten Gefäßes, den Druck der Luft wegnehmen, so daß er auf allen übrigen bliebe, so würde das Wasser gleich aufsteigen. Hierauf gründet sich nun das ganze Saugwerk. Statt vieler Beyspiele darüber nur das eine, das man täglich vor Augen hat, von unsern gewöhnlichen Pumpenbrunnen. — Sie bestehen gewöhnlich aus drey luftdicht, mit-

telst der sogenannten Büchsen übereinander
 gesetzten hölzernen Röhren, der obern
 oder Dockenröhre, der mittleren oder Stie-
 felröhre, und der unteren oder dem Ventil-
 stocke, und die Hauptsache dabey ist, ein
 hohler messingner Cylinder AB, (Fig. 6.)
 der Stiefel genannt, und die Ventilbüch-
 se CD. In dem Stiefel der ungefähr 1 und
 1/2 Schuh lang ist, und an dem unteren
 Ende der Mittelröhre steckt, spielt der durch-
 bohrte, und bey a mit einer Klappe verse-
 hene Stämpel oder Kolben FC. Die
 Ventilbüchse CD mit dem Ventile EM steckt
 am obern Ende der untern Röhre oder des
 Ventilstocks, die ungefähr 3 Schuh lang,
 zum Eindringen des Wassers bey G, H, I, K
 durchbohret ist, und auf dem Boden des
 Brunnen steht. Der Stiefel und die Ven-
 tilbüchse bilden eigentlich ein Ganzes. Sie
 werden aber darum als besondere Theile
 auf solche Art miteinander verbunden, da-
 mit theils die Einsezung derselben in die

Röhren, theils bey einer vorkommenden Stoc-
kung, die Reparatur desto leichter könne
vorgenommen werden. — Sobald nun der
Stämpel in die Höhe gezogen wird, erhebt
sich das Ventil E, und das Wasser muß
die Klappe am durchbohrten Stämpel öff-
nen, und in den Stiefel in die Höhe stei-
gen. Geschieht ein neuer Zug des Stämpels,
so sucht das über demselben sich befindende
Wasser, vermöge seiner Schwere zurückzu-
fallen, weil sich aber alsdann die Klappe a
schließt, so kann es nicht wieder zurück, und
es wird von Neuem durch das Ventil E
in den Stiefel Wasser treten. Spielt auf
diese Weise der Stämpel eine Zeit lang un-
unterbrochen auf und nieder, so sieht man
leicht, das hiedurch Wasser in die Höhe ge-
hoben werden, und durch eine in der ober-
sten Röhre angebrachte Ausgußröhre ab-
fließen muß.

Ventilatoren sind Instrumente, die
verdorrene Luft irgendwo herauszupumpen.

Der Erfinder davon ist D. Hales, obwohl auch zu derselben Zeit im J. 1741 Eriewald darauf verfiel. — Der Blasebalg ist so ein Ventilator. Robins hat zu Philadelphia herrliche Versuche damit angestellt. Es war da ein Brunnen, der lange nicht geöffnet wurde, brachte man Licht hinein, so ging es aus. Robins ließ sich einen großen Schmiedebalgsbalg bringen, und brachte vorne an demselben einen langen Spritzenschlauch an. So ließ er nun in den Brunnen hinein blasen, und bald darauf konnte man schon Licht hinein bringen. Vermittelt des Ventilators wurde nämlich gesunde Luft in den Blasebalg, und so durch den Schlauch in den Brunnen gebracht.

§. 211.

Ausdehnung der Luft durch die Wärme.

Der Satz von der Ausdehnung der Luft durch die Wärme, wird hier von dem

Verfasser blos lemmatisch des folgenden Paragraphen wegen angeführt. — Man kann sich von dieser Ausdehnung vor der Hand am deutlichsten durch folgenden Versuch überzeugen. Man zünde Werk an, und halte es brennend unter ein Stängel- oder was immer für ein anderes Glas. Dadurch wird nun die Luft in demselben so verdünnt, daß, wenn man es umgestürzt auf eine ebene Fläche, am besten auf nasses Leder stellt, und eine Weile fest hält, bis es kalt wird, dasselbe wegen des Drucks der äußeren Luft so fest steht, daß man Mühe hat, es wieder weg zu bringen. — Eben so, wenn bey dem Drebbelschen Luftthermometer die Kugel oben erhizet wird, sinkt das Wasser oder der Liquor herunter, und steigt hinauf, wenn sie wieder kalt wird.

Daß die Luft durch diese Ausdehnung geringer werde, kann man sich am deutlichsten durch folgenden simplen Versuch überzeugen. Man hänge an eine Waagschale eine

umgekehrte Papierdute, und bringe sie mit der andern Schale ins Gleichgewicht. Nun verdünne man die Luft unter der Dute durch angezündeten Flaß u. s. w., so wird die andere Schale das Uebergewicht bekommen, und diese dagegen steigen.

S. 212,

Ein Gefäß mit einer engen Oeffnung zu füllen.

Man jagt die Luft durch die Erhigung des Gefäßes, z. B. eines Glases, aus demselben heraus. Sobald das Glas erkaltet, dringt das Wasser hinein, bringt man einen Tropfen Weingeist hinein, so kann man die Luft ganz heraus bringen. — Will man das Wasser wieder heraus haben, so darf man das Glas nur wieder erwärmen.

Auf diese Art kann man auch finden, wie stark ein gewisser Grad von Hitze die Luft ausdehne. Robins hat einem inwendig gut polirten, und genau calibrirten Flin-

tenlauf die Hitze des weißglühenden Eisens gegeben, und dann denselben gut an beyden Oeffnungen verschließen lassen, hierauf ließ er ihn erkalten, brachte ihn unter kaltes Wasser, öffnete ihn daselbst, und aus der Menge des nun eindringenden Wassers fand er, daß die Luft in der Röhre nur $\frac{1}{4}$ von der äußeren war, folglich dieselbe in einem viermahl größeren Raume ausgedehnet wurde. — Hierauf gründeten sich wichtige große Rechnungen.

S. 213.

Gränzen des Druckes der Luft.

Daß der Druck der Luft nicht unendlich seyn könne, sondern eine bestimmte Größe haben müsse, konnte man wohl a priori vermuthen. Aber seit Galilei's (geb. 1564. † 1642) Zeiten weiß man es auch a posteriori. Ihm wird die Entdeckung zugeschrieben, daß das Wasser nur 32 Fuß hoch durch den Druck der Luft erhalten

werden könne. Man sagt, er soll dieselbe bey folgender Gelegenheit gemacht haben: Ein Gärtner des Herzogs von Florenz wollte einen sehr hohen Pumpenbrunnen machen, wie er damit fertig war, konnte er nicht gebraucht werden, weil kein Wasser heraus kam. Er untersuchte die Maschine, und fand keinen Fehler daran; endlich rief er den Galilei, und der machte dann die Entdeckung. — Es ist aber ausgemacht, daß Descartes noch eher als Galilei dieselbe Entdeckung machte.

Wußte man es einmahl von einem Fluidum, wie hoch dasselbe durch den Druck der Luft erhalten werde, so konnte man es natürlich bald von allen übrigen wissen, deren spezifisches Gewicht man kannte. Man hat auch eine eigne Vorrichtung, (Fig. 7.) um es den Sinnen anschaulich zu machen, daß nicht alle Flüssigkeiten vom Druck der Luft gleich hoch erhalten werden. Versuche darüber mit Wasser, Quecksilber, Oehl und

Bitriolöhl. Bey A ist eine kleine Luftpumpe, mit welcher die Glasröhren in Kommunikation stehen. Die Glasröhren stehen unten in die Schalen hinein, in welchen die verschiedenen Fluida sind. Sieht man nun oben an, so steigen die Fluida in die Höhe. BC stellt das Holz vor, an welchen die Röhren festsetzen. Das Bitriolöhl wird 16 Fuß hoch, und das Quecksilber nur 28 Zoll hoch erhalten.

§. 214.

Gränze des Druckes der Luft für das
Quecksilber.

Weil das Quecksilber ungefähr 14 mahl schwerer als das Wasser ist, so wird es durch den Druck der Luft 14 mahl niedriger gehalten werden. Nun ist $\frac{1}{2}$ = 2 $\frac{1}{2}$ Fuß = 27 $\frac{1}{2}$ Zoll; also erhält der Druck der Luft das Quecksilber 28 Zoll hoch.

Hier kann auch der Einwurf beantwortet werden, welchen man gegen den

Druck der Luft erhebt. Nimmt man eine Barometeröhre von 28 Zoll Höhe, füllt sie mit Quecksilber, hängt sie an eine Wage, und läßt sie unten in eine Quecksilber-Schale stehen, so muß das Gewicht, mit welchem man die Röhre in der andern Wagschaale balancieren macht, so groß seyn, als das Gewicht der Röhre mit dem Quecksilber. Wenn nun, sagt man, die Luft das Quecksilber trägt, wie kommt es, daß es doch auf die Wage wirkt, kehrt man die Röhre um, so trägt die Wage das Quecksilber wirklich, und die Röhre wirkt doch nicht mehr als vorhin? — Allein dieß Alles muß nothwendig aus dem Drucke der Luft erfolgen. Beym gewöhnlichen Gebrauche der Wage hat man an den Druck der Luft nicht zu denken, ja es kann auf jeder Schale ein Zentner Gewicht liegen, und man kann doch wägen, allein beym obigen Versuche kommt der Druck der Luft gar sehr in Betracht. Der untere Druck wird

ja im ersteren Falle ganz weggenommen, der obere drückt nach, folglich muß in die andere Schale ein gleich großes Gewicht gelegt werden, um das Gleichgewicht herzustellen. Im andern Falle hingegen, wo man die Röhre umkehrt, ist alles wie gewöhnlich. Folglich muß die Röhre in jeder Lage gleich viel wiegen. Man kann sich die Sache am besten auf folgende Art erläutern. Man hänge statt der obigen Barometeröhre einen soliden Cylinder, z. B. von 3 Pfund, an die Wage, und denke sich nun zwey gleichwirkende Stahlfedern über dem obern und untern Ende angebracht; die obere drückt den Cylinder hinunter, die untere drückt ihn hinauf. Es wirkt nichts weiter auf die Wage, als das Gewicht desselben. Legt man also in die gegenüber stehende Wagschale ein diesem Gewichte gleiches Gewicht, so muß die Waage balanciren. Wird nun ein Loth mehr in die Schale gelegt, so entsteht ein Uebergewicht, und man

könnte also in dieser Lage der Wage recht gut wägen. Dieß ist nun der obige zweyte Fall denn die obere Stahlfeder ist der obere, und die untere der untere Druck der Luft. Hängt man aber an die untere Stahlfeder ein kleines Gewicht, z. B. von einem Loth, so wird die gleiche Wirkung der beyden Stahlfedern aufgehoben; die obere drückt mehr, und es muß also auch ein Loth in die Schale gelegt werden, um das Gleichgewicht herzustellen. Dieß ist nun der obige erste Fall.

§. 215.

Größe des Druckes der Luft.

Die Erfahrung, daß das Quecksilber durch den Druck der Luft 28 Zoll hoch erhalten werde, gibt ein vortreffliches Mittel an die Hand, diesen Druck der Luft zu berechnen. Nur muß man dabey nicht vergessen, daß jene Höhe veränderlich ist,

und diese Veränderlichkeit jedesmahl in Aufschlag bringen.

Will man z. B. den Druck der Luft auf einen Quadratzuß wissen, so darf man sich nur eine Quecksilbersäule denken, deren Basis dieser Quadratzuß, und die Höhe 28 Zoll mehr oder weniger ist. Man braucht also nur das Gewicht des Quecksilbers zu wissen, um das Verlangte zu erhalten. Nun ein Rheinischer Kubizfuß Quecksilber wiegt 1176 Pfund Troygewicht; *) folglich

*) Nach kölnischem Gewicht wiegt ein Pariser Kubizfuß Quecksilber nahe 950 Pf ein Kubizzoll Duodezimalmaß 17 Loth, 2 $\frac{4}{9}$ Quentchen. Wenn also der Druck der Luft das Gleichgewicht hält mit einer Quecksilbersäule von 28 Zoll oder 2 $\frac{1}{3}$ Fuß, so beträgt er gegen eine Fläche von einem Quadratzuß 2216 $\frac{2}{3}$ Pf., und von einem Quadratzoll 15 Pf. 12 $\frac{256}{432}$ Loth. Um jede Linie, um welche das Quecksilber höher oder niedriger als 28 Zoll ist, beträgt der Druck der Luft auf eine Fläche von einem Quadratzuß 6 $\frac{43}{72}$ Pf. mehr oder weniger. Grens Naturel. §. 770.

muß man für jeden Zoll = $\frac{1}{12}$ Fuß der Quecksilberhöhe über einem Quadratfuß, 98 Pfund, und für jede Linie $\frac{1}{144}$ Fuß, 8 $\frac{1}{2}$ Pfund rechnen. Es drückt daher die Luft auf einen Quadratfuß, bey 28 Zoll Barometerhöhe, mit 2744 Pfund, und einen Quadratzoll mit $\frac{1176}{28} = 19 \frac{1}{8}$ oder mit Weglassung des kleinen Bruchs = 19 Pfund.

Eine Seifenblase, die 4 Zoll im Durchmesser hat, und so groß kann man sie mit Bequemlichkeit blasen, hat 50 Quadratzoll Oberfläche. Sie wird also mit einer Last von 950 Pfund gedrückt.

Das Gewicht Luft, welches ein erwachsener Mensch, seine Haut zu 15 Quadratfuß gerechnet, bey einer Barometerhöhe von 28 Zoll beständig trägt, ist 12. 12. 15. $19 \frac{1}{8} = 41160$ Pfund. Also die Schweizer, die von hohen Ge-

birgen in die Thäler herabsteigen, werden in kurzer Zeit von etlichen tausend Pfund, bald weniger, bald mehr Luft gedrückt, und bleiben doch gesund! — Zu Quito in Amerika steht der Barometer nur auf 16 Zoll. Wie viel weniger Luft hat also da der menschliche Körper zu tragen!

Die Luftpumpe.

S. 216. *)

Geschichte der Luftpumpe.

Die Aristotelische Lehre, daß es in der Natur kein Vacuum gebe, brachte in der Mitte des siebzehnten Jahrhunderts den Bürgermeister von Magdeburg Otto von Guericke auf den Einfall, zu versuchen,

* Hier verließ Lichtenberg den Gang des Compendiums. Er ließ zuerst die vorzüg-

ob dieß auch wahr sey. Es kündigt immer einen großen Mann an, wenn man an all-
gemein geglaubten Wahrheiten zu zweifeln anfängt, und denselben nicht eher bestimmt, bis man sich selbst davon überzeugt hat! Und Guericke war wirklich ein großer Mann, nicht nur wegen dieser Erfindung, sondern auch wegen anderer Entdeckungen in der Lehre von der Elektrizität. Auch wurde er in Staatsgeschäften gebraucht, und zum Friedenskongresse nach Osnabrück, so wie nach Wien und nach Regensburg gesandt.

lichsten Versuche mit der Luftpumpe, die unten von S. 225 bis S. 235 vorkommen, durch seinen Ammannenhs anstellen, und hierauf erst kam er auf die Geschichte der Luftpumpe, und die verschiedenen Verbesserungen derselben, und auf die Beschreibung und Auseinanderlegung der Smeatonschen, der er sich bediente, zurück. — Um die Paragraphen-Ordnung nicht zu zerreißen, folge ich dem Compendium.

Seine ersten Versuche stellte er mit einem hölzernen Fasse an, das er mit Wasser füllte, allenthalben wohl verwahrte, und mit einer messingnen Feuerspritze in Verbindung brachte. Die Spritze wurde mit einem eisernen Ringe durch vier eiserne Schrauben an das Zapfenloch des Fasses befestiget, und war mit zwey ledernen Ventilen versehen. Das eine inwendig an dem vordern Theil der Spritze, um das Wasser aus dem Fasse in die Spritze zu bringen; das andere auswendig, um es aus der Spritze zu schaffen. — Nun meinte Guerike, wenn an dem Kolben der Spritze gezogen würde, müßte das Wasser nachtreten, und auf diese Art in dem Fasse ein Vacuum entstehen, allein er täuschte sich. Nicht nur, daß anfangs eher die Schrauben abbrachen, als der geringste Tropfen Wasser aus dem Fasse zu bringen war. Auch da er diese stärker machen ließ, und es so dahin brachte, daß drey starke Männer das Wasser wirklich

durch das äußere Ventil heraussprigen konnten, hörte er an allen Orten des Fasses ein starkes Geräusch, und die äußere Luft drang also durch die Dauben desselben hinein.

Er ließ sich hiedurch nicht abschrecken, sondern dachte auf Mittel, der Luft den Eingang in das Faß zu verwehren. Er nahm deßhalb zwey Fässer von verschiedener Größe, setzte in das größere das kleinere, befestigte an demselben durch das größere hindurch die Spritze, und füllte beyde mit Wasser. Nun ging es zwar besser, aber als es Abends stille wurde, hörte er an den Fässern ein Zwitschern und Pfeiffen, wie, nach seinem eignen Ausdrucke, eines canentis avis, welches freylich bey einer Luftpumpe eine böse Sache ist. Als er hierauf beyde Fässer öffnen ließ, fand er, daß das innere größtentheils mit Luft und Wasser angefüllet war, doch spürte er

auch bey dessen Eröffnung, daß die äußere Luft noch mit Gewalt hinein drang, und schloß daraus, daß der Raum desselben doch einigermaßen leer gewesen seyn müßte.

Dies brachte ihn bald zur Vollendung seiner Erfindung. Er nahm nun, da er deutlich sah, daß mit dem Holze, welches nicht nur die Luft, sondern sogar auch das Wasser durchdringen lasse, durchaus nichts zu machen wäre, eine hohle Kupferne Kugel; und nach manchem mißlungenen Versuche, der auch hierbey statt fand, brachte er endlich seine Luftpumpe zu Stande, welche *Karsten* in seinem Lehrbegr. der gesamt. Mathem. Theil VI. S. 409 (nach *Shotts* *technica curiosä* Lib. 1. Cap. 1), wörtlich folgendermassen beschreibt.

„An dem Hauptcylinder A B (Fig. 8.)
„ist ein anderer kurzer Cylinder A C, unge-

„fährt unter einem halben rechten Winkel,
 „angeseht, der dazu dient, den mit einem
 „etwas engen Halse E F versehenen gläser-
 „nen Recipienten D mit der Pumpe bey C
 „zu verbinden. Bey E befindet sich am Hal-
 „se des Recipienten ein Hahn, den man
 „verschließen kann, um der Luft den Rück-
 „weg zu versperren, wenn man den ausge-
 „leerten Recipienten von der Pumpe weg-
 „nehmen will, um andere Versuche damit
 „zu machen. Bey G ist eine mit einem
 „Ventil versehene Oeffnung, durch welche
 „die Luft aus dem Recipienten in den Cy-
 „linder hineintritt, wenn der Kolben I ver-
 „mittelft der Stange I K von A gegen B
 „fortgezogen wird; etwas höher bey H ist
 „eine andere mit einem Ventil versehene
 „Oeffnung, durch welche die Luft aus dem
 „Cylinder heraus in die freye Luft tritt,
 „wenn man den Stempel von B nach A
 „zurücktreibt, da dann das Ventil G der
 „Luft den Rückweg nach dem Recipienten

„verschließt, so wie die äußere Luft das
„Ventil H zudrückt, wenn sich im Cylin-
„der, die aus dem Recipienten heraustret-
„tende verdünnte Luft befindet. Der Hals
„des Recipienten, der Hahn bey E und
„besonders die Stelle bey C, wo der Hals
„des Recipienten aufgesetzt wird, müssen
„gegen den Zugang der äußeren Luft auf's
„sorgfältigste verwahret werden. Um das
„Eindringen der äußern Luft an diesen
„Stellen mit desto mehr Sicherheit abzuhal-
„ten, setzte Guerike die Pumpe beym wirk-
„lichen Gebrauch in ein Gefäß N O P Q,
„das so hoch mit Wasser angefüllt war, daß
„der ganze Hals des Recipienten nebst dem
„Hahn E mit Wasser bedeckt wurde. Ue-
„brigens war mit dieser Pumpe weiter kei-
„ne mechanische Vorrichtung verbunden, die
„zur Erleichterung der Bewegung des Stäm-
„pels dienen konnte. Nur oben an der
„Kolbenstange bey K befand sich ein Quer-
„riegel L M, damit 2 Personen angrei-

„sen konnten. Bey L und M wurden auch
 „wohl Seile angebunden, damit allenfalls
 „ein Dritter und Vierter angreifen könnte,
 „wenn die Arbeit zuletzt, nachdem die Luft
 „im Recipienten schon stark verdünnt war,
 „sehr beschwerlich ward.“

Um die unsägliche Mühe des Auspumpens zu erleichtern, versiel Guericke im Jahr 1663 darauf, den Cylinder der Luftpumpe vertical unter dem Recipienten aufzurichten und den Stämpel vermittelst eines langen eisernen Hebels auf und nieder zu bewegen. Hiedurch konnte nun freylich ein einziger Mensch das recht wohl bewerkstelligen, was bey der vorigen Einrichtung kaum etliche starke Kerls verrichten konnten. Allein es entstand daraus wieder die noch größere Unbequemlichkeit, daß man für diese Luftpumpe zwey übereinander gelegene Zimmer nöthig hatte. Endlich half Guericke, durch eine weit einfachere Einrichtung, auch dieser Unbequemlichkeit ab, und

krönte damit seine merkwürdige Erfindung. — Seine Ventile hat er so vollkommen verfertigt, daß es jetzt noch schwer hält, sie nachzumachen.

Das Jahr, in welchem Guericke seine ersten Versuche anstellte, ist unbekannt. Doktor Kapp in Schwaben hat sehr genaue Untersuchungen darüber angestellt, und nun kann man doch so ziemlich die Gränze scharf ziehen. Er giebt folgende Data an:

1. Zu Ende des Jahrs 1646 reiste Guericke nach Osnabrück, und kam erst nach einem vollen Jahr zurück; also war er im Jahr 1647 nicht zu Magdeburg.

2. Im Jahr 1649 reiste er nach dem Hof des Kaisers, und blieb 2 Jahre aus; also war er in den Jahren 1650 und 1651 wieder nicht in Magdeburg.

3. Im Jahr 1653 reiste er nach dem Reichstag zu Regensburg, und machte da im Jahr 1654 vor dem Kaiser seine Versuche.

4. Es ist gewiß, daß er die ersten Versuche zu Magdeburg angestellt hat.

Aus diesem Allen ergibt sich nun, daß er seine ersten Versuche, entweder zwischen den Jahren 1648 und 1649, oder zwischen den Jahren 1652 und 1653 müsse angestellt haben. Das Medium arithmeticum aus diesen vier Jahren ist das Jahr 1650, welches man also immer für das Geburtsjahr der Luftpumpe halten kann.

Der Churfürst von Maynz und Bischof von Würzburg kaufte Guericke seine Luftpumpe ab und schenkte sie hernach nach Würzburg an den Jesuiten Kaspar Schott, der die erste Beschreibung davon im Jahr 1657 herausgab.

§. 217.

Verbesserungen der Guericke'schen
Luftpumpe.

Durch die Schottische Schrift lernte Robert Boyle die Luftpumpe kennen. Er erwartete sich, in Gemeinschaft mit D. Hooke, folgende zwey große Verdienste um die Verbesserung derselben:

1. Er erleichterte die Arbeit. Er brachte nämlich eben so, wie Guericke, den Cylinder vertikal unter den Recipienten an; aber anstatt des eisernen Hebels, womit jener die Bewegung erleichterte, befestigte er an den Stämpel, eine Stange mit Zähnen, in welche ein Sternrad eingriff, das durch eine Kurbel umgedrehet wurde — wie bey der Fuhrmannswinde. Aber freylich ging hier wieder auf der einen Seite das an Zeit verloren, was auf der andern an Kraft gewonnen ward — welches auch schon von Guericke ausgestellt wurde.

2. Er versah seinen Recipienten oben mit einer Oeffnung, auf welche ein metallener Deckel mit einem eingeschlossenen Stöpsel genau paßte. So konnte man den Recipienten öffnen, und was man wollte hineinbringen — oder an einem inwendig befindlichen Haken aufhängen — ohne daß derselbe abgenommen werden durfte.

Uebrigens wich diese Luftpumpe — die sich auch noch durch ein bequemes Fußgestell auszeichnete — dadurch von der Guericke'schen ab, daß sie nicht mit Ventilen wie diese, sondern mit Hähnen versehen war. Am obern Theile des Cylinders ist nämlich ein Loch mit einem eingeschliffenen metallenen Stöpsel, und am Halse der Kugel ein Hahn, wie bey Guericke. Deffnet man den Hahn und windet den Stämpel herab, so wird die Luft in dem Recipienten verdünnt; verschließt man dann den Hahn, und öffnet das Loch im Cylinder, so wird durch das Herauswinden des Stämpels die aus dem Recipienten gezogene Luft ins Zimmer getrieben.

An eigentlicher Güte im Allgemeinen kam die Luftpumpe der Guericke'schen nicht gleich. Boyle hatte den Verdruß, daß die äußere Luft oft alsdann schon in seinen Recipienten drang, wenn die ianere 50- bis 70zigmahl verdünnet wurde. Guericke hing-

gen konnte die Luft in seinem Recipienten, mehr als 1000mahl verdünnen, da er denselben gegen das Eindringen der äußern Luft durch das Wasser so wohl verwahrte.

Um das Jahr 1675 kam Dionysius Papin, ein französischer Arzt und zuletzt Professor der Mathematik zu Marburg — derselbe, der sich durch die Erfindung des von ihm benannten Papinianiſchen Topfes so berühmt machte — und brachte an der Boyliſchen Luftpumpe folgende Verbesserungen an. Er verwarf die Boyliſche gezahnte Kolbenſtange wegen der Langſamkeit der Arbeit, und wählte dafür eine ganz einfache, welche unten mit einem Steigbügel versehen war, den man mit dem Fuße niedertrat. Er war der erste, der — auf Huyghens Rath — den Keller auf die Luftpumpe ſetzte. Dieß war eine wichtige Verbesserung. Nun bedurfte man nicht mehr der Kugeln, sondern konnte Glocken, umgekehrte Trinkgläser und

dergleichen gebrauchen, wodurch die Anstellung der Versuche ungemein erleichtert wurde. Natürlich mußte durch diese Einrichtung der Hahn an dem Halse des Cuerikischen und Boyle'schen Recipienten wegfallen. Papin ersetzte ihn durch ein Blasenventil, am Ende des Communicationsrohrs. Siehe Acta Erud. Lips. 1687 mens. Jan. p. 324, wo sich auch eine Abbildung der Papinianischen Luftpumpe findet.

Nun gab man der Luftpumpe verschiedene Lagen und versah sie entweder mit Hähnen oder Ventilen. Die berühmtesten darunter, bis auf die Smeatonsche, sind: die Senguerdsche, die Hauksbeesche, die Leopoldsche und die Nolletsche.

Die Senguerdsche Luftpumpe — von Wolfert Senguerd, Professor zu Leiden, ist mit einem doppelt durchbohrten Hahn und mit einem schief liegenden Cylinder versehen; und die gezahnte

Stämpelstange wird mittelst eines Kreuzbaspels aus- und ein gewunden. Diese Luftpumpe, die im Jahr 1697 zu Stande kam, wurde bald nachher in Deutschland fast allgemein bekannt und beliebt. Daher kömmt sie auch fast in allen deutschen Handbüchern der Naturlehre und der angewandten Mathematik vor. Wolf — dem sie diese Celebrität so vorzüglich verdankt — stellte alle seine Versuche mit einer Senguerdischen von Leupold gefertigten Luftpumpe an. Die Lichtenbergische wurde von Musfenbroeck, einem Bruder des berühmten Physikers, gefertigt. Er fand sie einmahl im Göttingischen Zeughause verrostet, und erhielt die Erlaubniß, sie zu sich zu nehmen.

Die Hauksbeesche Luftpumpe ist mit doppelten, vertikal stehenden Cylindern und mit Blasen-Ventilen versehen. Die bezahnten Kolbenstangen werden durch ein Stirnrad, mittelst einer

Kurbel auf- und niedergewunden. Es soll durch diese Luftpumpe die Arbeit möglichst verkürzt werden. Während mittelst des einen Cylinders die Luft aus dem Recipienten gesogen wird, wird mittelst des anderen die ausgesogene Luft weggeschafft.

Die Leupold'sche unterscheidet sich von derselben nur dadurch, daß die Kolbenstangen an einer Art Wagebalken durch einen doppelarmigten Hebel auf- und niedergedrückt werden.

Nollet's einfache und doppelte Luftpumpe hat die Einrichtung, daß einerley Mechanismus, welcher die Kolben zu bewegen dient, auch den Hahn jedesmahl in die rechte Stellung versetzt. — La Caille hat die erstere unter die Gestirne versetzt. Schade, daß er dazu keine bessere wählte. Aber Nollet war ja sein Landsmann. — S' Gravesand's einfache und doppelte Luftpumpen sind im Wesentlichen den Nollet'schen ähnlich, nur mehr zusammengesetzt.

Die Geschichte der Luftpumpe bis zur Smeaton'schen, findet man im IVten Bande des Karstenschen Lehrbegriffes der gesammten Mathematik.

Endlich kam Smeaton und brachte die Luftpumpe zu einem hohen Grade von Vollkommenheit. Ihrer bediente sich Lichtenberg in seinen Vorlesungen, und sie wurde jedesmahl auseinander gelegt und Stück für Stück erklärt. Sie ist nach den von *Mairne* und *Blunt* dabey angebrachten Verbesserungen, nach der Vorrede des Compendiums beschrieben. Auch *Leiste* zu *Wolfenbüttel* hat einige Verbesserungen zu dieser Luftpumpe angegeben. Doch die wichtigsten unstreitig haben *Hurter* und *Haaf*, jener ein Schweizer, dieser ein Deutscher, angebracht. Auch die *Strauder'sche* Luftpumpe — mit metallenen Kugelventilen ist nur eine Verbesserung der Smeaton'schen.

Die *Cuthbertson'sche* Luftpumpe

ohne Hähne und Ventile, wie sie ihr Erfinder Johann Cuthberson, ein geschickter englischer Mechaniker zu Amsterdam — nennt, sucht durch Stöpseln, den gewünschten Endzweck einer Luftpumpe zu erreichen. Prof. Succov zu Heidelberg hat davon eine gute Beschreibung geliefert.

In den neuern Zeiten wollte man sich statt des Emboli, des Quecksilbers bedienen. Baader, ein Arzt zu München, hat dieß zuerst angegeben. Es wird (Fig. 9.) bey offenem Hahn a (der, wie bey der Senzuerdschen Luftpumpe doppelt durchbohrt ist) und verschlossenem Hahn b, in den Trichter A so lange Quecksilber gegossen, bis sich nach hydrostatischen Grundsätzen, die beyden Röhren und das Gefäß B damit füllt. Nun wird der Hahn a geschlossen, der Hahn b geöffnet; das Quecksilber in dem Gefäße B und in der an demselben befindlichen 32 Zoll langen Röhre fließt zur Deffnung b so lange heraus, bis es bis d gefallen ist,

wo die Federkraft der verdünnten Luft über d zugleich mit der Quecksilbersäure d e dem Drucke der Atmosphäre das Gleichgewicht hält; die in der Glocke C befindliche Luft breitet sich durch die Röhre c in das Gefäß B und die darunter befindliche Röhre aus, — und wird folglich verdünnt. Wird nun das ausgeflossene Quecksilber, auf die vorige Art wieder in den Trichter A gegossen, und dieß öfter wiederholt: so wird die Luft in der Glocke immer mehr verdünnt oder ausgepumpt. — Weil das beständige Abzapfen und Wiedereingießen des Quecksilbers sehr beschwerlich war: so erfand Baader noch einen Mechanismus, daß man die unter dem Trichter A befindliche Röhre, niederlassen kann, so daß dieselbe in die Lage D zu liegen kömmt.

Hindenburg brachte bey dieser Baaderschen Luftpumpe eine recht sinnreiche Verbesserung an. Er vertauschte die Röhre unter dem Trichter, mit einer gewöhnlichen

Pumpe. Bey niedergestossenem Stämpel ist der ganze Raum des Gefäßes B, der darunter befindlichen Röhre, und des untern Theils des Cylinders genau mit Quecksilber gefüllt. Wird aber der Stämpel aufgezogen, so sinkt das Quecksilber in dem Gefäße B herab, das Gefäß wird leer, und so die Luft in der Glocke verdünnt.

Die C a z a l e t s c h e Luftpumpe ist ganz nach den Grundsätzen der Hindenburgischen eingerichtet, nur daß er sich statt des Quecksilbers des Wassers bedient.

Von den Luftpumpen durch Wasserdämpfe kann erst in dem Abschnitte, von der Wärme, Nachricht gegeben werden. *)

§. 218.

Einrichtung der Luftpumpe.

Ist schon in den beyden vorhergehenden Paragraphen vorgekommen. Ueber die

*) Von den neuern Luftpumpen siehe das F i s c h e r' s c h e Wörterbuch; G i l b e r t' s Annalen und B u s c h' s Almanach.

neuere Einrichtung der Luftpumpe lese man Lichtenbergs musterhafte Beschreibung der verbesserten Smeaton'schen Luftpumpen, im Erleben'schen Compendio, nach der Vorrede. — Man muß die Hahnesprache recht wohl verstehen, wenn man mit Luftpumpen umgehen will, die mit Hahnen versehen sind.

Könnten die Stämpel so fertig gemacht werden, daß zwischen ihnen und den Hahnen keine Luft sitzen bliebe: so verdienten die Luftpumpen mit Hahnen immer den Vorzug. Lichtenbergs Bruder hat eine solche angegeben. Die Ventile werden nämlich am Ende von der verdünnten Luft nicht mehr gehoben, und dann steht die Verdünnung stille. Zwar ist diesem Gebrechen der Luftpumpen mit Ventilen durch die Verbesserung von Hurter und Haas abgeholfen worden. Sie haben, jeder auf eine andere Art, ein Pedal am Boden des Stiefels angebracht, mittelst dessen das Vo-

denventil durch Treten geöffnet, und der Luft, so dünn sie auch sey, der freye Durchgang verstattet wird. Allein so hinreich auch diese Einrichtung ist, so thut sie doch die gehoffte Wirkung nicht, wenn nicht auch, durch die beyden noch übrigen Ventile, der Luft ein eben so freyer Durchgang verschafft wird.

§. 222.

Verdünnung und Verdichtung der Luft durch die Luftpumpe.

Daß die Luft mittelst der Luftpumpe nie gänzlich aus einem Gefäße weggenommen werden könne, ist mathematisch gewiß. Eryleben irrt indeß, wenn er behauptet: bey einer Höhlung des Cylinders und der Röhre $= \frac{1}{2}$ der Höhlung der Glocke, würde nach 4 Zügen, $\frac{1}{16}$ der ersten Luft unter der Glocke bleiben. Dieß würde der Fall seyn, wenn die Capacität des Cylinders und der Röhre $= \frac{1}{2}$ der Glocke wäre. Es muß heißen $(\frac{1}{2})^4 = \frac{9}{256}$.

Man kann sich seinen Fehler auf folgende Art erläutern. Es sey (Fig. 10.) $A \mp B \mp C$ der Raum der Glocke und D der Raum des Stiefels und des Röhrwerks: so ist dieß der Fall, von dem Erleben eigentlich sprechen will. Aber er nimmt stillschweigend den Fall an, wo $B \mp C$ den Raum der Glocke und D den Raum des Stiefels und des Röhrwerks vorstellt.

Da nun die Luft nie gänzlich ausgepumpt werden kann: so fragt sich, wie weit man die Verdünnung derselben treiben könne? Man will diese theils durch ein kleines Barometer (§. 223.), das man unter die Glocke setzt, theils durch ein großes (§. 224.), das man außerhalb anzubringen pflegt, bestimmen. Allein wie viel die Luft verdünnet worden sey, zeigen diese Instrumente eigentlich nicht, sondern nur, wie stark das noch übrige Fluidum im Recipienten drückt. Und da die-

fer Druck wieder theils von der Wärme des Ueberbleibfels, theils von der Beschaffenheit desselben abhängt: so sieht man die Unzulänglichkeit der Barometer zu dieser Bestimmung. Es entstehen nämlich beim Verdünnen der Luft elastische Dämpfe, die ihre Stelle vertreten und auf die Barometer wirken, die daher hier bloße Elasticitätszeiger sind.

Der eigentliche wahre Luftverdünnungsmesser oder Dichtigkeitszeiger bleibt nur die sogenannte *Birnp*robe. Smeaton ist der Erfinder dieses Instruments und nannte es *Pear-gage*, von der Aehnlichkeit, die es mit einer Birne hat. Also ja nicht: „Die „*Birnp*robe ist ein Instrument von *Pear* „einem Engländer erfunden, und heißt im „Englischen *Pear-gage*,“ — wie einer von Lichtenbergs Zuhörern sich merkte. Der deutsche Name rührt von Kästner her. Siehe darüber die Lichtenberg. Beschreibung der Smeatonschen Lufstpumpe. — Es er-

eignet sich bey derselben der Fall, daß ein schwereres Fluidum auf ein leichteres gegossen wird.

Daß man mit der neueren Luftpumpe die Luft auch verdichten könne, ist bekannt. Namentlich ist dazu die Smeaton'sche vortreflich eingerichtet. — Siehe die Beschreibung derselben. — Schraubt man über die Oeffnung des Tellers eine zusammengefaltene Blase, und verdichtet die Luft: so dehnt sich die Blase bey dem ersten Zuge aus, und zerplatzt bald, mit einem großen Knall. — Auch eine Blase von Federharz, läßt sich auf diese Art ausdehnen, wenn man vorsichtig zu Werke geht.

Nähere Untersuchung der Luft.

§. 225

Die Luft durchdringt nicht alle Körper.

Glas, Metall und nasses Leder permeirt die Luft nicht; wohl aber das Holz

und tausend andere Körper. — Vom Holze hat hierüber schon Guericke die (für ihn) so traurige Erfahrung gemacht, wie wir oben gesehen haben. — Welch eines engen Weges die Luft bedürfe, um in die Körper zu dringen, kann man sich auch durch die Luftpumpe versinnlichen. Man schraube eine messingene Röhre, die sich oben in die engste Oeffnung endet, die eine Röhre nur haben kann, in das Loch des Tellers derselben, stürze eine Glocke darüber und pumpe die Luft aus: die Glocke wird eben so fest auf dem Teller sitzen bleiben, als wenn man ohne Röhre gepumpt hätte.

§. 226.

Druck der Luft durch die Luftpumpe erwiesen.

Lichtenberg stellte folgende Versuche über den Druck der Luft mit der Luftpumpe an.

1. Wird eine Glocke auf den Teller der Luftpumpe gesetzt, und die Luft heraus-

gepumpt: so sitzt sie fest an dem Zeller. Der simpelste und zugleich offenbarste Beweis für den Druck der Luft!

2. Wird das sogenannte Daumenglas — ein gläserner, hohler, unten etwas weiterer Cylinder — über das Loch des Zellers der Luftpumpe gesetzt; die obere Oeffnung mit dem Daumen oder der Hand bedeckt; und dann die Luft darunter ausgepumpt: so wird der Daumen oder die Hand so fest an das Glas gezogen, daß man sie nicht wegbringen kann. — Eben so, wenn man statt des Daumenglases einen messingenen hohlen Halblegel nimmt, und auf denselben einen Apfel und dergleichen etwas scharf einsetzt: so wird der Apfel hinunter gedrückt und zerschnitten.

3. Wird eine lange dicke, oben verschlossene, unten mit Schrauben und Hahn versehene Glasröhre in das Loch des Zellers der Luftpumpe geschraubt, die Luft herausgepumpt; hierauf die Röhre bey ver-

geschlossenem Hahn weggenommen, und bey geöffnetem Hahn unter Wasser gehalten: so schießt das Wasser mit Behemenz hinein. Es wird hier zugleich eine Luft entwickelt, die viel dünner ist, als die atmosphärische.

4. Wenn man eine kleine Glocke in eine große hängt *), beyde auf den Teller der Luftpumpe bringt, die Luft aus ihnen herauspumpt, nun die kleine, außerhalb des Teller-Loches niederdrückt, jest die Luft zulköpft und die große Glocke wegnimmt: so bleibt die kleine fest an dem Teller sitzen. Will man sie wieder los haben, so muß die große darüber gesetzt, die Luft ausgepumpt

*) Zu dem Ende ist an die größere Glocke oben eine messingene Haube festgeküttet, durch welche ein messingener, mit einem Haken versehener Drath, luftdicht in die Glocke hineingeht. An diesem Haken hängt die kleine Glocke, an welche oben ein Ring festgeküttet ist; und mittelst dieses Hakens kann man dieselbe niederdrücken oder in die Höhe ziehen.

und dann die kleine Glocke in die Höhe gezogen werden. Ein wo möglich noch eclatanterer Beweis für den Druck der Luft.

5. Man setze von einer gekrümmten Röhre A (Fig. 11.) den einen Schenkel B in ein Gläschen C welches bis m mit gefärbtem Wasser *) gefüllt, und an der Oeffnung n luftdicht verküttet ist, so daß die über m auf dem Wasser befindliche Luft eingeschlossen bleibt. Den andern Schenkel D setze man in ein gegenüber stehendes Gläschen E, welches nichts als Luft enthält, und die Oeffnung o um den Schenkel herum frey hat. Stürzt man nun über dieß System eine Glocke, bringt dieselbe auf den Teller der Luftpumpe und fängt zu pumpen an; was wird geschehen? die Luft wird aus dem Gläschen E und aus der Röhre A weggepumpt, und wie dieß erfolgt, fängt

*) Gefärbt darum, um den Versuch besser sehen zu können.

7. Abschnitt.

die wenige im Gläschen C eingeschlossene Luft sich auszudehnen an. Sie kann ja nun frey auf das Wasser wirken, auf das nicht mehr durch die Luft in der Röhre entgegen gedrückt wird. Das Wasser steigt also aus dem Gläschen C, mittelst der Röhre A, so lange in das Gläschen E hinüber, bis es zu Ende ist. Nun ist die Luft, welche vorher im Gläschen C blos in dem Raume über m zusammengepreßt war, im ganzen Gläschen und in der Röhre A ausgedehnt. Entzwischen konnte keine, oder doch nicht merklich viel, weil zwischen beyden Schenkeln der Röhre und dem Boden beyder Gläschen nur ein sehr enger Raum statt findet, der sich früher von selbst mit Wasser verschließt, als Luft zudringen kann. — Sobald man nun aber die Luft wieder in die Glocke zuläßt: so fährt sie auch ins Gläschen E und jagt das Wasser wieder in das Gläschen C zurück. Denn weil die Luft in diesem Gläschen und in der Röhre A sehr ausgerechnet

ist: so vermag sie dem Druck der eindringenden dichteren Luft nicht zu widerstehen und muß sich also wieder in ihren alten engeren Raum über in zusammenziehen. — Es ist dieß auch zugleich ein sehr schöner Beweis für die Elastizität der Luft.

6. Es gehe durch die Haubendöffnung einer Glocke, luftdicht eine gläserne, oben verschlossene, unten offene Röhre; man bringe Glocke und Röhre auf den Teller der Luftpumpe und setze unter die Röhre ein Gefäß mit Quecksilber, aber so, daß die Röhre dasselbe nicht erreiche. Nun pumpe man aus dem ganzen Systeme die Luft tüchtig heraus, und schiebe, wenn es geschehen, die Röhre in das Quecksilber hinein. So lange das System luftleer bleibt, dringt kein Quecksilber in die Röhre. Was sollte es denn hinauf drücken, es ist ja keine Luft da! Sobald hingegen dieselbe wieder zugelassen wird, so drückt sie auf das Quecksilber; in der Röhre ist keine Luft, die diesem Drucke wi-

versehen könnte; folglich wird das Quecksilber in die Röhre hinaufgetrieben. Und dieß ist wohl der übersündendste Beweis, daß das Steigen des Quecksilbers in Barometerröhren nur vom Druck der Luft herrühren könne. Freylich könnte man dasselbe, bey diesem Versuche, nicht auf 28 Zoll hinauf treiben. Aber man muß auch nie vergessen, daß man die Luft nie ganz wegpumpen könne. — Wird die Luft wieder weggenommen, so fällt das Quecksilber auf neue herunter. Jetzt muß man die Röhre hinauf ziehen. Würde man es vorher thun, so lange noch die Luft da ist, so könnte das schwer herausplagende Quecksilber die Glocke zerschmettern.

7. Unter einer mit einer messingenen Haube versehenen Glocke A (Fig. 12.) befindet sich das Gefäß B bis m mit Quecksilber gefüllt; es werde eine gläserne, unten und oben ebenfalls mit einer Haube versehene Röhre C an die Glocke bey D festge-

schraubt; durch diese Röhre gehen von oben an, eine andere engere, unten und oben offene, Röhre E bis in das Quecksilber hinab; und an das obere Ende F der weitern Röhre, sey eine Spritze G festgeschraubt. Wird nun die Luft aus dem ganzen System weggepumpt, so mag man hundert Mal den Embolus der Spritze hin und her ziehen, es wird kein Quecksilber nachfolgen, weil es ja durch nichts gedrückt wird. Aber so bald wieder Luft zugelassen wird, geht das Saugwerk wie gewöhnlich von statten — zum deutlichen Beweis, daß auch das Sagen nicht ohne Druck der Luft geschehen könne.

8. Zu sehen, um wie viel mehr die Luft unter der Luftpumpe verdünnt werde, als es in der Natur jemahls geschieht: steckt man in ein, zur Hälfte mit Quecksilber gefülltes Gläschen, ein oben verschlossenes, ebenfalls mit Quecksilber gefülltes, ungefähre 3 Zoll hohes Glasröhrchen. Natürlich wird

das Quecksilber aus dem Röhrchen nicht heraus fließen. Dieß Röhrchen kann man nur für ein äußerst tief gefallenues Barometer halten, so wie es in der Natur niemahls fällt. Stürzt man nun aber eine Glocke über das Glas, und pumpt die Luft weg, so sinkt das Quecksilber aus dem Röhrchen alsobald zu dem übrigen im Glase herab. Der Druck der Luft ist hier nicht vermögend, das Quecksilber nur 3 Zoll hoch zu erhalten, da er es doch in der freyen Natur 28 Zoll hoch erhält. — Was übrigens aus diesem Versuche auf die eigentliche Verdünnung der Luft unter der Glocke zu schließen sey, ist oben (§. 222.) vorgekommen.

9. Für den Versuch, daß im Luftleeren Raume alle Körper gleich schwer sind, hatte Lichtenberg einen großen Glascyllinder von ungefähr 4 Zoll im Durchmesser und $2\frac{1}{2}$ Schuh Höhe. Auf diesen Cylindrer paßt oben ein messingener Deckel genau an. An der untern Fläche

des Deckels sind 4 oblonge Klappen angebracht, die sich in eine Spitze enden und mittelst folgender Schraubeneinrichtung, entweder dem Deckel gleichlaufend, oder an demselben herabhängend erhalten werden können. Durch den Mittelpunkt des Deckels geht nämlich in einer Schraubenmutter, luftdicht eine Schraube, an deren äußerstem Ende eine runde mit einem Ausschnitte versehene Platte befestiget ist. Auf dieser Platte ruhen die Spitzen der Klappen, wenn man sie in horizontaler Lage haben will. Dreht man aber die Schraube herum, so kömmt eine Spitze nach der andern auf den Ausschnitt der Platte zu liegen und weil sie hier keine Unterstüzung findet, fällt die Klappe hinab. — Auf jede der Klappen legt man in ihrer horizontalen Lage, einen Louisd'or und auf den Louisd'or das oberste Ende eines ungeschliffenen Federspuls; bringt den Deckel so bewaffnet auf den Cylinder, der schon auf der Luft

pumpe steht, drückt ihn fest an, und pumpt tüchtig eine Weile fort. Jetzt wird die Deckelschraube herumgedröhrt; so wie der Ausschnitt des Schraubentellerchens an eine Klappenspiße kömmt, läßt es die Klappe entschlüpfen, und Louisd'or und Feder fallen nicht nur mit gleicher Geschwindigkeit auf den Teller der Luftpumpe herab, sondern die Feder hüpfst auch eben so hoch vom Boden in die Höhe, als der Louisd'or.

S. 227.

**Stärke des Druckes der Luft,
durch die Luftpumpe bestätigt.**

Wird über ein weites, oben und unten offnes Glas, eine Blase so fest gebunden, daß keine Luft durchdringen kann; wird hierauf das Glas auf den Teller der Luftpumpe gebracht, und die Luft weggepumpt: so verwandelt sich die ebene Fläche der Blase in eine konkave und plaszt endlich mit gro-

fem Knall, wenn sie nicht allzustark ist. Sollte dieß der Fall seyn, und man wollte sie ja plagen sehen: so darf man nur ein wenig mit dem Finger nachhelfen, und mit demselben auf die Blase stoßen. — Eben so zerplagt eine echte Flasche sogleich beym zweyten Zuge, wenn man sie mit der Mündung auf die Luftpumpe schraubt, und die Luft herauszieht. — Damit das Glas nicht umher spritze, wird über die Flasche eine Glocke gestürzt, und damit die Glocke nicht zersprengt werde, wird über die Flasche ein Drathnetz gehangen. — Daß die Glocken, deren man sich bey der Luftpumpe bedient, nicht plagen, rührt daher, weil sie rund und gewölbförmig sind. Ein Gewölbe stürzt aber deswegen nicht ein, weil Alles zugleich fallen will.

S. 228.

Magdeburgische Halbkugeln.

Noch weit eclatanter wird die Stärke des Druckes der Luft mittelst der Luftpumpe

pe durch folgenden Versuch bestätigt. Man setze zwey, genau übereinander passende, messingene, hohle Halbkugeln zusammen, schraube sie in die Oeffnung des Tellers der Luftpumpe ein, pumpe die Luft heraus, drähe den über der Schraube angebrachten Hahn zu, daß keine Luft in die Kugeln dringen könne, nehme sie von dem Teller weg, schraube dann an die eine einen solchen Ring an, wie sich schon an der andern befindet, und versuche nun, beyde Kugeln von einander zu bringen: man wird es durchaus nicht im Stande seyn. — Bey der Dimension der Kugeln, mit welchen Lichtenberg diesen Versuch anstellte, — sie hatten 5 rheinländ. Zoll im Durchmesser — würde eine Kraft von 372 Pfund erforderlich gewesen seyn, um sie, wenn sie z. B. an einer Mauer befestiget gewesen wären, von einander zu reißen.

Otto von Guericke stellte diesen Versuch mit seinen so berühmten Magdeburgischen Halbkugeln, auf dem Reichstag

zu Regensburg, im Jahr 1654 vor dem Kaiser Ferdinand III. an. Es machte damals eben so viel Aufsehen, als in unsern Tagen die Luftschifferey. Seine Kugeln hatten 0,95 magdeburgische Ellen = 1,732 Pariser Fuß = 250 Pariser Linien, im Durchmesser. Die Thesis war: es könnten 30 Pferde, zwey Halbkugeln nicht auseinander reissen, die er doch auseinander blasen wollte. In seinen Experimentis novis Magdeburgicis ist der ganze Versuch, wie er ihn vor dem Kaiser anstellte, abgebildet.

S. 229.

Das Gewicht eines gewissen Raumes voll Luft zu finden.

Das Gewicht eines gewissen Raumes voll Luft zu finden, ist unendlich schwer und noch bis diese Stunde nicht genau bestimmt.

In Schweins- oder Rindsblasen, die man zuerst luftleer machen, und

dann mit Luft aufgeblasen, wiegen wollte, kann man die Luft nicht gut abwägen. Sie sind sehr klein; wenn daher ein Fehler begangen wird, so wird er erstaunlich vermehrt. Die Luft läßt sich auch aus denselben schwer wegnehmen. Und man weiß ja gar nicht, wie weit sie sich austreiben lassen.

☞ Deshalb hat man eine andere Einrichtung ausfindig gemacht. Man nimmt ein bouteillenförmiges Glas, das vermittlest eines Hahnes genau verschlossen und an die Luftpumpe geschraubt werden kann. Dieses Glas setzt man, auf einer genauen Wage mit einem gewissen Gewichte ins Gleichgewicht, bringt es dann auf die Luftpumpe und pumpt die Luft, soviel als möglich heraus. Nun hängt man es wieder auf die Wage, wiegt es genau ab, und erhält also das Verlangte. Aber man muß ja nicht vergessen, daß man hiedurch nur eigentlich das erfährt: Wie viel die Luft wiegt, die man weggenommen hat; weiter

nichts; denn man kann ja nur die Luft verdünnen, aber nicht gänzlich herausnehmen. Man muß also immer auch die zurückgebliebene in Anschlag bringen, und dazu dient folgendes Verfahren. Man bringt das Glas unter Wasser, das man so luftleer als möglich gemacht hat, öffnet den Hahn, und nun strömt das Wasser hinein und füllt den ganzen luftleeren Raum aus. Was nun von Luft in dem Glase übrig bleibt, tritt, wenn man dasselbe umdräht, in den Hals des Glases und kann entweder hier, wenn er dazu eingerichtet ist, oder in ein anderes dazu eingerichtetes Gefäß mit Wasser geleitet und daselbst gemessen werden. Der Raum dieser Luft von dem obigen abgezogen, gibt zum Reste den Raum der Luft, welchen man wirklich gewogen hat. — So weiß man also genau, wie viel ein gewisser Raum voll Luft wiegt. Allein freylich ist auch dieses Verfahren manchen notwendigen Irrungen unterworfen, und es treten dabey Schwie-

rigleiten ein, die hier noch nicht einmahl verständlich gemacht werden können, nämlich wegen des Gewichtes, des in dem ausgepumpten Glase befindlichen Dampfes. — Nach dieser Methode hat der Engländer Sir Charles Schuckburgh, die Luft wirklich gewogen, und aus seinen Resultaten weiß man erst genau das eigene und spezifische Gewicht derselben. Er gibt das Gewicht von 100 Kubikzoll Luft bey Barometerhöhe zwischen 29,5 und 30 englische Zoll und Thermometerstand zwischen 50 und 60 Gran Fahrenheit zu 31,0197 Gran an. Eben so viel destillirtes Wasser wog bey der nämlichen Barometerhöhe und Thermometerstände 25318 Gran. Das spezifische Gewicht des Wassers verhält sich also zum spezifischen Gewicht der Luft wie 25318 : 31,0197 ; also wie 816 : 1, oder die Luft ist 816 Mahl leichter als das Wasser*).

*) Gre n (Grunde. der Naturl. S. 807.) fand

Ein anders, schönes Verfahren, das Gewicht der Luft zu bestimmen, zeigt die Höhenmessung mit dem Barometer. Weiß man nämlich genau das spezifische Gewicht des Quecksilbers und der Höhe einer Lustrevier: so kann man daraus auch das Gewicht der Luft für diese Höhe finden. — Indes dieß läßt sich freylich hier nur anzeigen aber noch nicht erklären. Vorläufig kann man sich merken, daß das Quecksilber

bey einer Temperatur von 65° Fahrenheit und Barometerhöhe von 27 Zoll 8 Linien und bey nicht sehr feuchter Luft, das Gewicht einer Luftkugel von 11 1/2 rheinl. Dezimal-Kubikzoll, 73 1/2 Gran Medizinalgewicht und berechnet daraus, daß ein rheinl. Dezimal-Kubikzoll Luft 147/239 oder 0,615 Gran in Medizinalgewicht wiege; — daß, da ein Dezimal-Kubikzoll Wasser bey obiger Temperatur 492,229 Gran wiegt, sich das eigenthümliche Gewicht des Wassers zu dem der Luft, wie 492,229 : 615 oder nahe, wie 800 : 1 verhalte; und daß, wenn man das eigenthümliche Gewicht des Wassers zur Einheit annimmt, das der Luft = 0,00125 sey.

auf 72 Fuß schon um eine Linie fällt, und daß man recht gut noch 16 Theile einer Linie bey dem Barometer beobachten könne.

§. 230.

Elastizität der Luft durch die
Luftpumpe erwiesen.

Die Luftpumpe setzt die Elasticität der Luft gewissermassen schon voraus. Jedoch läßt sich dieselbe damit auch durch unzählige Versuche beweisen. Der bekannteste ist mit einer fest zugebundenen und so zusammengefalteten Blase, daß nur wenig Luft darinn enthalten seyn kann. Legt man sie nämlich unter die Glocke einer Luftpumpe und pumpt die Luft weg, so schwillt sie bey jedem Zuge immer stärker auf, und bekommt das Ansehen, als ob sie aufgeblasen worden wäre. So wie aber Luft zugelassen wird, sinkt sie wieder zusammen.

Dieser simple Versuch wird auf verschiedene Art variirt. Eine Variation davon ist folgende: In eine messingene Büchse lege man eine fest verbundene, aber zusammen gedrückte Blase, bringe sie unter die Glocke einer Luftpumpe, und beschwere den Deckel derselben mit einigen Bleypfatten. Wird nun die Luft aus der Glocke gepumpt, so dehnt sich die wenige in der Blase befindliche Luft so aus, daß sie den Deckel der Büchse mit den Gewichten in die Höhe treibt. Damit diese nicht herab fallen, und etwa die Glocke zerschmettern, geht vom Deckel der Büchse ein Stäbchen aufwärts, an welches die durchbohrten Platten gesteckt werden, und diesem Stäbchen begegnet ein anderes, von dem Gewölbe der Glocke herab.

Eine andere Variation des obigen Versuches, ist die mit dem sogenannten Lungenglase, das seinen Rahmen von dem berühmten Streite hat, der zwischen Hal-

ter und Hamburger darüber geführt wurde, ob zwischen der Lunge und der Pleura sich Luft befinde, und wie die Thiere sterben, wenn ihnen die Luft entzogen wird. Es besteht aus einem hohlen Kugelglase, das oben eine Oeffnung hat. (S. Fig. 13.) In diesem Glase ist eine ausgedehnte Blase, die mit dem Rande ihrer Oeffnung über die Oeffnung des Glases gespannt ist. Sie ist so ausgedehnt, daß zwischen ihr und der inneren Fläche des Glases nur wenig Luft seyn kann. Die äußere Luft hat mit der Luft der Blase Verbindung, die Luft aber zwischen der Blase und der inneren Fläche des Glases ist verschlossen. Die Blase stellt die Lunge, das Glas die Brusthöhle vor. — Steüt man nun dasselbe unter die Glocke der Luftpumpe und pumpt die Luft heraus, so preßt die verschlossene Zwischenluft, die sich nun ausdehnt, die Blase bald zusammen. Nun glaubte man vorher, die Lunge derjenigen Thiere, die unter der Luft-

pumpe sterben, werde von der Luft der Brusthöhle eben so zusammengepreßt, wie hier die Blase von der Zwischenluft, und das verursachte ihren Tod. Allein dieß ist nicht der Fall. Die Ursache ihres Todes ist vielmehr die, daß die Luft, von der sie allein leben können, nicht erneuert wird. *) — Läßt man wieder Luft zu, so dehnt sich die Blase von neuem aus.

*) Das Nähmliche behauptete Lichtenberg schon in seinem Taschenbuche für das Jahr 1781. — „Dr. Frank in — heißt es daselbst S. 97. — hat schon angemerkt, daß sich aus dem bekannten Versuche mit der Luftpumpe, da man eine Glocke, von der man die Luft ausgepumpt, nicht mehr klingeln hört, zu übereilt geschlossen wird, daß die Luft die einzige Ursache der Fortpflanzung des Schalles sey. Eben so kann man sagen, daß man übereilt schließt, wenn man glaubt, Thiere könnten in dem Guericischen Vakuo nicht lange leben, weil sie unter der ausgeleerten Glocke sterben. Bekanntlich sterben Thiere auch, wenn man sie eine Zeitlang unter die un- ausgepumpte Glocke sperrt. Dieses muß sich

Eben so zeigt sich die ausdehnende Gewalt der Luft bey folgendem Versuche. Man stecke in ein kleines gläsernes Gefäß, das zur Hälfte mit Quecksilber gefüllt ist, eine Barometerrohre, die oben und unten offen ist, und verküte die übrig bleibende Oeffnung des Gefäßes recht wohl. Bringt man nun dieses Gefäß unter eine Glocke, die so eingerichtet ist, daß durch die Haubenöffnung derselben, eine oben verschlossene Glasrohre geht, mit welcher, die durch eben jene Oeffnung gesteckte Barometerrohre bedeckt wird — und pumpt die Luft hinweg, so treibt

in einer sehr verdünnten Luft um so schneller ereignen, je geringer der Vorrath ist, und der also mit einem einzigen Hauch bis zur Tödlichkeit verdorben werden kann. Um diesen Versuch überzeugend zu machen, müßte entweder der ausgeleerte Raum sehr groß seyn, oder man müßte Mittel finden, den noch übrigen geringen Vorrath immer zu erneuern, ohne ihn zu vergrößern.“

die wenige, in dem Gefäße verschlossene Luft, das Quecksilber in diese Röhre hinauf.

Schraubt man eine eckichte, mit Luft gefüllte und wohl verschlossene Flasche, auf die Luftpumpe, stürzt eine Glocke darüber und pumpt die Luft aus dieser weg: so wird sich die in der Flasche verschlossene Luft, vermöge ihrer Elasticität ausdehnen, und dieselbe zersprengen. Man muß hierbey wieder die oben (S. 227.) angegebene Vorsicht gebrauchen.

§. 231.

Heronsball (Pila Heronis).

Der sprechendste Beweis für die Elasticität der Luft ist der Heronsball. — Wird derselbe unter eine Glocke gestellt, und die Luft um ihn herum weggenommen: so drückt die in demselben verschlossene Luft, die sich nun ausdehnt, das Wasser eben so gut in die Höhe, als wenn man zu viel Luft hin-

ein geblasen hätte. — Er wird in ein Glasbehältniß gestellt und dann darüber die Glocke gesetzt, damit das herausspritzende Wasser nicht in die Luftpumpe dringen könne.

§. 232.

Luft in flüssigen Körpern.

Versuche hierüber mit gewöhnlichem Wasser, mit Selzer- Wasser und mit Braunschweiger M u m m e. Alles geräth sogleich in Wallung und Aufschäumung, wodurch sich die fixe Luft entwickelt, die in diesen Flüssigkeiten enthalten ist. Durch langes Pumpen würden sie ganz verschwinden. Aber daß man ja nicht glaube, sie beständen ganz aus Luft. Nein! sie würden in Dämpfen fortgehen; denn das Selzer-Wasser bestimmet einen elenden, faden Geschmack, wenn es von der Luftsäure befreyt wird und fängt beym ersten Stämpelzug zu sieden an. Das nämliche geschähe nun auch

beym Ch a m p a g n e r. Man sieht also, daß es nicht gut ist, wenn Champagnerbottellen lange Korkstöpsel haben. Denn indem man sie herauszieht, entsteht eine kleine Luftpumpe, und so würde man dem Champagner seine Luftsäure rauben. — Das Nähmliche würde auch mit der M i l c h geschehen.

S. 233.

Luft in festen Körpern.

Versuche hierüber mit Kork, mit Eyern, und mit einer runzlichten Birne. — Wenn ein Drittel Pfund Kork mit einem Pfund Bley beschweret und in Wasser gelegt wird: so schwimmt das Bley. (Siehe 1ter Thl. S. 451). Wird nun aber alles unter die Glocke gebracht, und die Luft weggepumpt, so sinkt das Bley zu Boden; wird die Luft hingelassen, so kömmt es wieder in die Höhe. Die Luft dehnt nähmlich den Kork aus; er bekömmt bey gleichem Ge-

wicht ein größeres Volumen. Freylich helfen auch die kleinen Mongolfiere, die sich darüber hersetzen.

Es ist eine allgemeine Erfahrung, daß die Eyer an dem spitzigen Ende kälter sind, als an dem stumpfen; nämlich unserer Empfindung nach. Wir nennen diejenigen Körper kalt, die uns die Wärme sehr schnell entziehen. Wenn man im Winter mit nacktem Fuß auf einen polirten Nagel tritt, so ist das eine gar fatale Empfindung; liegt daneben eine Baumwolle, so scheint sie uns warm zu seyn. Aber das rühret daher: der Nagel ist ein guter, und die Baumwolle ein schlechter Leiter der Wärme. Eben darum finden wir ein Zimmer so warm, wenn wir aus kalter Luft in dasselbe kommen, und diese Luft so kalt, wenn wir aus dem warmen Zimmer uns in dieselbe begeben; oder dünken uns die Keller im Sommer so kalt, und im Sommer so warm zu seyn; denn unser Körper ist ein sehr schlechtes Thermo-

meter. Nur die erwähnte Erfahrung bey den Eyern hat auch hierinn ihren Grund. Es liegt nämlich an dem stumpfen Ende derselben ein kleines Häutchen mit Luft gefüllt; also eine kleine Luftblase, die eine schlechte Leiterinn der Wärme ist; an dem spizen Ende aber liegt das Häutchen ganz an. Macht man nur in das spize Ende ein kleines Loch, hängt das Ey bey dem stumpfen, mittelst einer Schlinge, unter einer Glocke an dieselbe auf, und pumpt die Luft aus dieser weg: so wird die Luft in der eben erwähnten Blase so ausgedehnt, daß sie die ganze Wirthschaft des Eyes — Eyweiß und Dotter — zur kleinen Oeffnung her austreibt. Wird hingegen wieder Luft zugelassen, so kehrt Alles zurück. — Befreyet man das Ey, entweder auf diese oder auf eine andere Art von seinem Inhalte, schneidet hierauf das spize Ende der Schale mit einer scharfen Scheere rund herum gleich ab, und bringt nun dieselbe unter die Glocke, daß das ab-

geschnittene Ende in die Höhe gekehrt ist: so dehnt sich, bey weggepumpter Luft, die erwähnte Luftblase so aus, daß sie das ganze Ey wieder herzustellen scheint.

Wird eine runzlichte Birn — es geht diesen Früchten, wie den Menschen-Gesichtern — unter die Glocke gebracht, und die Luft weggepumpt, so verliert sie alle Falten, weil die darinn befindliche Luft sich ausdehnt. Wie manche Dame würde diesen Versuch auch an sich anstellen lassen!

§. 236.

Verschiedene Luftarten.

Man nennt die künstlichen Luftarten Gas oder Gas, welches mit unserem Gasch oder Geist Zusammenhang hat. Die Lehre von derselben sollte eigentlich erst nach der Lehre vom Feuer abgehandelt werden. Ihr imponderabler Theil ist sicherlich und nach allen Sekten Feuermaterie, und nur

der ponderable besteht aus mehreren andern Materien. Man versteht darunter jede völlig unsichtbare, für sich permanente, wäg- und in Gefäße einschließbare Flüssigkeit. Sie werden durch die Wärme beträchtlich ausgedehnt, und durch die Kälte zusammengezogen, ohne jedoch durch letztere je, weder in einen festen, noch in einen tropfbar-flüssigen Körper verwandelt zu werden. Auch können sie nie durch irgend einen Druck zersezt werden. Und durch dieß alles unterscheiden sie sich deutlich genug, von den tropfbaren Fluidis, von dem Wärmestoff, von der elektrischen und magnetischen Materie, von dem Lichte, und besonders von den Dämpfen und Dünsten, mit welchen man sie so häufig verwechselt. — Die Dämpfe nämlich, die man nach Volta, Halbluftarten nennen kann, werden durch den Druck zersezt, und wenn ihnen die Wärme, der sie ihre Flüssigkeit zu danken hatten,

entzogen wird, fallen sie entweder in Tropfen nieder, oder hängen sich als ein mehllichtes Pulver an. — Die Luft hingegen ist ein permanent gewordener Dampf. — Wärmestoff, elektrische, magnetische Materie und Licht, können weder gewogen, noch in Gläser eingeschlossen werden.

Von diesen merkwürdigen permanent-elastischen Fluidis haben unsere ehrlichen Aeltern sehr wenig gewußt. Der erste, bey dem so etwas vorkömmt, ist Theophrastus Paracelsus. Sein ganzer Name ist: Philippus Aureolus Theophrastus Paracelsus Bombastus ab Hohenstein. Ein gar sonderbarer Held! Er wurde bey Zürich im Jahre 1493 geboren, und war ein chemischer, medicinischer und theologischer Schwärmer. Wirklich alles Mögliche! Er glaubte ein Elixier erfunden zu haben, mit welchem er sein Leben auf 200 Jahre verlängern könnte, und nannte es Elixier proprietatis. Allein es hat ihm zu nichts geholfen;

er starb schon in seinem 48 Jahre, im Jahr 1541. Uebrigens war er doch ein großer Kopf, und machte bey den Lustarten viele wichtige Entdeckungen.

Sein sogenannter Schüler Johann Baptist van Helmont, war in Puncto des Schwärmens um kein Haar besser. Er wurde zu Brüssel im Jahr 1577 geboren, und schon in seinem 17ten Jahre Professor der Chirurgie, wiewohl er hernach selbst gestand, daß er dawahls noch kein Wort von der Chirurgie verstanden habe. Er verwandte sich hernach auf die Medizin und dann auf die Chemie. Er war, wie gesagt, eben so ein Schwärmer, als Theophrast. So hielt er sich, z. B. für den einzigen von Gott eingesetzten Doktor. Indessen machte auch er verschiedene Entdeckungen, schrieb vieles und starb im Jahre 1664. Von ihm rührt der Name Gas her.

Endlich kam Robert Boyle (S. 1. B. §. 23.) und that schon mehr. Doch

weit mehr noch that Hales, und noch weit mehr Priestley. Letzterer entdeckte am 1ten August 1774. die dephlogisifizierte Luft, und dieser Tag wird der Geburtstag der französischen oder antiphlogistischen Chemie genannt.

Die Eintheilung aller bis jetzt bekannten Luftarten, übersieht man am besten in folgender Tabelle:

E u f t a r t e n

Einathembare (respirable)

Atmosphärische (irrespirable)

Gatzündbare.

Nicht entzündbare.

- | | | | | |
|---|---|--|---|---|
| <p>1. Sauerstoffgas
(G. oxygène)</p> <p>2. Atmosphärische
Luft.</p> | <p>Mit Wasser ver-
mischbare.</p> <p>3. Schwefelwaf-
ferstoffgas (G.
hydrogène sui-
phuré).</p> <p>4. Ammoniakgas.
(G. ammoniac).</p> | <p>Mit Wasser nicht
vermischbare.</p> <p>5. Wasserstoffgas.
(G. hydrogène.</p> <p>6. Kohlenwasser-
stoffgas (G. hy-
drogène carbo-
né).</p> <p>7. Phosphorwas-
ferstoffgas (G.
hydrogène
phosphoré).</p> | <p>Mit Wasser ver-
mischbare.</p> <p>8. Kohlenstoffaus-
res Gas. (G. aci-
de carbonique).</p> <p>9. Salzsaures Gas.
G. acide).</p> <p>10. Uebersaures
salzsaures Gas.
(G. acide mura-
tique oxygéné.</p> <p>11. Schwefelwaf-
res Gas (G. a-
cide sulphu-
reux).</p> <p>12. Sulfspathaus-
res Gas. (G. acide fluorique).</p> <p>13. Phosphorsaures Gas. (G. acide phosphoreux).</p> <p>14. Deydités Einstoffgas. (Oxyde d'azote gazeux).</p> | <p>Nicht entzündbare.</p> <p>Mit Wasser nicht
vermischbare.</p> <p>15. Stickstoffgas.
(G. azotique)</p> <p>16. Salpetergas.
(G. nitreux).</p> |
|---|---|--|---|---|

Man hat diesen Lustarten erstaunlich viele Nahmen gegeben. Das Sauerstoffgas, oder die dephlogisirte Luft — wie es Lichtenberg immer aus langer Angewöhnung nannte — hat allein dreyzehn Nahmen. Hier kömmt nun wieder die Terminologie der französischen Chemiker recht wohl zu statten. Ohne sie müßte man immer ein kleines Lexikon zur Hand haben. Welches Nahmens sich auch immer ein Schriftsteller für eine Lustart bediene: so setzt er auch den französischen hinzu; und da ist man sogleich im Reinen. In der deutschen Sprache, fangen die in der Tabelle angeführten Benennungen an, die gangbarsten zu werden: nur daß noch häufig für Sauerstoffgas dephlogisirte Luft; für Schwefel-Wasserstoffgas, hepatische Luft; für Wasserstoffgas, inflammable Luft; für Kohlenstoffsaures Gas, fixe Luft, und für Stickstoffgas, phlogisirte Luft vorkommt.

Wie wichtig eine nähere Untersuchung dieser Lustarten sey, ist wohl kaum nöthig anzuführen. — „Durch sie — sagt Lichtenberg im Erlebenschen Compendio — haben wir erst unsere eigene Luft recht kennen gelernt, ganz neue Aufschlüsse über die Natur des Feuers bekommen, neue Verhältnisse der Thiere und Pflanzen gegen einander entdeckt, neue und sehr einfache Wege gefunden, die feurigen Erscheinungen in der Natur zu erklären, des Lichts nicht zu gedenken, das durch sie unsere Kenntniß der Körper überhaupt erhalten hat, da wir nun sehen, wie durch eine ganz leichte Operation feste Körper in für sich permanente, elastische Flüssigkeiten, und umgekehrt, elastische, für sich permanente Flüssigkeiten in feste Körper verwandelt werden können, ein Prozeß, wovon wahrscheinlich die Natur sehr häufig in ihrer Haushaltung Gebrauch macht. Man ist durch sie der Kenntniß der



eigentlichen Ursache der Brennbarkeit um ein merkliches näher gekommen; auf ihre verschiedenen spezifischen Schwereu sowohl, als Elastizitäten, gründen sich Maschinen, mit denen man die Luft beschafft hat u. s. w.“

Ehe man zur nähern Untersuchung dieser Luftarten übergeht, muß man sich mit dem Mändore bekannt machen, dessen man sich beyu Umgießen derselben bedient. — In einem Glase ist atmosphärische Luft. Will man Wasser hineingießen, so verfährt man auf die bekannte Art. Man darf nicht dafür sorgen, daß das Glas vorher von der atmosphärischen Luft leer gemacht werde, um dem Wasser Platz zu machen; denn die Luft, weil sie 800 Mahl leichter ist, als das Wasser, strömt von sich selbst über, sobald dieses in das Glas gegossen wird. — So ist es schon nicht, wenn man in ein mit Wasser gefülltes Glas, Wein gießen will;

da muß man vorher das Glas von dem Wasser leer machen. — Das nämliche findet nun auch statt, wenn man in ein Glas, das voll atmosphärischer Luft ist, eine andere Lustart gießen will. Das Glas muß vorher von der atmosphärischen Luft leer gemacht werden. Dieß geschieht nun auf eine ganz sonderbare Weise. Um die atmosphärische Luft heraus zu bringen, muß man das Glas mit Wasser füllen. Jetzt ist das Glas leer. Nun wird die Bouteille mit der Lustart, welche man in dasselbe bringen will, darunter gehalten. So steigt denn die Luft in die Höhe, weil sie leichter als das Wasser ist, und treibt immer so viel Wasser aus demselben, bis es endlich ganz damit gefüllt ist. — Dieß alles geschieht nun vor der Priestleyschen Sonne deren Einrichtung kurz folgende ist.

Das Gefäß AB (Fig. 14.) ist bis CD mit Wasser gefüllt. Unter dem Wasser ist an demselben ein dickes Brett E angebracht,

welches unten einen trichtersförmigen Einschnitt F hat, und durchlöchert ist. Ueber die Oeffnung bey G wird nun die Glocke H, die mit Wasser gefüllt ist, und in welche die Lustart hineingebracht werden soll, gestürzt. Unter dem Trichter F bringt man das Glas I an, das mit der Lustart voll ist, und aus welchem dieselbe in die Glocke H gebracht werden soll. Sobald dieß nun geschieht, perlt die Luft heraus und in die Höhe, in die Glocke H, aus welcher sie eben so viel Wasser verdrängt, das zur Oeffnung G in die Tonne herabstieft.

Es folgen nun die einzelnen Lustarten in der Ordnung, in welcher sie in der obigen Tabelle angeführt sind.

1. Sauerstoffgas, (Gaz oxygène.)

Wird am wohlfeilsten erhalten, aus dem bey starkem Feuer geschmolzenen Salpeter, und dem krystallinischen Braun-

stein. — Fontana hat aus einem Kubitzoll Salpeter 800 Kubitzoll Luft erhalten. Die größte Menge, die Priestley erhalten hat, war: 1200 Unzenmaaße aus 2 Unzen Salpeter d. i. 134 Göttingische Quartierbouteillen aus $\frac{1}{2}$ Pfund. Das Sonzerbare ist noch, daß jemehr man erhält, desto besser die Luft wird. — Die Pflanzen, aus welchen man diese Luft erhalten kann, sind größtentheils ausländische z. B. *Agave americana*, *Cactus triangularis*, *Cactus peruvianus*, und *Cactus caeruleus*. Man verfährt dabey so: man bringt diese Pflanzen in eine Glocke, füllt dieselbe mit Wasser, stürzt sie auf einen Teller, auf welchem natürlich auch etwas Wasser seyn muß, und setzt nun alles dem Sonnenlichte aus. Die Wirkung rührt schlechterdings, nicht von der Sonnenwärme, sondern von dem Sonnenlichte her — ein Umstand, den man sich recht gut merken muß, weil er zu den Beweisen für die Körperlichkeit des Lichtes

gehört. Graf Rumford hat den Versuch auch bey brennenden Kerzen gemacht. Ingenhouß hat zwar widersprochen; allein Rumford ist ein viel zu akurater Beobachter, als daß man ihm nicht trauen sollte — Uebrigens kann man das Sauerstoffgas auch aus unserm Kohl erhalten; vorzüglich auch von der *Conserva rivularis* und von der gemeinen Hauswurz.

Das Sauerstoffgas zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

1. Es ist schwerer, als die atmosphärische Luft. Das specifische Gewicht desselben, verhält sich zu dieser, wie 1103 : 1000 und ein Kubikzoll davon wiegt 0,59694 eines Grans.

2. Es besitzt weder Geruch, noch Geschmack, noch saure Eigenschaften.

3. Es verursacht, durch den Beytritt feines Grundstoffs, des Oxygens, während der Verkalkung der Metalle, das größere, absolute Gewicht derselben.

4. Es befördert das Brennen und Verbrennen der Körper auf das lebhafteste. — Wird über eine brennende Kerze ein mit dephlogistisirter Luft gefülltes Glas gestürzt, so brennt sie um vieles heller und reiner. — Wird ein Hölzchen angebrannt und in ein solches Glas gesteckt: so entzündet sich die Kohle sogleich. Eben das geschieht mit einer ausgelöschenen Kerze, deren Docht noch glüht. Wird Schwefel in ein solches Gläschen gehalten: so brennt er außerordentlich helle, und mit der schönfarbigsten Flamme. Noch weit heller, fast blendend hell, der Phosphor, bey welcher Gelegenheit sich die Phosphorsäure, so wie bey dem Verbrennen des Schwefels, die Schwefelsäure erzeugt. — Wird eine Stahlfeder von einer Uhr, an welcher mittelst eines Eisendrathes ein glühender Zunder befestiget ist, in ein solches Gläschen gehalten: so brennt sich der Zunder in eine Flamme, und der Stahl kocht

und schmelzt, die glühenden Funken spritzen wie Feuerperlen im Glase umher, und schmelzen selbst die Glasur vom irdenen Teller weg, auf welchem das Glas steht, ungeachtet sie erst durch das Wasser dahin gelangen. Das Wasser wird gleichsam weggeblasen, wie man auch solche Kunststücke hat.

5. Es begünstiget das Athmen. Thiere leben und Lichter brennen darinnen auf 6 bis 7 Mahl länger, als in gemeiner Luft. Man nehme zwey Glocken oder Gläser, wovon eines mit gemeiner, das andere mit Lebensluft gefüllt ist, stürze sie über zwey Teller, auf welchen Wasser ist, und stelle nun darunter zwey Lichter auf Kork gesetzt: das Licht unter der gemeinen Luft löscht viel eher aus; am Ende muß freylich auch das andere auslöschen. — Weil die dephlogisirte Luft dem thierischen Leben so günstig ist, so hat man verschiedene Methoden, zum Einfaugen derselben ausstin-

dig gemacht. Ingenhouß hat in seiner Sammlung vermischter Schriften mehrere Einrichtungen angegeben. Nur muß man aber nicht glauben, daß es ein Universalmittel wäre. Ja es kann sogar bey manchen Krankheiten schädlich werden, z. B. bey hitzigen. Diese Vermuthung hat Lichtenberg in einer der ersten Vorrede zum Compendio, bloß aus der Analogie geäußert. Sie wurde aber hernach vom Hofrath Herz zu Berlin bestätigt. Späterhin wurde unter den Wienerischen Aerzten viel darüber disputirt. Doch dieß gehört nicht hieher.

6. Es begünstiget das Wachsthum der Pflanzen. Ingenhouß behauptete anfangs das Gegentheil; nahm aber hernach seine Behauptung wieder zurück. So fällt denn also — pflegte hier Lichtenberg scherzweise zu sagen — die Schwierigkeit weg, welche ich bisher noch immer bey meiner Hypothese hatte. Ich bin nämlich der Meinung, daß Adam und die Erzväter

lauter dephlogistifirte Luft eingesaugt, und deswegen so lange gelebt haben. Nur war mir aber das noch entgegen, daß diese Luft den Pflanzen schädlich seyn sollte, welche Schwierigkeit nun also Ingenhouß gehoben hat.

Nach der neuern Chemie ist das Sauerstoffgas eine Verbindung des Oxygens mit Calorique, wovon jenes die Basis, Grundlage oder der Grundstoff ist.

Unter den vielen Nahmen, welche es führt, sind die, der Lebensluft, Feuerluft, reinen Luft, und dephlogistifirten Luft, die gewöhnlichsten. Lichtenberg bediente sich aus langer Gewohnheit, immer des letzteren, ungeachtet er das Unschickliche desselben selbst eingestand.

2. Gemeine oder atmosphärische Luft.

Ist ein Gemisch aus Sauerstoff-
Stickstoff- und Kohlenstoffsaurem

Gas. Lichtenberg gab das Verhältniß dieser Bestandtheile folgendermassen an: de phlogistisirte Luft $\frac{4}{18}$ phlogistisirte $\frac{13}{18}$, fixe $\frac{1}{18}$. Jetzt weiß man diese Bestandtheile genauer. Jedes Quantum atmosphärischer Luft enthält nämlich:

1. an Sauerstoff	0,210	Theile.
2. an Stickstoff	0,787	"
3. an Kohlensäure	0,000	"
	<hr/>	
	1,000	

3. Schwefel = Wasserstoffgas,
(Gaz hydrogène sulphuré.)

Wird erhalten, wenn man Schwefeläther in mit Wasser verdünnten Säuren auflöst, und zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

1. Es besitzt einen sehr unangenehmen Geruch, fast den von faulen Eiern.
2. Löscht ein hineingebrachtes Licht aus: ist aber selbst entzündlich, jedoch nicht

ohne Beymischung von atmosphärischer Luft.

3. Es wird vom Wasser, besonders vom kalten verschluckt, und das Wasser wird dann durch seinen widrigen Geschmack und übriges Verhalten, den sogenannten Schwefelwässern ähnlich.

Nach der neuen Chemie ist die Basis dieses Gases: Hydrogene und Schwefel und es führt noch folgende Namen: Hepatische Luft, Schwefelleberluft, stinkende Schwefelluft, schwefelhaltiges oder geschwefeltes Wasserstoffgas.

4. Ammonialgas, (Gaz ammoniac.)

Wird erhalten, wenn man einen Theil Salmiak, mit zwey Theilen frisch zerfallenem Kalk vermischt, mit etwas Wasser befeuchtet, und in einer Retorte gelinde erhitzt. Es muß, weil es mit dem

Wasser so äußerst vermischbar ist, über Quecksilber aufgefangen werden.

Die vorzüglichsten Eigenschaften desselben sind folgende:

1. Es verhält sich zu den Pflanzenfarben, wie ein Alkali, färbt also den Weichensaft grün.

2. Bildet mit dem Wasser, mit dem es sich sehr schnell vereinigt, den sogenannten ätzenden Salmiakgeist.

3. Das Eis wird davon schnell zum Schmelzen gebracht.

4. Wird es mit sauren Gasarten in Verbindung gebracht, so ereignet sich das schöne Phänomen, daß beyde Gasarten ihre Luftform verlieren und in einen festen Körper übergehen. — Daß also zwey permanent elastische, unsichtbare Fluida, die für sich Jahrhunderte lang so geblieben wären, in einen festen sichtbaren Körper verwandelt werden, sobald sie sich untereinander berühren. Mit dem salzsauren Gas z. B.

wird auf diese Art der Salmiak gebildet. Lichtenbergs Freude war unbeschreiblich, als er diesen Versuch zuerst bey Priestley zu einer Zeit sah, da dieser die Entdeckung noch nicht lange gemacht hatte. Er ließ den Versuch im Collegio gerade so anstellen, wie er ihn bey Priestley sah. Zuerst wurde salzsaures Gas, — von welchem weiter unten — dann Ammoniakgas gemacht, und beyde in gleichen, oben verschlossenen, einen Zoll im Durchmesser haltenden Glasröhren aufgefangen.

Hierauf wurden beyde Röhre in eine gläserne Schüssel mit Quecksilber gestellt und das Ammoniakgas zum salzsauren Gas hinübergelassen. Ueber der Schüssel befand sich ein Holzgestell, an welches die Röhren angelehnt wurden. — Man darf so eine Röhre, in welcher sich der Salmiak entwickelt hat, nicht nahe zur Nase bringen.

Nach der neuen Chemie besteht dieses Gas aus Stickstoff und Wasser-

stoff. In hundert Theilen sind gegen 80 des ersteren enthalten.

Die verschiedenen Nahmen dieses Gases sind folgende: Laugenartiges Gas, flüchtig-alkalisches Gas, flüchtig-alkalische Luft, laugen-salzige Luft, urinöse Luft.

5. Wasserstoffgas oder inflammable Luft, (Gaz hydrogène.)

Wird am gewöhnlichsten und wohlfeilsten erhalten, wenn man auf Eisenspäne oder grobgekörnten Zink, mit Wasser verdünnte Vitriol- oder Salzsäure gießt. — Man hat auch aus Kartoffeln inflammable Luft gemacht. Ein neues Beispiel, was nicht alles aus Kartoffeln gemacht werden kann. — Eben so erhält man auch das Wasserstoffgas, wenn man Wasserdämpfe mit glühendem Eisen in Berührung bringt. Der Versuch hierüber ist um so merkwürdiger, da er über die Zu-

sammensetzung des Wassers und über die Natur des Wasserstoffgas selbst, so schöne Aufschlüsse gibt. Man bringe in eine eiserne Retorte, an welche ein eiserner Flintenlauf geschmolzen ist, reines Wasser, und erhize dasselbe durch ein darunter stehendes Kohlenbecken. Eben so werde der eiserne Flintenlauf, der an die Retorte geschmolzen und bey seinem andern Ende in den Trichter einer pnermatischen Wanne gebogen ist, glühend gemacht. So wie nun das Wasser in der Retorte zum Kochen gebracht wird, und die Dämpfe desselben durch die glühenden Stellen des Rohrs streichen, werden sie in inflammable Luft verwandelt, und gehen als solches in die Glocke über, die in der Wanne aufgestellt ist. Das glühende Eisen entzieht dem Wasser sein Drygen und wird dadurch verfalckt, das Hydrogen des Wassers aber wird frey, und bildet mit dem Calorique das Wasserstoffgas.

Die vorzüglichsten Eigenschaften des Wasserstoffgases sind folgende:

1. Es ist mephitisch, und daher unfähig das Athemhohlen zu unterhalten. Bringt man in ein Glas, das mit solchem Gas gefüllt ist, Licht, so verblöht es. Man muß das Glas umgestürzt halten, sonst gibt es Explosion; denn die inflammable Luft ist leichter als die atmosphärische, steigt also auf u. s. w.

2. Es ist sehr leicht entzündbar. Hält man unter ein Glas, in welchem sich solches Gas befindet, Licht, so entzündet es sich. — Selbst durch den schwächsten elektrischen Funken entzündet es sich, worauf sich die Einrichtung der elektrischen Lampe gründet. — Mit einem Knalle begleitet entzündet es sich in Verbindung mit der atmosphärischen Luft, und noch lebhafter mit dem Sauerstoffgase. Man nennt solche Mischungen Knallluft und nimmt zu derselben, wenn sie gut seyn soll, entwe-

der gleiche Theile von der atmosphärischen und inflammablen; oder $\frac{2}{3}$ inflammable und $\frac{1}{3}$ dephlogistisirte Luft. Einer der simpelsten Versuche hierüber ist folgender. Man nehme eine Blase, die mit Knallluft gefüllt ist, und drücke sie auf eine Seifenbrühe aus, die man auf einem Teller hat. Macht man nun aus dieser Seifenbrühe Blasen, und hält das Licht an dieselben, so gibt es eine Explosion. Und bläst man vollends zuletzt in die Seifenbrühe auf dem Teller, daß mehrere Blasen entstehen: so gibt es, wenn Licht daran gehalten wird, eine noch heftigere Explosion. Das Sonderbare hieby ist noch dieß, daß, wenn man den Finger in die Ohren steckt, und nach gehörtem Schall wieder gleich herauszieht, man den Schall noch einmahl hört. Dieß rühret daher: der Schall hat eine gewisse Dauer; er ist also das erstemahl noch nicht ganz verloren. —

Hey der Entzündung des Schießpulvers ist es ebenfalls die Knallluft, welche die heftige Explosion verursacht. Zu einem guten Schießpulver gehören nach Ingenhouß 75 Theile Salpeter, $15\frac{1}{2}$ Theil pulverisirte Kohlen, und $9\frac{1}{2}$ Theil Schwefel. Die Güte desselben besteht darinn, daß diese Bestandtheile so vollkommen, als möglich gemischt werden. Eigentlich sollte jedes Körnchen ein Gemisch von diesen drey Theilen seyn. Der Schwefel sollte nach Ingenhouß weggelassen werden, weil er die Zündlöcher, durch die Schwefelsäure, welche sich bey seiner Entzündung entwickelt, so sehr verderbt. Indeß zur schnellen Entzündung scheint er doch unentbehrlich zu seyn. — Nun durch die Entzündung des Salpeters wird Sauerstoffgas, und durch die Entzündung der Kohle, Wasserstoffgas entwickelt. Beyde zusammen bilden eine Knallluft, die durch dieselbe Entzündung, durch welche sie entwickelt wird, auch in Explosion geräth.

— Aber warum sind nun die Wirkungen des Pulvers so ungeheuer? Es entsteht da-
bey etwas ganz anders, als bey der Knall-
luft — etwas, was hier nicht einmahl recht
deutlich gemacht werden kann. Geschieht
nämlich die Verbrennung der Knallluft in
verschlossenen Gefäßen, so wird
Wasser erzeugt. Dieses Wasser verwandelt
sich durch die Hitze (bey der Entzündung des
Schießpulvers) in Dämpfe; und diese
sind es, welche die schreckliche Gewalt aus-
üben. — Doch, wie gesagt, dieß kann erst
bey der Lehre von den Dämpfen verständ-
lich gemacht werden.

Für eigene Vorrichtung, für die Explo-
sion der Knallluft ist die Knallluft = Pistole,
die, weil sie auch durch elektrische Materie
losgeschlagen werden kann, gewöhnlicher die
elektrische Pistole heißt. — Die Ver-
brennung der inflammablen Luft in der at-
mosphärischen findet nur in dem Verhält-
niße des Antheils dieser an Lebensluft statt.

Daher kann man die inflammable Luft auch zu einem Eudiometer *) gebrauchen.

3. Es ist die leichteste unter allen Gasarten. Das specifische Gewicht derselben zu dem der atmosphärischen Luft, verhält sich wie 1:12,63, und ein Pariser Cubizoll davon wiegt 0,03539 Gran, ein Cubizfuß aber 61,15 Gran. — Hierauf gründet sich die Luftschifferey. — Kleine Montgolfiere sind viel schwerer zu machen, als große. Versuche darüber mit Mettwürst.

*) Bekanntlich ist dieß das Voltaische Eudiometer — das beste und zuverlässigste, das man bis jetzt kennt. Siehe hierüber: „Versuch über die eudiometrischen Mittel, und über das Verhältniß der Bestandtheile der Atmosphäre, von Alexander von Humboldt, und J. B. Gay Lussac; vorgelesen in der ersten Classe des National-Instituts am 21ten Jänner 1805.“ — Eine meisterhafte Abhandlung. Vergl. Gilberts Annalen der Physik. 20 Bände, 1 Stück.

därmen. Eine solche Mettwurst *) müßte auf einem umgewandten Teller präsentiert werden, und so gäbe es also positive und negative Mettwürste. — Mit Rudern kann man die Geschwindigkeit der Montgolfiere nicht befördern. Ein Luftballon der 26 Fuß im Durchmesser hat, wird durch 2 Ruder, die 50 Quadratfuß Oberfläche haben, und 20 Fuß lang sind, in einer Sekunde, bey Windstille $3\frac{7}{10}$ Fuß weit schneller fortbewegt. Die Geschwindigkeiten wachsen, wie die Cubikwurzeln aus den Rudern. Zu einer noch einmahl so großen Geschwindigkeit brauchte man also 16 Ruder. Da müßte man aber auch wieder mehr Kerls haben u. s. w. Besser könnte man sich durch Verdünnung und Verdichtung der Luft helfen — (mit einem Planum inclinatum). — Wenn

*) Göttingen, ist dieser Art Wurst wegen, die weit und breit verschicket werden, sehr berühmt.

die Luftballons nur nicht so viel kosten möchten! da könnte man sich sonst manches Vergnügen machen. Wenn man z. B. nach Hamburg reiste, könnte man den Ballon an den Wagen binden, und so in der Luft nebenher ziehen; man könnte über Flüsse, wie über Quecksilber gehen; man könnte über Ortschaften setzen; man könnte recht gut Höhen messen, indem man einen kleinen Ballon an einen seidenen Faden hinaufsteigen ließe; man könnte über die Atmosphäre wichtige Aufschlüsse erhalten; einem Pferde, das in einem Wagen 20 Centner ziehen muß, dürfte man nur einen Luftballon an den Wagen befestigen, so würde es vielleicht nur 12 Centner, oder noch weniger ziehen dürfen; zum Recognosciren hat Lichtenberg diese Ballons schon lange empfohlen. — Allein, wie gesagt, die Kostbarkeit derselben ist daran hinderlich. Um sich davon eine Idee zu machen, folgt hier die detaillirte Beschreibung eines solchen Luftbal-

lons. Blanchard brauchte zu einem Bal-
lon von 26 Fuß im Durchmesser 6591 Pfund
Vitriolsäure, das Pfund zu 10 Sous = 3
gute Groschen — sie muß also sehr ver-
dünnt gewesen seyn — macht 824 Thaler,
ferner 3500 Pfund Blechspäne und Eisen-
seile; 1800 Pfund zu 60 Livres, macht 876
Thaler. Nun der Taffet. Eine Kugel deren
Durchmesser 26 Fuß beträgt, hat 2110
Quadratfuß Oberfläche. Nun noch der Fir-
niß und alles Uebrige. Man sieht also, daß
der Spaß sehr hoch zu stehen kömmt.

Nach der neuen Chemie besteht
das Wasserstoffgas aus der Verbindung des
Hydrogens mit Calorique; und die
verschiedene Nahmen, welche es
führt, sind folgende: brennbares Gas,
entzündbare Luft, entzündliche
Luft, inflammable Luft, bren-
nende Luft, Brennlust. Bey Hel-
mont heißt sie Gaz pingue. In-
flam m a b l e Luft ist unstreitig der beste

Nahme, weil er sich auf keine von beyden Hypothesen gründet.

6. Kohlen = Wasserstoffgas, (Gaz hydrogène carboné).

Es kömmt in vielen Stücken mit dem reinen Wasserstoffgase überein; nur unterscheidet es sich von diesem, durch ein größeres eigenthümliches Gewicht; durch eine dichtere und gefärbtere Flamme, mit der es brennt; und besonders dadurch, daß es bey dem Verbrennen in verschlossenen Gefäßen mit Sauerstoffgas, nicht bloß Wasser, sondern auch kohlenstoffsaures Gas oder fixe Luft hinterläßt, welches letztere bey dem reinen Wasserstoffgase nicht der Fall ist. —

Man erhält dieses Gas bey der Zerlegung aller thierischer und vegetabilischer Körper durchs Feuer oder durch die Fäulniß. In der Natur findet man es in Sümpfen,

Pflügen und stehenden Wässern, woher es besonders den Rahmen der Sumpflust (Gas hydrogène des marais) führt. Um es hier bequem aufzufangen, nimmt man eine ausgedrückte Blase und bindet sie mit der Deffnung an ein messingenes Rohr, das mit einem Hahn versehen ist. Unter das Rohr bringt man einen Trichter an, der mit einer Dese versehen ist, daß man denselben mit einem Stocke in den Sumpf stürzen kann, um nicht selbst darinn waten zu dürfen. Rührt man nun mit einem andern Stocke in dem Sumpfe unter dem Trichter herum, so wird die Luft in die Höhe getrieben, und dringt in die leere Blase. Sobald die Blase voll ist, verschließt man den Hahn, nimmt sie heraus, drückt sie in Boutheillen aus, und füllt sie aufs neue.

Auch in den Kloaken ist sie zu Hause diese Luft. Lichtenberg las im Journal de Paris die Nachricht, daß ein Tabakraucher einen brennenden Fidibus in den

Leibstuhl warf, darüber fing es in demselben hell zu lodern an, und es verbreitete sich ein so arger Gestank in der Stube, daß man nicht bleiben konnte. Schade, daß es nur die Gelehrten wissen, welch' eine merkwürdige Luft über den Abtritten schwebt, und daß diejenigen, die sich sogar mit Wegräumung des Unrathes derselben beschäftigen, nichts davon erfahren. Von den Kanzeln sollte man es vermelden.

Aus dem obigen Umstande, daß man bey dem Verbrennen dieses Gases mit Sauerstoffgas, nicht bloß Wasser, sondern auch Kohlensaures Gas erhält: folgert die neue Chemie, daß die Basis desselben Kohlenstoff und Wasserstoff seyn, und gibt ihm daher den Nahmen: Kohlenstoff-Wasserstoffgas. Die übrigen Nahmen sind folgende: schweres brennbares Gas, Sumpfluft, Kohlenstoffhaltiges oder gekochtes Wasserstoffgas.

7. Kohligsaures Gas (Gaz oxide de Carbone.)

Eine neue von Cruikshank in England entdeckte Gasart, von welcher in den Lichtenbergischen Vorlesungen noch nichts vorkam.

8. Phosphor-Wasserstoffgas (Gaz hydrogène phosphoré.)

Es hat viele Aehnlichkeit mit dem Schwefel-Wasserstoffgase, oder die Schwefelleberluft, und wird auf folgende Art erhalten. Man nimmt zu zwey Unzen guter kaustischen Lauge, zwölf Gran Phosphor, bringt das Gemische in eine Retorte — die man des möglichen Zerplatzens wegen, mit einem Drathnese einfassen muß — setzt dieselbe nun auf Kohlenfeuer und fängt das sich entwickelnde Gas über Quecksilber auf. — Zu einer guten kaustischen Lauge aber dient folgendes Recept. Auf zehn

Loth lebendigen oder ungelöschten Kalk, gieße vier und zwanzig Loth Wasser. Wenn diese Mischung noch siedet und heiß ist, gieße fünfzehn Loth vegetabilisches Alkali, (Pottasche) mit sechzehn Loth Wasser vermischt dazu, und rühre alles wohl durcheinander.

Das Phosphor - Wasserstoffgas hat den ausgezeichneten Charakter, daß es sich unmittelbar bey Berührung der atmosphärischen nicht ganz kalten Luft, mit einer Explosion und lebhaften Lichte von selbst entzündet. Noch lebhafter geschieht dieß bey Berührung des Sauerstoffgases. Hieraus könnte nun manches Leuchten in der Natur erklärt werden, und die Antiphlogistiker erklären daraus wirklich die Irlichter, Sternschuppen u. s. w. — Außer dieser ausgezeichneten Eigenschaft, besitzt dieses Gas einen sehr unangenehmen, fauligen, knoblauchartigen Geruch.

Nach der neuen Chemie ist die Basis desselben, Wasserstoff und Phosphor, und es heißt daher: Phosphorwasserstoffgas. Die übrigen Nahmen sind: Phosphorgas, phosphorisches Gas, Phosphorluft, phosphorhaltiges oder gephosphor-tes Wasserstoffgas, gasförmiger phosphorisirter Wasserstoff.

9. Kohlenstoffsaures Gas, oder fixe Luft. (Gaz acide Carbonique).

Ist diejenige Gasart, die sich bey jeder Weingährung so häufig entwickelt und deswegen auch die Gährungsluft genannt wird. Am leichtesten und wohlfeilsten erhält man es, wenn man auf Kreide verdünnte Vitriolsäure gießt und in einer pneumatischen Vorrichtung die sich entwickelnde Luft auffängt. — Es wird auch durch das Verbrennen der Vegetabilischen

Substanzen gewonnen, woraus sich ergibt, daß es ein Bestandtheil derselben, und ihrem Wachsthum günstig seyn müsse. Da sich nun dasselbe auch bey dem Athemhohlen warmblütiger Thiere entwickelt, wo man es in der ausgehauchten Luft allezeit antrifft, und die Pflanzen hingegen Lebensluft entwickeln: so sieht man hier einen sehr schönen Cirkel in der Natur. Diejenige Luft, welche die Menschen als eine ihnen schädliche Luft von sich schaffen, dient den Pflanzen zur Nahrung; und diejenige Luft, welche die Pflanzen bey dem Sonnenlichte entwickeln, ist wieder den Menschen so heilsam. Daher ist ein Spaziergang in grünen Auen und Feldern, und in Wäldern, in welche die Sonne dringen kann, so erquickend. Unter dem Schatten der Bäume hingegen, entwickelt sich eine schädliche Luft, deren Einfluß man auch bald fühlt, wenn man sich besonders Abends dahin lagert.

Die vorzüglichsten Eigenschaften des kohlensauren Gases sind folgende. Es ist :

1. mephitisch, und also eben so wenig fähig das Verbrennen, als das Athemhohlen zu unterhalten. Hält man Licht an die Oeffnung eines Glases, in welchem solches Gas enthalten ist, so verlöscht es augenblicklich. Man kann die Flamme ordentlich auffangen. — Menschen und Thieren wird es tödtlich. An einzelne Ausnahmen darf man sich nicht kehren. So hat es allerdings Menschen gegeben, die fire Luft einathmeten. Pilatre de Rozier — der bekannte Märtyrer der Aeronautik, hat sogar Salpeterluft eingeathmet.

2. Das kohlensaure Gas ist beträchtlich schwerer als die atmosphärische Luft. Es verhält sich nämlich zu dieser, wie 1,4973 zu 1, und ein Kubickzoll davon wiegt 0,68985 Gran. Es sinkt daher in der atmosphärischen Luft

zu Boden, und hieraus läßt sich erklären, warum Hunden in Höhlen, wo fire Luft ist, z. B. in der Grotta del Cane, (Hundsgrotte) nicht weit von Neapel, diese Luft so tödlich wird, hingegen für die Menschen unschädlich bleibt. Sie nimmt nämlich die untern Regionen ein. Nun halten die Hunde die Nasen tiefer, als die Menschen; kommen also in tiefere Schichten und finden so ihren Tod. — Sündet man in einem großen Glasgefäße, in dem sich Wasser befindet einen Schwärmer an: so brennt derselbe unter dem Wasser fort, und oben auf die Oberfläche des Wassers setzt sich nun die fire Luft, liegt ordentlich da, und wogt sich. Auf eine ähnliche Art muß man sich vorstellen, befindet sich dieselbe auch auf dem Boden der obigen Hundsgrotte. — Der Umstand, daß die fire Luft schwerer ist, als die atmosphärische, hat zu mancherley beleuchtenden Versuchen Veranlassung gegeben, wodurch sich unter andern der D ü c d e

Chaulnes auszeichnete. So gab er z. B. in einer Gesellschaft folgendes auf: In ein Glas, worinn nichts ist, aus einem andern worinn auch nichts ist, etwas zu gießen, was Lichter auslöscht, und Vögel tödtet. Natürlich, befindet sich in einem leeren Glase ein Licht, oder ein Vogel, und gießt man in dasselbe aus einem andern Glase fixe Luft, so sinkt sie, weil sie schwerer ist, in das erste Glas hinein, löscht das Licht aus, oder tödtet den Vogel.

3. Das kohlensaure Gas, verhält sich wie eine jede andere Säure. Es färbt nämlich die Lakmüstinktur roth, und der Daumen oder die Hand, welche man über das Glas hält, wird dabey angezogen. — Die Lakmüstinktur muß in das Glas, worinn die fixe Luft ist, gegossen werden.

4. Das kohlensaure Gas schlägt den Kalk im Kalkwasser nieder. Kalkwasser ist dasjenige

reine Regenwasser, in welchem ungelöschter Kalk aufgelöst und dann filtrirt wird. Auch mit dem Selzer- oder eigentlich Selterser Wasser, in welchem, so wie in allen Sauerwässern fixe Luft enthalten ist, läßt sich dieser Versuch anstellen. Jedoch mit dem Unterschiede, daß sich der Kalk zwar niederschlägt, aber gleich wieder verliert, welches jedoch am Ende aufhört.

5. Das kohlensaure Gas geht mit dem Wasser sehr leicht eine Verbindung ein, und ertheilt demselben einen säuerlichen Geschmack. Es läßt sich ungefähr zu gleichen Theilen mit dem Wasser verbinden. Hierauf gründet sich nun die künstliche Nachahmung der Sauer- oder Mineralwässer. In allen diesen Wässern ist nämlich fixe Luft enthalten, und sie gerade verursacht die angenehme Säure derselben. Weil aber diese Wässer auch noch andere Materien enthalten, die einem Kranken schädlich

werden dürften, wenn man ihm diesen heilsamen Trank reichen wollte: so hat man Vorrichtungen erfunden, das frische Brunnen-Wasser mit fixer Luft zu imprägniren. So eine Maschine hat Parker, der berühmte Glasschleiffer zu London, von dem auch das bekannte Sonnenmikroskop herührt, erfunden. Sie wird aber auch in Schorborn vortrefflich nachgemacht. Die Einrichtung derselben ist folgende. Es werden drey gläserne Gefäße A, B, C, (Fig. 15.) von der Gestalt, wie die Figur sie zeigt, luftdicht in einander gesetzt. Das untere Gefäß C dient zur Entwicklung der fixen Luft, worinn also die Kreide mit verdünnter Vitriolsäure gebracht wird. Es hat bey a eine kleine Oeffnung, um während der Operation frische Materialien in das Gefäß zu bringen, oder die vorhandenen umzurühren. In dem mittleren Gefäße B befindet sich das Wasser, das mit fixer Luft imprägnirt werden soll und welches, wenn

dieß geschehen ist, zur Deffnung b abgelassen wird. Es stehet mittelst zweyer fein und vielfach durchbohrten Stöpfeln, die sich in dem Halse derselben befinden, und innerhalb welcher, auf dem untern ruhend, eine Klappe angebracht ist, um das Herabtröpfeln des Wassers zu verhindern, mit dem untern Gefäße in Verbindung. Das dritte Gefäß A dient, die Berührung zwischen Wasser und Luft immer stärker zu machen. Indem nämlich die fixe Luft aus dem untern in das mittlere dringt, treibt sie aus diesem das Wasser, mit dem es ganz voll ist, in das obere Gefäß, und von hier aus drückt dieß Wasser wieder zurück, auf das, was in dem mittleren enthalten ist. Der Hals dieses oberen Gefäßes ist deswegen umgebogen, damit die Luftblasen, wenn sie aufsteigen, nicht unmittelbar auf die Deffnung treffen. — Uebrigens versteht sich von selbst, daß, wenn bey b das imprägnirte Wasser abgelassen wird, das Wasser in A

nach B herabsinkt, und daß man, wenn die Operation fortgesetzt werden soll, bey der Deffnung c eben so viel frisches Wasser nachgießen muß.

Ueber die haarröhrchenartigen Canäle der beyden gläsernen Stöpsel im Halse des mittleren Gefäßes hat man sich gewaltig den Kopf zerbrochen. Ein gewisser Gelehrter verlangte 12 Dukaten für das Geheimniß. „Ich will es Ihnen umsonst sagen, mein Herr, sagte Lichtenberg. Man nimmt ein Büschel von Glasröhren; die werden mit Gasmasse stark umwickelt, dann bis zur Weiche erhitzt; dann wird gezogen.“

Im Compendio sind verschiedene Bücher angegeben, die verschiedene Methoden zur Imprägnirung des Wassers mit fixer Luft vorschlagen. Allein sie sind alle sehr kostbar. Weit simpler ist folgendes Verfahren, bey dem man mit einem Gehülfsen viel imprägnirtes Wasser erhalten, und bey dem dieser Gehülfe noch dazu ein Bedienter seyn

Leant. Man steckt an eine Bouteille oder Retorte, in welcher sich fixe Luft befindet, ein gebogenes bleyernes Rohr und fängt nun diese Luft in einem mit reinem Wasser gefüllten Gefäße, mittelst zweyer mit Wasser gefüllten Bouteillen abwechselnd auf. Ist die eine Bouteille voll, halb mit fixer Luft, halb mit Wasser: so schüttle man beydes untereinander und stecke die andere Bouteille indeß an's Rohr. Hat man die erste e rüchtig durcheinander geschüttelt, so fülle man sie wieder aus dem Gefäße ganz voll mit Wasser, schütte sie dann ins Gefäß aus, und fülle sie von neuem daraus mit Wasser. Macht man nun mit der andern Bouteille das Nähmliche, und repetirt das Verfahren eine Zeitlang: so wird bald das Wasser, sowohl im Gefäße, als in den Bouteillen mit fixer Luft imprägnirt seyn. — Wenn man in ein Wasser lange haucht, so wird auch Sauerwasser daraus. M. Seyde machte den Versuch im Collegio.

Der Effekt von dem Gebrauch der fixen Luft ist erstaunend. Nach der Erzählung von Cavallo hatte ein Kranker so arge zusammenfließende Pocken, daß er wie rohes Fleisch aussah, und so stark roch, daß es selbst die Wärterinn nicht aushalten konnte. Durch fixe Luft wurde nicht nur der Geruch vertrieben, sondern auch der Kranke hergestellt. — Lichte nberg verordnete einmahl Jemanden im Faulfieber, eine Clystier mit fixer Luft: sogleich änderte sich die Krankheit. — Sigaud de la Fond erzählt einen Fall, daß Jemand einen Krebs hatte, dessen größte Länge 16 Zoll betrug. Geheilt konnte er nicht mehr werden. Aber was ist bey solchen Krankheiten nicht schon eine Linderung werth! der Krebs zog sich doch bis auf 4 Zoll zusammen, und die Schmerzen wurden gelinder.

Nach dem antiphlogistischen Systeme ist die Basis des kohlensauren Gases Kohlenstoff und Sauerstoff. Daher der

Nahme. Die übrigen Nahmen sind: Kohlengesäuertes, Kreidensaures, Luftsaures, mephitisches Gas; wildes oder weiniges Gas; Kalkgas; fixe, feste, künstliche Luft; mephitische Säure, Kreidensäure, Kohlensäure, Luftsäure, Sauerluft.

10. Salzsaures Gas (Gaz acide muriatique).

Ist eigentlich die Kochsalzsäure in Luftgestalt. Man erhält es am besten, wenn man zu zwey Theilen Kochsalz nach und nach einen Theil sehr concentrirter Schwefelsäure bringt. Es muß über Quecksilber aufgefangen werden, weil es sich so leicht mit dem Wasser verbindet. Es ist eine böse Sache um dieses Auffangen! Lichtenberg nahm dabey immer ein Paar Pfisen Tabak. —

Bei Berührung der atmosphärischen Luft, oder des Ammoniakgases verliert es seine luftförmige Gestalt und verwandelt sich unter Erwärmung in einen weißgrauen Nebel. Mit dem letztern insbesondere bildet es, wie schon oben angeführt wurde, den Salzmia. — Die übrigen Eigenschaften sind im Compendio angegeben.

11. Uebersaures salzsaures Gas
(Gaz acide muriatique oxygéné).

Wird das salzsaure Gas mit noch mehrerem Sauerstoffe verbunden, so erhält es ganz andere Eigenschaften. Es verwandelt sich dann in einen gelblichen Dampf von äußerst stechendem Geruch und Geschmack, welcher in der neuen Chemie den Namen: Uebersaures salzsaures Gas, erhalten hat, in der alten aber unter dem Namen der dephlogistisirten Salzsäure bekannt ist.

Die merkwürdigste Eigenschaft dieses Dampfes — in welchem alle Metalle auflösbar sind, ist die, daß sich manche Metallkalke, die man hinein bringt, entzünden. Ja, Scherer zu Jena ist es sogar gelungen, ein Goldblättchen zu entzünden. — Da sich das Bleichen auf die Zerstörbarkeit der Pflanzenfarbe gründet, diese aber durch die dephlogistisirte Salzsäure so vollkommen bewirkt wird: so hat man dieselbe mit dem besten Erfolge auch zum Bleichen angewendet, und sicherlich würde dies schon allgemeiner eingeführt worden seyn, wenn das Bleichungsmaterial nicht so hoch zu stehen käme. In kurzer Zeit kann man Linnen, das man in ein mit dieser Säure imprägnirtes Wasser taucht, weiß kriegen. Es wurde im Collegio der Versuch mit einem Stück, das voll großer Lintenflecke war, gemacht. In ein Paar Minuten waren die Flecke heraus, und das Stück Linnen wurde ganz weiß, nachdem man es noch

in einer mit Wasser sehr verdünnten Vitriol-
säure wusch, um Alles übrige wegzubringen.
Aber dieß ist nur noch eine Kleinigkeit!
Selbst das Gedruckte aus den Kattunen
kann man herausbringen. Wenn also ein
Ding aus der Mode kommt, so wäscht man
es ab, und drückt etwas anders darauf.
Welch eine herrliche Sache! Nur thierische
Stoffe nehmen dieß nicht gut an. So wird
z. B. die Wolle gelb davon. Aber alte Ku-
pferstiche, die schon gelb sind, werden dadurch
wieder, als ob sie erst von der Presse ge-
kommen wären. So auch das Papier. Beym
Schweizer Papier wird hievon wahrschein-
lich schon Gebrauch gemacht. Wenn man
elendes Druckpapier durch diese Säure zieht,
so wird es schön weiß. Nur müßte man
noch eine Methode erfinden, dieß geschwind
zu bewerkstelligen. Könnte man sie vollends
zur Bleichung des schönen Geschlechts ge-
brauchen und ordentliche Mansellenbleichen
einrichten: so könnte man sich gewiß

viel damit verdienen! Vor einiger Zeit hat sich das Gerücht verbreitet, daß ein Arzt zu London einen Mohren weiß gewaschen hat. Wie mochte sich da manche schwarze Dame freuen! — In Grens Journal IV. Band S. 31. folg. steht über das Bleichen mit dephlogistisirter Salzsäure, eine Abhandlung vom Professor P i c k e l zu Würzburg, und in L e n n e r s Anleitung, vermittelt der dephlogistisirten Salzsäure zu jeder Jahreszeit vollkommen weiß, sicher und wohlfeil zu bleichen. Leipzig 2te Auflage 1794, 8. *) findet sich alles über diesen Gegenstand beisammen.

Sowohl das salzsaure, als das über-
saure salzsaure Gas, hat nach der neuen
Chemie zu seiner Basis das noch völlig un-

*) Im Jahre 1800, ist davon die dritte ganz umgearbeitete vermehrte und verbesserte Auflage gr. 8. mit 12 Kupfern erschienen. Die erste Ausgabe erschien im Jahre 1793.

bekannte und analogisch vorausgesetzte Radikal *muriatique*.

12. Schwefligsaures Gas (*Gaz acide sulphureux*.)

Ist eigentlich die flüchtige Schwefelsäure in Luftgestalt. Man erhält es, wenn man gleiche Theile Quecksilber und Vitriolöhl im Sandbade bis zum Sieden erhitzt. Die Eigenschaften desselben sind im *Compendio* angegeben.

Nach der neuen Chemie ist die Basis dieses Gases die unvollkommene Schwefelsäure (*acide sulphureux*) und es hat noch folgende Nahmen: Vitriolsäure Luft, Schwefelluft, Schwefelgas u. s. w.

13. Flußspathsäures Gas (*Gaz acide fluorique*).

Ist die Flußspathsäure in Luftgestalt und wird erhalten, wenn man auf zer-

flüßigen Flußspath concentrirte Vitriolsäure gießt, und dann die Retorte in glühende Asche setzt. Muß auf Quecksilber aufgefangen werden. *Chard* läugnete, daß auf diese Art wirklich Luft erhalten werden könne, — es wäre nur Säure meinte er. Aber *Scheele* lebte gerade noch so lange, um ihn widerlegen zu können.

Es verwandelt sich bey Berührung der atmosphärischen Luft in weißliche Nebel, und hält man eine Glasplatte über diese Nebel, so wird die Fläche derselben sehr schnell angegriffen, sie verliert ihre Politur, wird undurchsichtig und das Glas wird wirklich angefressen.

Hierauf gründet sich nun die Kunst in Glas zu ätzen. *Klaproth* zu Berlin hat diese Kunst wieder hervor gesucht. *Lichtenberg* hörte davon, daß man in Berlin Glas äße, sogleich versiel er darauf, daß dieß mit der Flußspathsäure geschehen müsse. Er machte den Versuch und dieser

gelang vollkommen. Aber Erfinder, wofür ihn einige ausgeben, ist er nicht davon. Das Glas muß nicht zu hart seyn, wenn der Versuch gelingen soll, wie Lichtenberg mit einem Trinkglase erfuhr, auf welches er Kästners Bild ätzen wollte. Auch ist es nach neuerem Rathe am besten, diejenige Seite des Glases, in welche man ätzen will, mit Hausenblasen zu beschmierern. Aber auch die andere Seite muß man bedecken, um sie gegen das penetrante Gas zu bewahren. Nur darf diese Bedeckung ganz simpel seyn z. B. mit Thon oder gelben Wachs. Hält man nun den radirten Grund über die weißlichen Dämpfe des Gases, so ist das Ätzen in ungefähr 10 Minuten vollendet, welches man daraus erkennt, wenn die Striche etwas weißlich zu werden anfangen. — Wenn man die Eudiometerrohren inwendig mit spathsaurem Gas ein wenig ätzt, so verhütet man, daß sich das Wasser nicht zu sehr ansetzt.

Vom Wasser wird dieses Gas sehr schnell verschluckt, wie man sich am besten überzeugen kann, wenn man in eine Röhre, in welcher es enthalten ist, mit einer oben gekrümmten Spritze, Wasser hineinbringt.

Die Basis dieser Gasart ist nach der neuen Chemie das unbekanntes Radikal *fluorique* — und es führet noch folgende Nahmen: *Flußspathsäure Luft*, *luftige Flußspathsäure*, *flüssiges Gas*, *spathgesauertes Gas*.

14. *Drydirtes Stickstoffgas (Oxide d'azote gazeux.)*

Wurde nicht erwähnt.

15. *Stickstoffgas oder phlogisirte Luft (Gaz azotique).*

Man erhält sie am wohlfeilsten, wenn man den gemeinen Phosphor in der gemeinen Luft verbrennt, und ihre merkwürdigste

Eigenschaft ist die, daß sie mit dephlogistisirter oder auch gemeiner Luft vermischt, und durch den elektrischen Funken entzündet, eine wahre Salpetersäure gibt. Dieß ist eine Entdeckung von Cavendish, und auf diese Entdeckung stützt sich auch ganz vorzüglich das neue System der Chemie. Er nahm zu seinem Versuche drey Theile Lebens- und sieben Theile phlogistisirte Luft.

Man erhält dieses Gas auch, oder wenigstens demselben etwas frappant Ähnliches, wenn man die Dämpfe des kochenden Wassers durch ein glühendes irdenes Pfeifenrohr gehen läßt. — Dagegen sind viele Einwendungen gemacht worden. Siehe Priestleys Werke VI. Band 2. Sektion. Priestley hat folgenden merkwürdigen Versuch angestellt. Er nahm eine Glocke und setzte sie in ein Gefäß mit Quecksilber. Oben in der Glocke brachte er eine Retorte an. In die Retorte legte er feuchten Thon. So

erhielt er zur Retorte eine Luftart heraus und das Quecksilber fing an zu steigen. Wie er nun untersuchte, war es die nähmliche Luft, welche unter der Glocke war, und das Wasser in der Retorte war auch das Nähmliche. Die Dämpfe gingen also wieder retour! So einen Fall gibt es in der ganzen Physik nicht. Hätte ich, sagte hier Lichtenberg, Vermögen, ich gäbe gleich eine Preisfrage darüber auf, daß dieses merkwürdige Phänomen näher untersucht würde.

Nach dem antiphlogistischen System bestehet dieses Gas aus einem eigenen Grundstoff = Azote mit dem Calorique verbunden; und es führt noch folgende Nahmen: phlogistisirte. oder phlogistische Luft, verdorbene Luft, unreine Luft, Stickluft, Salpeterstoffgas, Stickstoffluft, Stickgas, azotisches Gas.

16. Salpeter Gas (Gaz nitreux.)

Wird am bequemsten erhalten, wenn man auf Kupfer verdünnte Salpetersäure gießt. Scheele und Andere waren so verwegen, diese Luft einzuathmen. Dieß ist höchst gefährlich, weil sich dieselbe, wie wir gleich sehen werden, wenn sie mit gemeiner Luft vermischet wird, in Salpetersäure zersetzt. Geschieht nun dieser Prozeß in der Lunge, so kann die Säure die Lunge angreifen und der Mann sich zu Tode husten. In der Berliner Monatschrift rieth einmahl Jemand die Salpeterluft im Faulfieber, Pthisis und andern Krankheiten, als sehr heilsam an. Welch' ein gefährlicher Rath! Er wechselte die reine dephlogisirte Luft mit der Salpeterluft, weil jene auch aus Salpeter erhalten wird.

Der ausgezeichnete Charakter des Salpetergas besteht darin, daß es bey Berührung der atmosphärischen Luft sogleich

seine Gasform verliert, und in einen röthlich gelben Nebel, unter Erwärmung und Verminderung des Volumens beyder Lustarten verwandelt wird. Nichts bleibt von der atmosphärischen Luft übrig, als das Stickstoffgas. Die röthlich gelben Nebel sind Salpetersäure, die das Wasser, mittelst dessen jene Berührung bewirkt wird, nach und nach einsaugt. — Mit dem Sauerstoffgas zeigen sich natürlich alle diese Erscheinungen noch auffallender. Ein Maß desselben mit ungefähr zwey Maß Salpetergas vermischt, verschwindet fast gänzlich und würde auch gänzlich verschwinden, wenn man das Sauerstoffgas ganz rein von allem Stickgas erhalten könnte.

Auf diese Eigenschaft des Salpetergas, daß es durch die respirablen Lustarten (atmosphärische und dephlogistifirte) zersetzt, aber durch die irrespirablen (z. B. Stickstoffgas) nicht zersetzt wird: gründen sich nun die Eudiometer oder Lustgütemes-

ser. Es sind dieß Instrumente, welche die Größe der Verminderung, die die atmosphärische Luft durch Vermischung des Salpetergas erleidet, bestimmt angeben. Dahnämlich die atmosphärische Luft aus Sauerstoffgas und Stickstoffgas bestehet, jenes aber bey der Vermischung mit Salpetergas ganz verschwindet, und nur dieses übrig bleibt: so muß sie um so reiner und heilsamer seyn, je größer nach der Vermischung ihre Verminderung wird, weil diese anzeigt, daß sie viel Sauerstoffgas müßte enthalten haben. Indes freylich zeigen die Eudiometer nicht immer die medizinische Güte der Luft an, und verdienen daher den Namen der Luftgütemesser nicht. Es kann ja viel Verderbliches in der Luft enthalten seyn, was sie nicht anzeigen, weil es das Salpetergas nicht zersetzt, und umgekehrt kann manches, was dieses Gas nicht zersetzt, dennoch heilsam seyn.

Lichtenberg verweilte lange bey diesem Salpetergas = Eudiometer, beschrieb das Priestleysche; zeigte das Landrianiſche vor; ließ mit dem gewöhnlichen von Fontana Versuche anstellen; rühmte die Geschicklichkeit in ähnlichen Versuchen, des Hrn. Professors Pickel zu Würzburg, mit welchem Lichtenberg einen ganzen Monath lang zu Göttingen solche Versuche anstellte, und die im 2ten Jahrgang des Göttingischen Magazins beschrieben sind; sprach von den Verbesserungen, welche Cavallo, Luz und Wilke, bey dem Fontanaschen Eudiometer angebracht haben; erzählte das Verfahren, das Herr von Saussure auf Reisen und auf Bergen bey Versuchen mit diesem Eudiometer beobachtet; verwies über die Procedur bey dem Eudiometer auf den ersten Band der Ingenhousischen Schriften; erklärte die Schererſche Geschichte der Luftgüte = Prüfungslehre. Wien 1785, 2 Th. für das beste Buch über die ganze Lehre

vom Eudiometer u. s. w. Allein da durch neuere Entdeckungen dieses Eudiometer fast ganz ausser Gebrauch gekommen ist, und das Voltaische mit Wasserstoffgas (Siehe oben Wasserstoffgas) unendliche Vorzüge hat: so wollen wir dabey nicht verweilen. Auch bey den übrigen Eudiometernicht, von welchen Lichtenberg das Scheelsche — das zu viel Zeit erfordert, das Seguinsche und das Reboulsche — beyde mit Phosphor, erwähnte.

Nach dem antiphlogistischen Systeme hat das Salpetergas mit der Salpetersäure einerley Grundlage, nämlich Stickstoff (Azot) und Sauerstoff (Oxygen). Nur das Verhältniß ist in beyden verschieden. Im Salpetergas befinden sich 32 Theile Stickstoff, und 68 Theile Sauerstoff; in der Salpetersäure aber 20,5 Theile Stickstoff und 79,5 Theile Sauerstoff. Oder im Salpetergas ist Azot : Oxygen = 1 :

2 ; *) in der Salpetersäure aber ist Azot :
Oxygen = 1 : 4.

Läßt man das Salpetergas über angefeuchtetem Eisenfeilstaub stehen, so erleidet es eine Verminderung seines Umfangs von etwa $\frac{2}{3}$ und erlangt ganz andere Eigenschaften, als es vorher besaß. Dieß ist dann das oxydirte Stickstoffgas (Oxide d'azote gazeux), welches oben erwähnt wurde.

Das Salpetergas führt noch folgende Nahmen: Salpeterartiges Gas, Salpeterartige Luft, nitrose Luft, Salpeterhalbsaures Gas.

Vom Gazometer.

Gazometer sind sehr kostbare Instrumente, um das Verbrennen der dephlogistische

*) Lichtenberg gab dieß Verhältniß noch wie 2 : 3 an.

sirten und inflammablen Luft in bestimmten Verhältnissen, und mittelst des elektrischen Funken bequem zu verrichten, und das dadurch erhaltene Wasser gehörig zu sammeln und zu wägen. Eine solche gazometrische Maschine, mit welcher der jüngere Jaquin zu Paris Versuche anstellte, und $1\frac{1}{2}$ Cubit Fuß Gas enthielt, kostete 360 Thaler. Sie war von Fortin gefertigt. Eben dieser macht *) nun auch eine für den König von Spanien, die $2\frac{1}{2}$ tausend Reichsthaler kosten wird.

Dasjenige Gazometer, welches sich Lichtenberg, nach meinem Gedanken von Volta perfertigen, und mit welchem er im Collegio Versuche anstellen ließ, hatte die Einrichtung, welche Fig. 16. darstellt. Die gläserne Kugel B, mit dem runden, gläsernen

*) Man vergesse nicht, sich in das Jahr 1795 zu versehen, in welchem Lichtenberg dieses sagte.

Fußgestell F stellt das eigentliche Gazometer vor, und steht mit der umgestürzten Glocke A, welche darauf geschraubt ist, in Verbindung — mittelst der Oeffnung a, die mit dem Hahne b verschlossen werden kann. Nun wird B mit inflammabler Luft, A mit Wasser gefüllt, und letzteres auf ersteres gebracht. Wenn das Wasser durch die Oeffnung a in die Kugel B herabfließt, so jagt es die inflammable Luft bey c in ein starkes, messingenes, mit einem Hahn d versehenes Rohr, das mit dem Halse der Kugel B zusammenhängt. Dieses Rohr führt in eine kleine Campana C, die am Ende desselben befestiget ist. An diese Campana wird oben eine mit dephlogisirter Luft gefüllte Blase D und unten ein gläserner Cylinder E geschraubt. So wie die Campana C mit inflammabler Luft gefüllt ist, wird durch Zusammendrücken der Blase D auch etwas dephlogisirte Luft in dieselbe getrieben. Nun wird diese gemischte Luft angezündet, der

Cylinder E angeschraubt, und das Verbrennen der beyden Luftarten durch allmähliges Nachdringen und Nachdrücken derselben unterhalten. Lasse man die dephlogistisirte Luft auf einmahl häufig zufließen, so würde sich die Mischung mit einem großen Knall entzünden, und die Campane zersprengen. — Das Verbrennen zerlegt nun beyde Luftarten in Dämpfe, die sich an die Campane setzen, nach und nach in Wassertropfen in den Cylinder E herabfließen, und sich da sammeln. Am Ende würde die Luftmischung doch zu brennen aufhören, wenn man auch noch so viel dephlogistisirte Luft nachfließen ließe, weil weder die dephlogistisirte noch die inflammable Luft so rein ist, daß sie nicht etwas phlogistisirte Luft enthalten sollten, welche sich nach und nach in der Campane sammelt, und die Flamme erstickt. Würde man hingegen diese schlechte Luft wegpumpen, indem man an der Campanen eine kleine Luftpumpe anbrächte: so könnte

das Verbrennen und Zersehen der beyden
Luftarten so lange als man wollte, fortge-
setzt werden.

Mit diesen Gazometern nun, wurden
zu Paris die berühmten Versuche über die
Zusammensetzung des Wassers
angestellt; Lichtenberg erzählt blos von dem-
jenigen, der durch Lefevre de Guineau
angestellt wurde, und von welchem man im
Kozier's Journal 1788 Decem. Nachricht
findet. Der Versuch dauerte 12 Tage lang,
in einem fort; bey der Nacht wurde das
Laboratorium versiegelt. Die dephlogisirte
Luft zu diesem Versuche machte man aus
Braunstein; die inflammable Luft aus Ei-
senspänen, mit einem Theil concentrirter
Vitriolsäure und 5 Theilen Wasser ver-
mischt. Von jeder Luftart hatte man 25000
Cubikzoll. Die Höhe des Barometers, bey
welcher man operirte, war 28 Pariser Zoll,
und das Thermometer stand auf 10° Reaum.

Während der Operation pumpte man die phlogistische Luft oft heraus.

Man verbrannte :

1 Pf. *)	15 Unz.	6 Gros	10 Grains	Sauerstoff-
				gas mit
0 =	3 =	2 =	4 =	Wasserstoffgas ;
				also zusammen
2 =	7 =	8 =	14 =	Hievon abgezogen
=	4 =	7 =	23 =	die nicht ver-
				brannten, bleibt
2 =	3 =	0 =	63 =	als das Total-
				gewicht der

wirklich verbrannten Luftarten. Und das Wasser, welches man daraus erhielt, betrug 2 Pfund 3 Unzen 0 Gros 33 Grains:

*) Man muß sich hiebei erinnern, daß das französische Pfund 16 Unzen, die Unze 8 Gros, und das Gros 72 Grains hat. Das Sauerstoffgas wog demnach 18298 Grains; das Wasserstoffgas 4756; beyde Gasarten zusammen 23054; der gasförmige Rückstand nach der Verbrennung 2851; die wirklich verbrannten Gasarten 20222; das erhaltene Wasser 20193.

Deluc ärgert sich gewaltig, daß die Antiphlogistiker diesen Versuch ein Faktum nennen. Er ist sonst immer gleichgültig in seinen Schriften, aber wenn er auf dieses Wort kommt, ärgert er sich desperat. Wenn Lichtenberg Geld genug hätte, so würde er allen Universitäten die Preisfrage aufgeben, was eigentlich ein Faktum sey. — Deluc behauptet, daß schon vor der Verbrennung im Sauerstoffgase sowohl, als im Wasserstoffgase Wasser enthalten sey, und daß man also die Entstehung des Wassers durch die Verbrennung, nicht anders zu einen Beweis annehmen könne, als daß man stillschweigend voraussetze, diese Entstehung sey nur durch Zusammensetzung möglich. Dieß ist aber eine wahre *petitio principii*. So lange die Antiphlogistiker nicht a priori beweisen können, daß man durch Absonderung aus den Luftarten, kein Wasser erhalten könne, oder durch Versuche darthun, daß in denselben keines enthalten

sey; bleibt es um ihr sogenanntes Faktum, immer eine mißliche Sache. — In den Gipsfiguren, die auf den Straßen herumgetragen werden, ist $\frac{2}{3}$ Wasser enthalten.

Was die Zersetzung des Wassers in dephlogistisirte und inflammable Luft betrifft, so hat man nicht nur durch Vergleichung des Gewichts und Umfangs der verbrannten Gasarten, sondern auch durch wirkliche Versuche herausgebracht, daß 100 Theile Wasser, 0,85 Lebensluft und 0,15 inflammable Luft enthalten. Drey verschiedene Versuche gaben folgendes Resultat: 100 Theile Wasser enthielten: Sum

1tenmahl	84 $\frac{1}{2}$	dephlog.	+	15 $\frac{3}{4}$	inflam. Luft,
2tenmahl	84 $\frac{1}{2}$	"	+	15 $\frac{1}{2}$	" "
3tenmahl	84 $\frac{1}{2}$	"	+	15 $\frac{3}{4}$	" "

Man nannte auch dieß ein Faktum, ungeachtet es doch nach Delüc eine bloße Erklärung war.

Der entscheidendste Versuch über die Wasserzerlegung schien derjenige zu seyn, der im Jahr 1789 zu Amsterdam von den Herren Paets von Trostwyck und Deiman angestellt ward. Sie brachten in einen gläsernen mit destillirtem Wasser gefüllten Cylinder, (Siehe Fig. 17.) zwey Golddräthe und ließen auf dieselben eine elektrische Batterie wirken. Da ereignete sich nun der merkwürdige Umstand, daß Luftbläschen entstanden, in die Höhe stiegen, sich oben an das Glas ansetzten, und eine Luftsäule bildeten. War nun diese Luftsäule so lang geworden, als der obere Drath in die Röhre hineinging, so entzündete sie sich bey der nächsten Entladung, sie verbrannte, und das Wasser stieg wieder bis an die Spitze des Cylinders in die Höhe. Und hieraus zog man nun den Schluß: Weil der elektrische Funke diese Luftsäule entzündet habe: so müsse sie ein Gemisch von dephlogisirter und inflammabler Luft gewesen seyn. — Allein

mit Recht hat man hingegen angewendet, einmahl, daß man diese Luftsäule hätte herausnehmen und eudiometrisch prüfen sollen — welches nicht geschehen ist; und dann, daß man hiebey auf den chemischen Einfluß der Elektricität so ganz vergesse. Wer weiß wie groß dieser seyn mag! Siehe die Lichtenbergische Vorrede zum Compendio.

Hydrologie und Hygrometrie.

§. 237. 238.

Hydrologie.

Erlebens Ueberschrift: die Luft als ein Auflösungsmittel anderer Körper, ist nach den neuesten Versuchen ganz falsch. Die Luft löst nämlich das Wasser durchaus nicht auf — was man auch dafür anführen, und so viel Anzichendes auch überhaupt das sogenannte Auflösungs-system haben mag. Man hat

länge geglaubt, und glaubt es zum Theil immer noch, daß so, wie das Gold vom Königswasser aufgelöset wird, eben so auch das Wasser von der Luft aufgelöset werde, daß es dann in derselben schwimme, und als Regen u. s. w. niedergeschlagen werde. Liest man LEROY'S Schrift — eines praktischen Arztes zu Montpellier, so glaubt man, es könnte durchaus nicht anders seyn. Allein er wurde selbst gegen die Auflösungs- theorie mißtrauisch, und DELUC sagt von ihm, wenn er jetzt sein Buch schriebe, würde er es ganz anders schreiben.

Die Feuchtigkeit in der Luft ist ein Dampf, der bey jedem Grad von Wärme aus dem Wasser aufsteigt. Es ist Wasser, durch Feuermaterie aufgelöst, oder Feuermaterie in einem solchen Grade mit Wasser verbunden, daß dieses in Dämpfen aufsteigen, und in der Luft sich erhalten muß. So wie aus Bley ein Bleyfluß, und aus Eis Was-

fer wird, wenn sich eine gewisse Quantität Feuermaterie damit verbindet: so werden auch, bey jedem Grad der Wärme Dämpfe. Die Luft hat hiemit schlechterdings nichts zu thun; ja sie ist der Evaporation öfters sogar hinderlich. — Dieß alles gründet und bestätigt sich vorzüglich dadurch, daß auch in dem Torricellischem Vakuo Dämpfe entstehen; ja daß sogar das Quecksilber selbst in diesem Vakuo als Dampf aufsteigt. Das Erstere betreffend, darf man nur einen Tropfen Wasser über das Quecksilber im Barometer bringen und dasselbe dann der Wärme aussetzen: es werden die Dämpfe dieses Tropfens das Quecksilber nach und nach merklich herab treiben. Das Letztere sah Lichtenberg bey einem gewissen Aubert zu London, an einem Barometer mit einer Kugel oben. Er schlug nur an, so lief das Wasser in Tropfen herab. — Das Auskochen des Quecksilbers dazu ist eine gefährliche Sache.

Von dieser Ausdünstungstheorie ist De-
luc der Urheber und seine vorzüglichsten
Segner sind LeroY, Saussüre und Hu-
be. Allein er hat alle ihre Einwürfe wider-
legt, und seine Meinung wird sich wohl,
als die wahre behaupten. — Pictet, der
doch von dem reichen und imperieusen Herrn
von Saussüre zu Genf sehr abhängig ist,
wenigstens seine Ungnade zu befürchten hat;
sagt: die Sache ließe sich nach Deluc eben
so gut erklären. Und Volta schrieb Lich-
tenberg, daß er die Lehre des Deluc voll-
kommen bestätigt gefunden habe.

Die Lehre von der Ausdünstung muß
also aus dem Kapitel von der Luft ganz
heraus und unter dem Nahmen Hygro-
logie, und nach der Lehre vom Feuer, so
wie die verschiedenen Lustarten, abgehan-
delt werden.

S. 239.

Hygrometer.

Unsere Atmosphäre ist so erstaunend wichtig, daß wir uns nicht genug um die Bestandtheile, die in derselben enthalten sind, bekümmern können. Keiner von diesen Bestandtheilen zeichnet sich mehr aus, als die Feuchtigkeit. Die Lehre von dem Ursprung derselben und allem, was sie angeht, heißt Hygologie. — Die Lehre von dem, wie sie bestimmt und gemessen werden soll Hygrometrie, und die Instrumente, mittelst welcher diese Messung geschieht, Hygrometer, eigentlich also Instrumente, den Dampfgehalt in der Luft anzugeben; und mithin Meßinstrumente von den allerwichtigsten Beymischungen der Luft.

Könnte man die Feuchtigkeit von der Luft genau scheiden, so könnte man sie auch

leicht bestimmen. Allein da dieß nicht angeht, so muß man auf die Veränderungen achten, welche dieselbe in der Luft hervorbringt — wie ja auch z. B. bey dem Thermometer geschieht. Solche Körper, an welchen die Feuchtigkeit Veränderungen hervorbringt, heißen hygroskopische Substanzen, deren es eine unzählige Menge gibt, die aber nicht alle zum Messen geschickt sind. Auch werden sie im Dienste alt, und also unbrauchbar. Das ist sehr traurig! Es kömmt also viel darauf an, solche Substanzen zu wählen, die nicht geschwind verwittern. Sie zerfallen in zwey verschiedene Classen:

I. in solche, die die Menge der Feuchtigkeit der Luft, durch Abwiegen bestimmen, z. B. wenn man reines Vitriolöl auf einer Waage ins Gleichgewicht setzt, dann in ein feuchtes Zimmer bringt: so wird man gleich eine Veränderung gewahr werden.

2. in solche, bey welchen man auf die Veränderung ihrer Figur sieht z. B. die Stricke. Allein der Grad der Güte, womit diese den Unterschied angeben, ist erstaunend verschieden. Daher hat man genaue Untersuchungen angestellt, und bey diesen Untersuchungen haben sich vorzüglich Herr von Saussüre und Deluc ausgezeichnet.

Herr von Saussüre bediente sich bey seinem Hygrometer eines Menschenhaars. Er läßt dasselbe in einer Lauge von mineralischem Laugensalz eine halbe Stunde kochen, damit es seine Fettigkeit verliere, und Feuchtigkeit lieber annehme. Zu der Lauge nimmt er auf 1 Unze Wasser, 6 Gran Laugensalz. Die weißen oder blonden Haare sind die besten. Auch zwischen den Haaren eines Verstorbenen und Lebenden ist ein großer Unterschied, und die letzteren sind besser. Das so präparirte Haar verändert seine Länge von der größten Tro-

kenheit bis zur größten Feuchtigkeit um 0,024 bis 0,025 seines Maasses. — Dieses Haar befestiget er nun innerhalb eines Gestelles von Messing A B C D (Fig. 18.) oben bey a, läßt es über die Rolle b laufen, schlingt es um die Rolle c herum, und hängt ein kleines messingenes Gewichtchen e daran. An der Rolle c ist der Zeiger d befestiget, der nach dem silbernen Maassstab f g hinweist. Ist die Luft feucht, so dehnt sich das Haar aus, das Gewichtchen zieht dasselbe herunter, dreht damit die Rolle um, und damit den Zeiger von 100 gegen 1 hinauf. Ist hingegen die Luft trocken, so zieht sich das Haar wieder zusammen, und damit fällt auch die Rolle sammt dem Zeiger gegen 100 zurück.

Das Null vom Hygrometer oder die allergrößte Trockenheit bestimmte Sauffüre auf folgende Art. Er setzte das Hygrometer unter eine mit Quecksilber versperre Glocke. Nun machte er ein, in Gestalt ei-

nes halben Cylinders gebogenes Eisenblech glühend, bestreute es mit einem Pulver aus gleichen Theilen Salpeter und rohen Weinstein, und erhielt nun alles so eine Stunde lang im Glühen. Hierauf brachte er das Blech, so heiß, als ohne Zerspringung der Glocke möglich war, unter dieselbe — um das Hygrometer herum, daß dasselbe ganz bedeckt wurde, und nur so viel frey blieb, daß man sehen konnte, wohin der Zeiger weist. Das heiße Blech, besonders aber der heiße Salpeter riß nun alle Feuchtigkeit der Luft mit grosser Begierde an sich, und machte in der Glocke, in welcher er sich Stundenlang befand, die größte Trockenheit. Wo jetzt der Zeiger hinwies, da setzte Saurfüre das Null an seinem Maasstabe hin.

Um 100 oder den größten Grad von Feuchtigkeit zu bestimmen, stellte er das Hygrometer wieder unter eine Glocke, legte auf den Boden derselben einen nassen Lap-

pen, dessen Dünste die Luft in der Glocke bald saturirten, und das Hygrometer — nach seiner Behauptung — auf den höchsten Grad der Feuchtigkeit eben so gut stellte, als wenn es unter Wasser getaucht worden wäre. Wo in diesem Falle der Zeiger hinwies, da setzte er 100. — Auch ein Thermometer brachte er bey seinem Hygrometer an, um dasselbe sogleich zur Hand haben, und zu Rathe ziehen zu können.

De Lüc hat gegen das Saussüresche Hygrometer viele Einwendungen gemacht, so wohl in Ansehung der Brauchbarkeit des Haares, als der Bestimmung der festen Punkte. In der ersteren Hinsicht wandte er gegen dasselbe ein, daß das Haar dabey einen ganz krummen Weg nehme, ungefähr so, wie ihn Fig. 19. zeigt. Die beste hygroskopische Substanz sey aber diejenige, welche einen geraden Weg, die schlechteste, welche einen krummen nehme, und eine solche sey die Saussüresche. — In letzterer Hinsicht

sicht wandte er ein, daß die größte Feuchtigkeit nothwendig durch Einsenken ins Wasser müsse bestimmt werden, und daß man die größte Trockenheit besser durch den Gebrauch des Kalks erhalte.

Er erkohr daher das Wallfischbein, das er nach der Quere der Fasern schneidet, zur hygroskopischen Substanz. Es steht zwar in der Subtilität dem Saussureschen Menschenhaare nach, allein er arbeitete es doch so fein, daß ein Streif von einem Fuß in der Länge nur $\frac{1}{2}$ Gran wog, und doch $\frac{1}{2}$ Unze trug, ehe es brach; und dabey hat es den grossen Vorzug, daß ein solcher Streif von 8 Zoll Länge, zwischen den Punkten der größten Trockenheit und Feuchtigkeit einen Unterschied von einem ganzen Zoll gibt. — Dieß Wallfischbeinhygrometer hat ungefähr folgende Einrichtung. Der Fischbeinstreifen A B (Fig. 20.) ist am obern Ende A in eine Art von Zange C aus breit geschlagenem und gekrümm-

ten Drathe gefaßt, und vermittelst eines dünnen Messingdrathes D an der Welle E befestiget, die dem Zeiger F auf der Scheibe G H I drehet. Das untere Ende B des Fischbeinstreifens ist ebenfalls mittelst einer Drathzange K und des Drathes M an einen beweglichen Querriegel N O des Gestelles befestiget, welcher durch die Schraube P hin und her geschoben werden kann, um dadurch den Zeiger zu stellen. — Der Fischbeinstreifen wird vermittelst einer Feder, die in einem spiralförmig gedrehten feinen Golddrathe Q besteht, und deren Wirkung Delic dem Gewichte vorzieht, gespannt erhalten. Sie ist mit dem einen Ende R an der Welle, mit dem andern Ende S an dem Gestelle des Hygrometers befestiget und wirket auf den Fischbeinstreifen, als ein Gewicht von ungefähr 12 Gran. So wie der Streifen durch die Feuchtigkeit länger wird, verliert zugleich die Feder durch Abspannung, einen Theil ihrer Gewalt. —

Die Nre der Welle E hat sehr kleine Zapfen, welche in eine Vertiefung des flachen Endes zweyer Schrauben laufen. Sie ist aus zwey Theilen von verschiedenen Durchmesser zusammengeſetzt; der Fiſchbeinſtreifen wirkt auf den größern, und die Feder auf den kleinern Durchmesser. — Um das Null zu beſtimmen, ſchloß Deſſie das Hygrometer Wochen lang in ein meſſingenes Behältniß ein, in welches er gebrannten, ungelöſchten Kalk that, der alle Feuchtigkeit der Luft an ſich riß. Wo nun der Zeiger hinwies, ſetzte er das Null hin. Und um dieß ſehen zu können, ließ er in dem Behältniß ein Paar Fenſterchen anbringen. Um ſein 100 zu finden, tauchte er das Hygrometer ganz unter Waſſer.

Deſſie bezeichnete die Grade nicht ſo, wie Sauſſüre. Er ſetzt die größte Feuchtigkeit = 100 und die größte Trockenheit = 0; gerade umgekehrt Sauſſüre. — Das Sauſſüreſche Hygrometer, welches Lichtenſ

Berg besaß, kostete 18 Thaler; und das Delische 12 Thaler. Das letztere wurde von Haas, Delisches Künstler zu London, gefertigt. Sie sind äußerst mühsam zu fertigen. Delic ließ einmahl das Seinige Ramsden. Der zerbrach es. Da wurde er so böse darüber, daß er sogleich wegging, ohne ein Wort zu sagen.

Delic hat das Resultat seiner zwanzigjährigen Beschäftigung mit der Hygrometrie, in zwey Abhandlungen concentrirt, die in Grens Journal Vtem Bande übersetzt sind.

Caussüres Versuch über die Hygrometrie, ist das vollständigste Werk über diese Materie. Man muß es ja lesen. Er hat die mühsamsten Untersuchungen mit einem großen Zeitaufwand angestellt. Er hat auch eine Tafel über den Einfluß des Thermometerstandes auf das Hygrometer geliefert. Steht z. B. das Hygrometer auf 80, so steigt es um 2,4 wenn das Thermometer

um 1° fällt; steht es auf 95, so steigt es in diesem Fall um 3. Will man also wissen: wenn in Göttingen das Hygrometer auf 80, das Thermometer auf 15° , in Clausthal, das Hygrometer auf 96, und das Thermometer auf 7° steht: wo der meiste Dampfgehalt befindlich sey, so muß man suchen, wie das Hygrometer in Göttingen bey Thermometer auf 7° stehen würde. Es würde ganz nahe an 100 kommen. Man sieht also, daß, wenn man mit dem Hygrometer messen will, nothwendig auch das Thermometer zu Rathe gezogen werden müsse.

Eben so mühsame Versuche hat Saussure angestellt, wie viel Wasser eigentlich die Luft enthalte, wenn das Hygrometer auf diesem oder jenem Grad steht. Sein Verfahren hiebey ist folgendes. Er stellte sein Hygrometer unter die Glocke, und brachte es auf den möglichsten Grad von Trockenheit. Nun ließ er bey klei-

nes Deffnungen des messingenen Deckels der Glocke kleine nasse Lappchen in dieselbe hängen, nachdem er die Lappchen vorher gewogen hatte. Saugte die Luft in der Glocke so viel Wasser in sich aus den Lappchen, daß das Hygrometer auf einen gewissen Grad stieg: so nahm er die Lappchen heraus, wog sie wieder, und was abging, davon präsumirte er, daß es in die Luft aufgenommen wäre. Endlich ließ er die Luft sich ganz saturiren bis das Hygrometer auf 98, also nahe an 100 stieg, wog die Lappchen jetzt wieder und fand, daß, wenn das Thermometer auf 15° stand, 1 Kubikfuß saturirte Luft, 11 Gran Wasser aufgenommen haben müsse. Stand hingegen das Thermometer auf 6° , so saturirte sich die Luft schon mit 5 Gran Wasser. — Saturiren nun 11 Gran Wasser 1 Kubikfuß Luft: so saturirt 1 Kubikfuß Wasser 50000 Kubikfuß Luft: — Lambert brauchte auch schon dieß Verfahren; aber nach seinen irri-

gen Resultaten, imprägnirte sich i Kubikfuß Luft, erst mit 240 Gran Wasser, weil sich sein Saitenhygrometer immer noch fort-drehte, da die Luft schon lange imprägnirt war. Er schloß nun von den Umdrehungen des Hygrometers falsch auf die Feuchtigkeit der Luft. — Durch Saussüres Versuch ist wenigstens schon der Weg zu einem genaueren Verfahren gebahnt, um zu finden, wie viel Feuchtigkeit die Luft zu dieser oder jener Zeit enthält.

Die Lehre vom Hygrometer ist in so kurzer Zeit, zur ziemlichen Vollkommenheit gediehen. Die Einwendungen eines gewissen Sylius, die Lichtenberg in ihrer ganzen Blöße darstellte, sind nicht der Rede werth. — Ein großer Vorzug des Hygrometers ist, daß man die zwey äußersten Gränzpunkte auf demselben, so genau fixiren kann. Keine trockenere Luft gibt es wohl nicht, als die man durch Kunst hervorgebracht hat, und eine feuchtere wohl nicht, als das Wasser,

in welches man das Hygrometer gesteckt hat, um den feuchtesten Punkt zu erhalten. Beym Thermometer muß man willführliche Punkte annehmen, nämlich den Gefrierpunkt und den Punkt des siedenden Wassers. Man weiß lange nicht wie heiß und wie kalt es werden kann. — Eben so wenig ist das Barometer fixirt.

Ander e Hygrometer.

Unter den schon außer Gebrauch gekommenen Hygrometern, ist das merkwürdigste von Coventry. Er schlug Papierblättchen vor. Der Bogen davon würde so fein seyn, daß er kaum 27 Gran wäge. Lichtenberg fand die Nachricht davon in Critical Review. Jahrg. 1788. — Zu Beobachtungen bey bewegter Luft, taugt es eben so wenig, als

Das Lowigische. Tobias Lowig zu Petersburg, ein Sohn des ältern

Lowitz, ging einmahl in Astrachan, bey Gelegenheit des Durchgangs der Venus durch die Sonne, an den Ufern der Wolga, da wo der Fluß Kimitshinga (Kamyshinka), bey der Festung Dmitrowsky, in dieselbe fließt, spazieren und bemerkte eine Art von Thonschiefer, welcher die Feuchtigkeit in so hohem Grade an sich zog, daß ihn Lowitz, auf die Zunge genommen, von derselben kaum losmachen konnte. Daher gerieth er auf den Gedanken, ein Hygrometer daraus zu machen. Er schliiff also zarte dünne Scheiben aus diesem Schiefer, etwa $3\frac{1}{2}$ englische Zoll im Durchmesser und $\frac{1}{4}$ Linie dick, und brachte eine solche Scheibe an den einen Arm einer sehr empfindlichen Waage, mit einem Gewichtchen an dem andern Arm, ins Gleichgewicht. Eine solche Scheibe trocken gebrannt, wog 175 Gran und im Wasser gesättigt 247 Gran, folglich saugte sie 72 Gran Wasser in sich. Da es beschwerlich wäre, bey jeder Veränderung der Luft,

Grane ab und zu zulegen, so brachte Lowis an seiner Waage selbst einen Maasstab von 72 an, der die Stelle der 72 Grane vertrat, und sich immer von selbst ins Gleichgewicht stellte. — Unter den vortreflichen Geschenken, womit Baron A sch im Jahr 1780 das Göttingische Universitäts - Museum wieder bereicherte, besanden sich auch einige Scheibchen von diesem Astrachanschen Thonschiefer, deren sich der verstorbene Professor Lowis zu einem Hygrometer bediente. Am 15. Februar 1791, erhielt Lichtenberg von Lowis aus Petersburg ein Paar neue solche Scheiben, wozu die zwey Brüder Vogel aus der Schweiz, die von Göttingen nach Petersburg reisten, Veranlassung gaben. — Eine umständlichere Nachricht von dem Lowis'schen Hygrometer findet man im Göttingischen Magazin III. Jahrgang 4tes Stück.

Das Lambert'sche Hygrometer gründet sich auf eine Darmsaite, mit einem Zeiger auf einer messingenen Platte.

Das Reziſche iſt völlig ſo eingerichtet, wie das Delüſche. Nur wird hier ſtatt des Elfenbeins, ein Federkiel gebraucht.

Bey Delües erſtem Hygrometer, war nämlich die hygroſcopiſche Subſtanz, das Elfenbein. Dieß Hygrometer hatte die Geſtalt eines Thermometers, nur daß die Kugel eine Büchſe aus ſehr dünnem Elfenbein und bloß die Röhre von Glas war. Die Büchſe, und zum Theil auch die Röhre, war mit Queckſilber gefüllt. Bey feuchter Witterung würde nur die Büchſe geräumiger, dehnte ſich aus, und das Queckſilber ſiel; und ſo wurde alſo durch das Fallen des Queckſilbers die Feuchtigkeit, und durch das Steigen die Trockenheit angezeigt.

Weil das Queckſilber auch eine pyrometriſche Wirkung hat: ſo war dabey auch ein Thermometer angebracht, um dieſe Wirkung corrigiren zu können. Indeß weil dieß

Hygrometer unter der Campana nicht gut zu gebrauchen war, und dabey nur eine Seite des Elfenbeins mit der Luft in Berührung kam: so gab es Desluc auf, und gab dafür ein neues an. Auch bey diesem war zwar der Körper, der die Feuchtigkeit empfängt, wieder Elfenbein; aber es ist zur Dünne eines feinen Hobelspans gearbeitet, wird über messingene Rollen auf- und niedergeführt, und dreht endlich einen Zeiger. Die Wirkung der Hitze und Kälte zu corrigiren, gab er der Maschine einen rostförmigen Pendelstangen ähnliche Einrichtung; auch hatte er die relative Ausdehnung der dabey gebrauchten Körper, durch die Hitze und Kälte selbst von neuem bestimmt. *)

Eine andere Art von Hygrometern hat man von Stricken, welche überhaupt

*) Göttingisches Taschenbuch. Jahrgang 1778.
Seite 48.

recht gute hygroskopische Substanzen sind. Man befestiget einen Strick irgendwo, läßt ihn über einige Rollen hin und her laufen, und hängt an das Ende ein Gewicht mit einem Zeiger. Je nachdem nun die Luft feucht oder trocken ist, verlängert oder verkürzt sich das Gewicht. — Bey dieser Gelegenheit empfahl Lichtenberg den Strick, der vom Johannissturm in Göttingen zu Zäger hinunter läuft, als ein allgemeines Stadthygrometer — den Wäscherinnen. — Wie merkwürdig das Verkürzen der Stricke sey, ist oben vorgekommen. (Siehe 1. Bändch. S. 526.)

Man hat eine ungeheure Menge von Hygrometern im gemeinen Leben, die man aber besser Hygroscope nennen sollte. So z. B. das kleine Häuschen, wo ein Pärchen herauströmmt. Hinten ist eine Darmsaite angebracht. Regnet es, so kommt der Monsieur mit einem Parapluje heraus, bey schönem Wetter die Dame. Nimmt die

Feuchtigkeit zu, so dreht sich das Ding ein Paar mahl. Da hat man also wohl darauf zu sehen, ob die Dame von hinten, oder von vorn, rückwärts oder vorwärts, mit dem positiven oder negativen Ende herauskömmt! Eine solche Art von Hygrometer, ist auch der Mönch mit der Kapuze, die er wenn es feucht ist, über den Kopf zieht.

In der Krünizischen Encyclopädie, Band 27, werden eine Menge noch anderer Hygrometer beschrieben. *)

Am leichtesten kann man sich täglich selbst ein Hygrometer machen, wenn man zwischen zwey Stäben, einen Streifen Papier festklebt. Ist die Luft feucht, so wird er sich ausdehnen und einen Bogen machen, ist sie hingegen trocken, so wird er sich anspannen.

*) Von neuern Hygrometern siehe Fischer's Wörterbuch, Gilbert's Annalen und Buch's Almanach.

§. 240. 243.

Diese Paragraphen, die vom Rosten der Metalle, von der Gährung, von der Fäulniß und vom Verwittern handeln, wurden von Lichtenberg ganz übergegangen; nur der Gährung gedachte er mit ein Paar Worten.

Sie entsteht, wenn man abgestorbene thierische oder vegetabilische Theile in Wärme oder im Wasser der freyen Luft aussetzt. Man bemerkt dann immer innere Bewegung; und diese wird die Gährung genannt; von welcher man drey Arten, die Weingährung, die Essiggährung und die faule Gährung, welche die Damm = Erde gibt, unterscheidet. Meistentheils gehen alle drey Veränderungen unter den erwähnten Umständen in einem Körper vor.

Künstlich zusammen gedrückte Luft.

§. 244.

Heronsball. Heronsbrunnen.

Der Heronsball (Pila Heronis) ist schon oben vorgekommen (§. 231.) Bläst man in denselben hinein, so springt das Wasser eben so zur Oeffnung heraus, als wenn die Luft um ihn herum genommen wird.

Die Einrichtung des Heronsbrunnen (Fons Heronis) ist folgende. Der ganze Brunnen besteht aus zwey Abtheilungen C und D (Fig. 21.), und die obere wird durch die Oeffnung G, vermittelst eines Trichters mit Wasser gefüllt. Wird nun in die Schüssel A B Wasser gegossen, so fließt dasselbe in die Röhre bey E hinein und kömmt unten bey F heraus, und treibt also die Luft aus der untern Abtheilung, bey

H in die Röhre H I hinein, wo sie dann bey I herauskommt, verdichtet wird, und auf das Wasser so drückt, daß dasselbe bey K in die Röhre K L dringen und oben bey L herausspritzen muß. — Es ergibt sich von selbst, daß die obere Abtheilung nicht ganz voll mit Wasser seyn kann, sondern nur bis unter die Oeffnung von I. — Nach einer andern Einrichtung des Heronsbrunnens, werden beyde Abtheilungen weiter auseinander gerückt, und deren hat man auch doppelte. Sie werden, damit sie nicht so umständlich aussehen, in einem gehörig eingemachten Kasten eingeschlossen. Eben so hat man auch einfache und doppelte Heronsbrunnen von Glas, deren Einrichtung ganz auf ähnlichen Gründen beruht. In den doppelten springt das Wasser noch einmahl so hoch.

Man hat von dem Heronsbrunnen herrliche Anwendungen bey den Bergwerken gemacht. So war zu

Schemmigh, eine auf die Einrichtung des Heronsbrunnens sich gründende Maschine, mit der man das Wasser 60 bis 80 Klafter hoch heben konnte. Die Einrichtung derselben ist kurz diese. Unten beym Wasserreservoir A (Fig. 22.) öffnet Jemand die Röhre H, damit das Wasser in den Kessel B fließe. Ist er voll, so gibt er dem, der oben bey der Röhre C steht, ein Zeichen. Der gießt nun Wasser in die Röhre. Dieß fließt in den Kessel D. Hier wird also die Luft verdichtet und durch die Luströhre E in den Kessel B gejagt. Und so wird nun das Wasser in demselben durch die Steigröhre F in die Höhe getrieben und in die Stelle G gebracht, wo es seinen Abfluß erhält. — In einer Minute wird dieß Mandore 20 Mal wiederholt, und so können also in einer Stunde mehrere Eimer Wasser hinaufgebracht werden. Die Kessel sind ganz von Metall und außerordentlich stark. Der obere ist 5 Fuß hoch und hat 3 Fuß im Durch-

messer. Der untere ist eben so hoch, hat aber einen kleineren Durchmesser. Die Röhre C ist von Eisen und 40 bis 50 Klafter hoch. — Diese Maschinen sind sehr kostbar und die Schemnizer ist längst eingegangen.

Segners schwimmende Fontaine (Fig. 23.) hat folgende Einrichtung. Sie besteht aus zwey Theilen, aus dem obern A B und aus dem untern C D E, der obere Theil ist zur Hälfte mit Wasser gefüllt, daß man bey der Oeffnung F hinein bringt, welche hernach sorgfältig mit einem Kork verschlossen wird. Der untere Theil ist so, wie die daran befestigte Röhre hohl. Beyde schwimmen nun, oder müssen so eingerichtet werden, daß sie in dem Gefäße G H schwimmen, welches bis I K mit Wasser gefüllt ist. Die Atmosphäre nun drückt auf die Oberfläche des Wassers I K. Es dringt also bey der Oeffnung E hinein, und jagt die Luft zur Oeffnung L der Röh-

re L O heraus. Hier wird sie nun comprimirt und drückt so auf das Wasser im obern Theil, daß es zur Oeffnung M der Röhre M N hineingetrieben wird, und so oben bey N herausspritzen muß.

Die Wirkung des Windkessels in den Feuersprizen hängt ganz von der comprimirten Luft in demselben ab. Die gewöhnlichen Feuersprizen gehen nämlich nicht in einem steten Strahl; es gibt aber welche, die dieß thun; und dieß rührt von der Wirkung des Windkessels her. Ihre Einrichtung ist folgende. In dem Kasten A B (Fig. 24.) der auf einem Wagen steht, und voll mit Wasser gefüllet ist, befindet sich der Windkessel Q. Dieser ist mit zwey einander gerade gegenüberstehenden Stiefeln C und D verbunden, vermög deren Kolbenspiel das Wasser in den Kessel hineingetrieben wird, indem es durch die beyden Oeffnungen n und m dringet. Die beyden Ventile p und q, mit de-

nen diese beyden Oeffnungen innerhalb des Kessels versehen sind, öffnen und schließen sich wechselweise, nachdem die Kolben steigen oder fallen. Die Boden der Stiefel sind unterhalb den Regel-Ventilen K und L mit Löchern versehen, an eben diesem Ort tritt das Wasser in die Stiefel hinein, so oft als ein Kolben gehoben wird. Die Wirkung dieser Kolben besteht dann darinnen, daß wenn sie das Wasser aus dem Kasten herbeygesauget, und die Stiefel damit angefüllt haben, sie solches alsdann in dem Windkessel durch die Oeffnungen n und m hinein treiben. Hier wird nun die Luft, weil sie, sobald das Wasser über das Loch G in die Höhe gestiegen, keinen weitem Ausgang findet, in dem obern Theil des Kessels zusammengedrängt und um so mehr verdichtet, je mehr Wasser in den Kessel tritt, da die Mündung des Loches G an sich weit kleiner ist, als die Mündungen der Stiefel, folglich mehr Wasser in dem

Kessel heysammen verbleiben muß, als davon in eben der Zeit wieder abgehen kann. Solchergestalt wird denn das Wasser ohne Unterlaß fortgetrieben, nicht allein, weil zwey Kolben vorhanden, die ihren Druck wechselweise verrichten, sondern auch deshalb, weil die Oberfläche des in dem Windkessel eingeschlossenen Wassers von der stemmenden Kraft der eingeschlossenen und verdichteten Luft niederwärts gedrückt wird, welche stemmende Kraft beynabe fast mit eben der Gewalt wirkt, als diejenige beträgt, mit welcher die Kolben niederwärts getrieben werden; so daß also das Wasser fast ununterbrochen fort, mit einerley Geschwindigkeit fortgesprizet wird, ungeachtet des unstäten und ungleichen Wirkung derjenigen Personen, die an den beyden Armen des Hebels E F beschästiget sind.

Man kann sich die Wirkungen des Windkessels auch im Kleinen und ohne Feuersprizet sinnlich machen, durch folgende Wor-

richtung. Es sey A (Fig. 25.) ein rundes kupfernes Gefäß, B eine Oeffnung an dessen Boden, mit einem Ventil versehen. In dieser Oeffnung sey die Röhre C B angelöthet, und von oben herab gehe durch das Gefäß die Röhre D E, die bey F mit einem Hahne versehen ist, durch welchen sie geschlossen werden kann. Man bringe durch das Zapfenloch G so viel Wasser in das Gefäß, daß es ungefähr bis H zu stehen kömmt. Nun schraube man das Gefäß bey der Oeffnung B an einen Luftverdichter, mittelst welchem man die Luft in den Windbüchsen verdichtet, und pumpe Luft in dasselbe hinein. Die Luft tritt nun durch die Röhre B C über das Wasser hinaus und verdichtet sich daselbst desto mehr, jemehr man hinein pumpt. Schraubt man nun den Luftverdichter wieder ab, und öffnet den Hahn F, so treibt die verdichtete Luft das Wasser durch die Röhre E D in dem Ver-

hältniß heraus und in die Höhe, in welchem sie verdichtet ist.

S. 245.

Cartesianische Teufelchen.

Es sind dieß hohle Männchen aus Glas geblasen. Am Körper haben sie eine kleine Oeffnung, durch welche man Wasser hineinbringen kann. Man bringt gerade so viel hinein, daß sie im Wasser schweben, oder nur etwas specifisch leichter werden, als das Wasser. So bringt man sie in ein cylindrisches Glas, das voll mit Wasser gefüllt, und oben mit einer starken Blase oder Wachstaffet zugebunden ist. Drückt man nun mit dem Daumen auf die Blase niederwärts, so dringt noch mehr Wasser in die Teufelchen hinein, weil die übrige Luft in demselben elastischer ist, als das Wasser. Nun werden sie also schwerer als das Wasser, sinken folglich, schweben oder steigen

auf, je nachdem sie durch den Daumendruck auf die Blase, kommandirt werden. Sobald der Druck völlig nachläßt, stellt sich die zusammen gepreßte Luft in dem Teufelchen wieder her, treibt das Wasser heraus, macht das Männchen geringer, und schwingt es wieder empor. — Bringt man mehrere solcher Teufelchen in ein Glas: so wird alles desto possierlicher.

§. 246.

Compressionsmaschinen.

Sie machen einen Theil der guten Luftpumpen aus, und sind schon oben vorgekommen. Die Verdichtung der Luft durch dieselben läßt sich berechnen und messen.

§. 247.

Windbüchsen (Tela pneumatica).

Unsere gewöhnlichen Büchsen sind auch weiter nichts als Windbüchsen. Indes man

nennt doch nur diejenigen Büchsen, Windbüchsen, wo die Verdichtung der Luft, nicht durch Entzündung des Pulvers, sondern durch mechanische Operationen bewerkstelliget wird. Kaiser Joseph II. wollte ein kleines Corps von Windschützen errichten; allein es unterblieb, wegen der gar zu leichten Destruktibilität der Windbüchsen.

Guericke hat durch verdünnte Luft geschossen. Dieß scheint ein Widerspruch zu seyn. Allein er verdichtete durch seine Operation die äußere Luft, und so drang dieselbe in die luftleere Röhre hinein und schlug die Kugel durch. Sein Verfahren war ungefähr folgendes. B C (Fig. 26.) ist der Lauf einer Windbüchse, an dessen unterm Ende die genau und fest passende Kugel B, an dessen obern Ende das Ventil C sich befindet. Bey D hat der Lauf eine Oeffnung und die Seite desselben ist von da an, bis zum Ventil C hohl. E stellt den Recipienten über der Luftpumpe vor. Er brachte als-

so den Lauf über die Luftpumpe, machte ihn luftleer, und so mußte natürlich die Kugel von der äußern nun dichtern Luft durch den Lauf getrieben werden. — Uebrigens sieht man freylich, daß man mit dieser Büchse nicht auf die Jagd gehen könnte! —

§. 248.

Mariottisches Gesetz.

Nach welchem Gesetze richtet sich die Verdichtung der Luft? Durch die Beantwortung dieser Frage hat sich Mariotte unsterblich gemacht. Das Resultat, das sich aus seinen Versuchen ergab, ist das weltberühmte Mariottische Gesetz, das kurz so lautet: die Dichtigkeit der Luft verhält sich, wie der Druck der darauf Statt findet — wie die Kräfte, die darauf drücken. Alles in der Welt, nur dieses nicht vergessen! Sonst glaubt

man einem gar nicht, daß man Physik gehört habe.

Mariotte nahm eine gekrümmte, 3 bis 4 Linien weite Glasröhre A B C D (Fig. 27.) deren beyde Schenkel A B und C D parallel, der eine C D von 12 Zoll Höhe und der andere A B von 8 Fuß Höhe waren. Der kurze Schenkel war bey D zugeschnolzen, der längere hingegen bey A offen. Nachdem er nun in diese Röhre bey A so viel Quecksilber gegossen, daß die Basis derselben B C ausgefüllt, und die Luft in dem Schenkel C D von der Atmosphäre abgeschnitten war: goß er in den längeren Schenkel nach und nach immer mehr Quecksilber und trieb dadurch das in der Basis befindliche, immer mehr in den kürzern Schenkel C D hinauf — beydes in folgenden Verhältnissen:

I. Wenn das Quecksilber im längern Schenkel bis auf 18 Zoll stand: so stieg es im kürzern bis auf 4 Zoll.

2. Wenn es im längern auf 34 Zoll stand: so stieg es im kürzern auf 6 Zoll.

3. Wenn es im längern auf 93 Zoll stand: so stieg es im kürzern auf 9 Zoll.

Was ist nun in Ansehung der zusammendrückenden Kräfte und in Ansehung der Verdichtung der Luft geschehen?

In Ansehung der zusammendrückenden Kräfte ist folgendes geschehen. Beym ersten Stadium drückten vor der Operation, 28 Zoll auf die Luft in dem Schenkel C D — laut damaligen Barometerstande; nach der Operation dauerte dieser Druck noch immer fort und es ist noch ein neuer von $18 - 4 = 14$ Zoll hinzugekommen. Im Ganzen drücken also jetzt $24 + 14 = 42$ Zoll auf die Luft in C D, und der alte Druck verhält sich folglich zum neuen, wie $28 : 42 = 2 : 3$, oder der neue Druck ist $1\frac{1}{2}$ Mahl größer, als der alte.

Beym zweyten Stadium drückten vor der Operation 28 Zoll auf die Luft in C D, nach derselben $28 \div 34 - 6 = 56$ Zoll, und der alte Druck verhält sich also zum neuen, wie $28 : 56 = 1 : 2$, oder der neue Druck ist 2 Mahl größer, als der alte.

Beym dritten Stadium, drückten vor der Operation 28 Zoll auf die Luft in C D, nach derselben $28 \div 93 - 9 = 112$ Zoll, und der alte Druck verhält sich also zum neuen wie $28 : 112 = 1 : 4$, oder der neue Druck ist 4 Mahl größer als der alte.

In Ansehung der Verdichtung der Luft in dem Schenkel C D ist folgendes geschehen. Beym ersten Stadium nahm die Luft vor der Operation, den Raum von 12 Zoll ein, nach derselben den Raum von $12 - 4 = 8$ Zoll. Der alte Raum verhält sich also zum neuen wie $12 : 8$, und die Dichtigkeit der Luft hat

folglich zugenommen, weil die nähmliche Quantität vorhin einen größern Raum einnahm. Sie hat aber gerade um so viel zugenommen, um wie viel der Raum abgenommen hat, weil sie sich immer verkehrt, wie der Raum verhält. Mithin verhält sich die alte Dichtigkeit zur neuen wie $8 : 12 = 2 : 3$ oder die neue Dichtigkeit ist $1\frac{1}{2}$ Mal größer.

Beym zweyten Stadium nahm die Luft vor der Operation, den Raum von 12 Zoll ein, nach derselben, den Raum von $12 - 6 = 6$ Zoll. Der alte Raum verhält sich also zum neuen, wie $12 : 6$, und da sich die Dichtigkeit verkehrt wie der Raum verhält: so verhält sich die alte Dichtigkeit zur neuen, wie $6 : 12 = 1 : 2$, oder die neue Dichtigkeit ist 2 Mal größer, als die alte.

Beym dritten Stadium nahm die Luft vor der Operation, den Raum von 12 Zoll ein, nach derselben den Raum von

12 — 9 = 3 Zoll. Der alte Raum verhält sich also zum neuen, wie 12 : 3, und folglich die alte Dichtigkeit zur neuen wie 3 : 12 = 1 : 4, oder die neue Dichtigkeit ist 4 Mal größer, als die alte.

Es bedarf nun wohl weiter der Erinnerung nicht mehr, daß die schönen Verhältnisse der zusammendrückenden Kräfte, und der Verdichtung der Luft, einander vollkommen gleich sind, daß also

$$28 : 42 = 8 : 12$$

$$28 : 56 = 6 : 12$$

$$28 : 112 = 3 : 12;$$

und es ist mithin ein allgemeines Gesetz; daß sich die Dichtigkeit der Luft verhalte, wie der Druck, der darauf Statt findet. Wenigstens hat es Mariotte wie aus dem eben angeführten erhellt, bis auf die vierfache Verdichtung richtig gefunden. Ja Winkler zu Leipzig, hat es gar beym

achtfachen Druck bestätigt gefunden. Er mußte also, um die Luft in den achten Theil eines 12 Zoll langen Raums zu pressen, acht Barometer Säulen über einander stellen, oder eine Quecksilbersäule von $18\frac{1}{2}$ Fuß Länge haben, und die Verhältnisse, welche er erhielt, mußten folgende seyn: $28 : 224 = \frac{1}{2} : 12$. Eben so hat dieß Gesetz auch der jüngere *Saussure* in verdünnter Luft auf Bergen, bey einem Barometerstande von 18 Zoll bewährt. — *Sulzer* zu Berlin, wollte zwar etwas gegen dasselbe einwenden; aber *Lambert* hat ihn in seiner Pyrometrie vortreflich widerlegt. —

Man kann das Mariottische Gesetz nach einer doppelten Formel ausdrücken:

1. Die Dichtigkeit der Luft verhält sich verkehrt, wie die Räume, in welchen sie eingeschlossen ist; oder

2. Die Dichtigkeit der Luft verhält sich wie die Kräfte, die darauf drücken; und folglich

Kräfte	Räume	Dichtigkeit
1	= 1	= 1
2	= $\frac{1}{2}$	= 2
3	= $\frac{1}{3}$	= 3
6	= $\frac{1}{6}$	= 6
20	= $\frac{1}{20}$	= 20
60	= $\frac{1}{60}$	= 60
n	= $\frac{1}{n}$	= n

Noch muß folgendes bemerkt werden:

1. Wenn man in eine Glasröhre, worinn schon das Quecksilber 1 Zoll hoch stehet, noch 1 Zoll Quecksilber zugießt: so muß man ja nicht glauben, daß nun die Luft 1 Mahl verdichtet worden sey. Nein; sondern was ist geschehen? vorhin drückte die Luft mit einer 28 Zoll hohen Quecksilbersäule; jetzt beträgt der Druck 29 Zoll.

Siebt man 2 Zolle Quecksilber zu, so beträgt der Druck $28 + 2 \text{ Zoll} = 30$. Zu jedem Quantulum der Verdichtung der Luft braucht man vielmehr den Druck einer ganzen Atmosphäre. Zu der viermahligten Verdichtung der Luft in dem Schenkel C D (Fig. 27.) mußten vier Atmosphären über einander gegossen werden. Eine $= 28$ war schon da, und drey neue $3 \cdot 28 = 84$ kamen hinzu. Und $28 + 84$ oder $4 \cdot 28 = 112$. So goß Winkler eigentlich 8 Atmosphären über einander.

2. Wendet man hingegen die Röhre um: so drückt die Atmosphäre, wenn 1 Zoll nachgegossen worden ist, mit einer 27 Zoll hohen Quecksilbersäule; wenn 2 Zoll zugegossen worden sind, mit 26 Zoll u. s. w. — Man kann also sagen, durch 1 Zoll Quecksilber zusammengedrückt oder ausgedehnt.

Nun wie weit mag sich das Mariottische Gesetz aufwärts und abwärts erstrecken?

Aufwärts hat dieß Gesetz gewiß seine Grenzen. Man bedenke nur

Kraft	Raum	Dichtigkeit
1	= 1	= 1
$\frac{1}{2}$	= $\frac{1}{2}$	= 2
0	= $\frac{1}{\infty}$	= 0

Aber $\frac{1}{\infty}$ ist das Zeichen für das Unehliche, in der ganzen Mathematik ist $\infty = \frac{1}{0}$. Es würde also folgen, daß wo kein Druck mehr ist, die Luft sich bis ins Unendliche erstrecke. Allein dieß kann doch unmöglich der Fall seyn. Das Mariottische Gesetz muß aufwärts seine Gränzen haben, und diese Gränzen müssen da seyn, wo die Expansionskraft der Schwere gleich ist.

Abwärts hat man wohl noch durch die Erfahrung keine Abweichung von diesem Gesetze gefunden. Allein es ist a priori nicht

unwahrscheinlich, daß auch da eine Abweichung Statt haben muß. — Setze das Gesetz nur 11 deutsche Meilen abwärts: so würden sich daraus folgende wichtige Resultate ergeben. Man denke sich einen so tiefen Brunnen, und lasse es bis ans Ende desselben wirken: so würde in einer Tiefe von 29031 Loisen die Luft so dicht seyn, als das Wasser, und also dieses auf jener schwimmen. Um dieß zu finden, darf man nur den Logarithme von $800 \cdot 28 = 22400$ suchen, davon den Logarithme von 28 abziehen, und von der erhaltenen Differenz die drey letzten Ziffern abschneiden.

$$\begin{array}{r} \text{Also log. } 22400 = 4, 3502480 \\ \text{davon} \\ \text{abgezogen log. } 28 = 1, 4471580 \end{array}$$

$$\text{gibt zur Differenz} = 2, 9030900$$

Hieraus ergibt sich dann ferner, daß das Zinn, in einer Tiefe von 37481 *) Loi^r

*) Das specifische Gewicht des Zinns ist = 7, des Silbers = 11, des Quecksilbers =

fen Silber	=	=	39444	=
Quecksilber	=	=	40492	=
Gold	=	=	41818	=

schwimmen würde. Die letztere Zahl beträgt fast 11 deutsche Meilen, weil 3808 Loisen = 1 deutsche Meile ist. In einer Tiefe also von 11. deutschen Meilen würde das Gold schwimmen, wenn das Mariottische Geseß bis dahin gälte. Wer da einen Dukat fallen ließe, dem fiel er nicht auf die Erde, sondern er würde schwimmen. — Im Mittelpunkt der Erde würde nichts schwer seyn.

Hierauf gründet sich die schon mehrmahls erwähnte Franklinsche Behauptung, daß die Luft der specifisch schwerste Körper

14 des Goldes = 19 angenommen. Um obige Loisen zu erhalten, muß jede dieser Zahlen mit 22400 = 800 . 28 multiplicirt und dann von dem Logarithme des Produkts, der Logarithme von 28 abgezogen werden.

D

in der Natur sey — und seine Theorie von der Entstehung unsrer Erde.

Da die specifische Elasticität der Luft durch die Wärme so grosse Veränderungen leidet: so versteht sich von selbst, daß darnach das Mariottische Gesetz corrigirt werden muß. Hievon in dem Abschnitte von der Wärme, ein Mehreres. In runder Zahl nimmt man an, daß bey einer Aenderung der Wärme von 1° R. die Dichtigkeit bey gleichem Drucke, sich um $\frac{1}{268}$ ändere.

§. 249.

Wie weit geht die Verdichtbarkeit der Luft?

Diese Frage kann nicht genau beantwortet werden, weil die Versuche darüber eines Theils zu schwer, und andern Theils zu gefährlich sind. Man weiß nur, wie oft man bereits die Luft hat verdichten können.

Salés, Cabinetsprediger der Prinzessin von Wallis, der Mutter des jetzigen Königs, und wegen seiner physikalischen Verdienste, in der Westminsterabtey begraben, stellte hierüber folgenden merkwürdigen Versuch an. In ein Gläschen A (Fig. 28.), das einen Deckel von Kork hatte, steckte er durch diesen Korkdeckel, eine oben verschlossene Röhre B, die 4,66 Zoll lang war. Unten bey C steckte die Röhre in Quecksilber, über welches ein bischen Zerpentinspiritus schwamm, den er etwas blau gefärbt hatte. Diesen ganzen Apparat brachte er nun in eine Bombe, füllte dieselbe mit Wasser, und trieb einen tüchtigen Keil von Holz in die volle Bombe hinein, so daß am Ende das Wasser selbst durch die Poren desselben heraus drang. Natürlich wurde hiedurch das Wasser in der Bombe ausgedehnt, drang durch den Korkdeckel des Gefäßes A, und preßte die Luft in demselben immer mehr zusammen. Diese

zusammen gepreßte Luft trieb denn immer mehr Quecksilber in die Röhre B hinein, und dieses Quecksilber preßte immer mehr die Luft in der Röhre zusammen, worauf es bey diesem Versuche ankam. Wie hoch aber das Quecksilber gestiegen war, und wie vielmahl also die in der Röhre sich befindende Luft verdichtet wurde: zeigte der blau gefärbte Terpentinspiritus an, der dem Quecksilber voran in die Röhre getrieben wurde, und also den Weg bezeichnete. Als er das Gefäß herausnahm, zeigte sich durch die Spuren der blauen Farbe, daß die Luft in der Röhre, die vor der Compression $\frac{7}{10}$ Theile eines Zolls eingenommen hatte, nach derselben nur $\frac{1}{10}$ Theile eines Zolls einnahm, also $\frac{4}{1/2} = 38\frac{1}{2}$ Mahl verdichtet wurde.

Um dieß noch weiter zu treiben, versuhr Hales ein anders Mahl, auf die nämliche Art, wie vorhin. Nur statt einen Keil in die Bombe zu treiben, setzte er dieselbe

einer großen Kälte aus, die er dadurch künstlich vergrößerte, daß er Schnee mit Salz vermischt um die Bombe herum legte. Allein, weil sich das Wasser mit einer so großen Gewalt ausdehnt, wenn es friert — wie man sich bald durch einen Flintenlauf überzeugen kann, der, wenn er mit Wasser gefüllt, an seiner Oeffnung fest verschlagen oder verlöthet und dann einer großen Kälte ausgesetzt wird, mit großem Krachen zerplatzt: — so zersprengte die Kälte die Bombe, und damit auch das Gefäß A und die Röhre B in Stücken. Winkel er berechnete aus der Kraft, mit welcher hier das Glas zerplatzte, daß die Luft 3357 Mal mußte verdichtet gewesen seyn. Nach einer andern Rechnung kommt 1837 heraus.

S. 250.

Permanenz der Luftelasticität.

Aus dem Roberval'schen Versuche auf die Dauer der Elasticität der Luft

schließen wollen: wäre sehr unphysisch und unphilosophisch. Der Verfasser führt es auch nur im Scherz an. Aber aus den Musfembrockischen Versuchen läßt sich wohl darauf schließen. Er verfuhr wie Mariotte mit seiner Röhre, goß immer zu, hatte Thermometer und Barometer daneben, und bemerkte keinen Unterschied der Abnahme der Elasticität in fünf Jahren.

Der Heber.

S. 252.

Begriff vom Heber.

Die Lehre vom Heber ist keine von den unwichtigen Materien, theils wegen der schönen Anwendungen, welche davon die Natur sowohl, als die Kunst zu machen weiß, theils wegen der Streitigkeiten die darüber entstanden sind, und wegen welcher eine gelehrte Societät bald auseinander ge-

gangen wäre. Ueberdieß kann man nirgends leichter, als hier, die Theorie durch die Erfahrung beleuchten. Es ist nicht schwer, die kompletteste Sammlung von Hebern zu erhalten, so daß kein einziger wichtiger fehlt, wie dieß bey Lichtenberg der Fall war. Dieß rührt von dem so leicht begreiflichen Umstande her, daß die Heber nicht viel kosten.

Das Phänomen ist bekannt, daß, wenn man das eine Ende einer krummgebogenen zweyckenflüchten Röhre, ins Wasser hält, und am andern Ende saugt, das Wasser nachfolge, und zwar so lange, bis es in beyden Röhren horizontal zu stehen kömmt. Eben so ausgemacht gewiß ist es, daß dieß einzig und allein vom Druck der Luft herrührt. Man denke nur an den Stechheber, oder an jede andere Röhre in einem Gefäße. Aber es gab Personen, die es nicht vom Druck der Luft herleiteten, sondern per aliqualem cohaesionem erklären woll-

ten. *) Darüber entstanden die so eben erwähnten Streitigkeiten. Die Procedur des Saugens läßt sich sehr schön mit Sägspeinen bemerklich machen, worauf Lichtenberg zufällig verfiel. — Auch werden wir so gleich sehen, daß man den Heber nicht immer durch Saugen zu füllen brauche.

*) Dies war Hollman in Göttingen. Auf seinen Vorschlag wurde im December des Jahres 1757, von der Societät der Wissenschaften daselbst, die Preisfrage aufgegeben: Zu erklären, warum der Heber im Vacuo fließe. (Siehe Götting. Anz. 1757, 147.) Indes bald darauf zeigte Cowitz der Societät auf unterschiedene Manieren, daß Heber von gehöriger Größe, die in freyer Luft flossen, im Vacuo nicht flossen. Und so nahm sie denn, im July des folgenden Jahres die Preisfrage zurück, und gab statt derselben eine andere auf. (Siehe Götting. Anz. 1758, 89). Mehreres hierüber, siehe Kästners Vorrede zu den Anmerkungen über die Marktscheidel. Götting. 1775.

S. 253.

Anwendungen vom Heber.

Der Jordansche Heber hat die Einrichtung, wie Fig. 29. zeigt. Beyde Gefäße A und B, sowohl als beyde Röhren C und D sind mit Wasser gefüllt. Deffnet man nun den Hahn bey m oder bey n, so fließt das Wasser aus dem andern Becher herüber und es entsteht also bey gleich langen Schenkeln ein Heber. Aber eben dadurch, daß das Wasser abläuft, entsteht erst der Heber. Der geöffnete Hahn liegt doch immer tiefer, als die Oberfläche des Wassers in dem entgegengesetzten Gefäße.

Unter den verschiedenen Lagen, die ein Heber haben kann, kann man sich auch eine solche denken, daß der längere Schenkel in den kürzeren steckt, und auf irgend eine Art daran befestiget wäre. Dieß ist denn der Fall bey dem sogenannten *Rezierbecher*

(Diabetes Heronis) aus welchem das darinn befindliche Fluidum allemahl und nur alsdann ausläuft, wenn er damit ganz gefüllt wird. In dem Gefäße A B C D (Fig. 30.) stellen nämlich die beyden Röhren m n und o p q einen Heber vor. Die erstere oder m n die an beyden Enden offen ist, geht durch den Boden des Gefäßes. Sie ist mit der andern oder mit o p q bedeckt, welche nirgends offen ist, als bey o. Wird nun das Gefäß gefüllt, so tritt das Fluidum, dem die Luft durch n m ausweicht, nach hydrostatischen Gesetzen in den Raum zwischen beyde Röhren. Wenn es also der innern Röhre obere Oeffnung n erreicht hat, fängt die Heberwirkung an, und das Fluidum läuft zur Röhre o m heraus, so lange davon ein Tropfen im Gefäß enthalten ist. Die Schemnizische Heber, mit den schönen Inschriften: Was ich hier zeigen thu, ein Wunder nennen mag, bin Kupfer und war Eisen zc. sind

auch auf diese Art eingerichtet. Auch hat man Veierbecher von Glas, bey welchen der Heber eine cirkelförmige Gestalt hat. Fig. 31. stellt einen solchen vor. — Seine Einrichtung bedarf wohl keiner weitem Erklärung.

Der künstliche Brunnen, wobey eine Schlange säuft, was der Storch ausspeyet, ist eine Verbindung des Heronsbrunnen mit dem Heber, und hat folgende Einrichtung. Die zwey Gefäße A B und C D (Fig. 32.) sind mit einander durch die Stange E verbunden; das obere ist durch die Scheidewand F in zwey Abtheilungen getheilt, und die Abtheilung F B bis F B mit Wasser gefüllt — zu welchem Ende das obere Gefäß irgendwo etwa bey m eine Oeffnung haben muß. Auf dem oberen Gefäße, befindet sich das schüsselförmige Gefäß G H. Wird nun in dasselbe Wasser gegossen, und steigt dieß Wasser über den Kopf der Schlange I hinauf, so fängt die He-

berwirkung an. Durch die Röhre $n o$ p, die einen Heber vorstellt, läuft nämlich alles Wasser in der Schüssel $G H$ in die Abtheilung des oberen Gefäßes $A F$ und von hier durch die Röhre $x y$ in das untere Gefäß $C D$ ab. Und nun fängt die Heronsbrunnenwirkung an. Die Luft, die sich über dem Wasser in dem Gefäße $C D$ befindet, wird durch die Röhre $q r$ in die Abtheilung des oberen Gefäßes $F B$ getrieben, und daselbst verdichtet. Diese verdichtete Luft drückt nun auf das Wasser $F B$ dergestalt, daß dasselbe in die Röhre $s t$ hinaufgetrieben und aus dem Munde des Storchs in die Schüssel gespieen wird. — Auf diese Art wird die Schüssel von neuem gefüllt; die Schlange fängt wieder zu saugen an, auf die Heberwirkung folgt abermahls die Heronsbrunnenwirkung und so immer fort.

Der kleine Springbrunnen,
den man an ein Gefäß mit Wasser

hängt, hat eine Einrichtung, wie Fig. 33. zeigt.

„Man nimmt z. B. ein an 15 Zoll
„hohes schmales Glas, welches bey A ver-
„schlossen und unten bey B in einen messin-
„genen Boden eingeküttet ist. Durch diesen
„gehen zwey enge Röhren von etwa $2\frac{1}{2}$ Lin-
„ien Weite, davon die kürzere mit ihrem
„zugespizten Ende an zwey Zoll über den
„Boden hervorragt, die längere aber ihre
„Mündung im Boden selbst hat. Man kehrt
„dieses Werkzeug um und gießt in die län-
„gere Röhre Wasser. Alsdann bringt man
„es wieder in seine natürliche Lage, und
„steckt in demselben Augenblicke die kürzere
„Röhre ins Wasser: so springt das Was-
„ser in dem obern Glase, und läuft zugleich
„aus der längern Röhre B C beständig
„heraus, so lange die kürzere noch im Was-
„ser steht, weil das eingegossene und wie-
„der herausfallende Wasser die Luft in dem
„obern Glase etwas verdünnt, der Druck

„aber des Wassers in der längern Röhre
 „größer, und in der kürzern kleiner ist, als
 „der Unterschied zwischen dem Drucke der
 „äußern, und der im obern Glase einge-
 „schlossenen Luft.“ *)

Der Heber, den man nicht durch Sauge-
 gen, sondern durch Einblasen der Luft lau-
 fen macht, oder der Blaseheber, sieht
 aus, wie ihn Fig. 34. darstellt. Bloss der
 Theil A B C stellt den Heber vor. Bey A
 ist ein kleines Loch, durch welches das Flui-
 dum so hoch in den Heber steigt, als es
 in dem Gefäße steht. Bläst man nun bey
 D hinein, so treibt man das Fluidum, das
 sich schon in dem Schenkel A B befindet,
 in die Höhe, es fließt bey B über, und die
 Heberwirkung kömmt dadurch in Gang.
 Man sollte denken, durch das Loch bey A
 müßte alle hinein geblasene Luft effektiv

*) Aus Hube's Unterricht in der Naturlehre;
 1. Band S. 272.

herausfahren. Allein diese trifft zuerst auf das Fluidum, das sich in der Röhre E A befindet, und das Loch bey A ist zu klein, als daß das Fluidum da so geschwind heraus könnte. So muß denn das Hineinblasen, die erwähnte Wirkung hervor bringen. — Ein solcher Heber ist eben keine Spitzfindigkeit. Bey einem guten Wein hat es freylich nichts zu sagen, wenn Einem beyhm Saugen ein Schluck davon in den Hals kömmt; wohl aber bey andern Fluidis z. B. nur beyhm heißen Wasser. Es ist noch eine andere Einrichtung dieses Hebers wie Fig. 25. sie darstellt. Hier muß man aber nicht zu stark bey D hineinblasen, weil man sonst doch den Mund voll bekömmt.

Auf die Theorie des Hebers gründet sich der sogenannte fons genuinae fraternitatis. Wird aus der hohlen Glasflugel A (Fig. 36.) und den drey angeschmolzenen Röhren B C D, die Luft durch Erwärmung herausgetrieben, und stellt man dann

dieselben in drey ungleich gefüllte Weingläser: so dringt der Wein durch dieselbe so lange in die Kugel hinauf und zurück bis er in allen Gläsern gleich hoch zu stehen kommt. Man könnte diesen fons besser justitiam distributivam nennen, weil er gewöhnlich das beste für sich behält, besonders wenn die Kugel groß ist, und das Fluidum in den Gläsern sehr ungleich steht. — Um ein Fluidum in zwey Gläsern auf eine ähnliche Art zu vertheilen, hat man eine Art von Westalischenm Sieb. Oben bey A (Fig. 37.) hält man den Finger drauf; die untern Oeffnungen B und C sind wie beym Sieb durchlöchert.

Zu den Anwendungen *), welche die Natur von den Gesetzen des Hebers macht,

*) Eine sehr sinnreiche Anwendung des Hebers im Großen, findet man bey dem Canal von Languedoc. „Er läuft an einigen Stellen am Abhange von Gebirgen fort, und muß daher alles von diesen Bergen

gehören wohl die Erscheinungen am Eicher-See im Badenschen, und am Eirknitzer-See im Krainschen, die bekannt-

abfließende Wasser aufstehen. Um den Schaden zu vermeiden, den das Ueberströmen verursachen würde, hatte man anfangs Abzugsröfchen angebracht, die durch dazu bestimmte Menschen geöffnet wurden, wenn das Wasser im Canal eine gewisse Höhe erreicht hatte; allein es zeigte sich bald, daß hieby auf die Aufmerksamkeit solcher Menschen nicht zu rechnen sey. Man entschloß sich daher, große gemauerte Heber (Siphones) anzubringen, deren höchster Punkt sich im Niveau des höchsten Standes, den das Wasser im Canal erreichen sollte befand, und deren kurzer Schenkel bis auf den Boden des Canals, der längere am Abhange des Gebirges herabging. Diese Heber würden, so bald sie sich einmahl gefüllt hätten, nicht eher zu fließen aufhören, als bis der ganze Canal ausgeleert wäre, hätte man nicht die Vorsicht gebraucht, im kürzeren Schenkel, im Niveau der gewöhnlichen Wasserhöhe, eine Oeffnung anzubringen. So bald daher die Heber das Wasser so weit abgeführt ha-

lich bey starkem Regenwetter ganz trocken werden. Sie stellen den Veierbecher im Großen vor. Man muß nur nicht insmer an gegoffene oder gedrechselte Röhren denken; so wie man ja auch bey dem Sand und bey dem Löschpapier an keine künstlich gefertigten Haarröhrchen denken darf. — Es stelle A B (Fig. 38.) den See und C D E einen daran befindlichen Canal vor. Steht nun das Wasser im See, bey trockener Witterung bis F, so steht es im Canal bis G und es kann kein Abfluß des Wassers erfolgen. Aber bey starken Regengüssen steigt das Wasser im See bis H, folglich auch über den Rücken des Canals D, und nun beginnt die Heberwirkung und das Wasser fließt ganz ab. — Solcher Canäle kann es natürlich mehrere geben.

ben, daß es bis zu dieser Höhe herabgesunken ist, schlüpft zu dieser Oeffnung Luft hinein; und im Augenblicke hört die Wirkung des Hebers auf.“ Gilberts Annalen XIX Band I. St. p. 141.

S. 254.

Gränze der Heberwirkung:

Es wollte einmahl Jemand in Göttingen — der obige Hollmann — behaupten, daß man das Wasser von Hebertshausen über den Hainberg, welcher 500 Fuß hoch ist, nach Göttingen, in einer Heberöhre per aliqualem cohaesionem bringen könne. — Darüber ist nun kein Wort mehr zu verlieren.

Eben so wenig kann man dem Wasser durch den Heber einen höhern Fall geben, als es von Natur hat. Es sey z. B. A (Fig. 39.) ein Berg, B ein Thal oder eine Ebene, wo man einen Springbrunnen haben wollte, zu welchem der Leich C das Wasser hergeben sollte. Der Fall desselben wird durch den Heber D nicht verstärkt; denn das Wasser fängt erst bey E zu fallen an; D E kömmt in keinen Betracht.

Wäre die Oeffnung bey E, so würde gar nichts heraus fließen, weil die Oeffnung so hoch wäre, als der Teich. Die Höhe bleibt immer E B.

S. 255.

Heberwirkung im luftleeren Raum.

Der Apparat zu dem Versuche mit dem Heber im luftleeren Raum, hat folgende Einrichtung. Die Hauptsache ist das Glas A, (Fig. 40.) welches mit Wasser gefüllet ist. Durch dasselbe geht der Heber B in das Gefäß C. D und E sind Barometer, jenes ein Wasserbarometer, dieses ein Quecksilberbarometer. So wird die ganze Geschichte unter die Glocke F gebracht. Ist nun die Luft tüchtig ausgepumpt: so schiebt man den Stöpsel G in das Glas A hinunter, so daß also das Wasser über den Rücken des Hebers B treten muß. Nun

sollte es also ganz auslaufen, wie in der freyen Luft geschieht. Aber das geschieht nicht, und geschieht nie, wenn der Versuch gehörig angestellt wird, d. h. die Luftpumpe gut, und der Heber nicht zu eng ist.

Das Barometer und Manometer.

§. 256.

Begriff vom Barometer.

Das Wort Barometer kömmt bekanntlich von βαρος die Schwere und μέτρον das Maas her, und bedeutet also einen Schweremesser, nämlich der Luft, welches Wort man sich hinzu denken muß, so wie bey Thermometer, Hygrometer u. s. w. — Allein das Barometer mißt nicht nur die Dichtigkeit der Luft, sondern auch ihre Elasticität; folglich ist es eigentlich ein Luftdruckmesser, weil der Druck der Luft sowohl von ihrer Dichtigkeit, als Ela-

sicherheit herrührt, und man würde es also am besten Elaterometer nennen.

Man hat diesem herrlichen und präcisen Instrumente auch den einfältigen Namen: Wetterglas gegeben, und noch dazu oben die abscheulichen Zettel beygefligt. Schade, daß man dieselben nicht etwas länger macht und auch den jüngsten Tag darauf anbringt, den die Barometer so gut, als das Wetter angeben könnten! Indesß kann man doch über das letztere folgendes merken. Wenn das Barometer hoch steht und es heiß ist, so kann man sicher schließen, daß es nicht eher schlecht Wetter werden wird, als bis es fällt, und umgekehrt, wenn es gefallen ist und regnet, so wird es nicht eher schön, als bis es steigt. Ferner ist es auch eine sichere Regel: Wenn das Barometer auf der See fällt, so entsteht ein Sturm. — Uebrigens haben auch die Winde großen Einfluß auf das Barometer.

Die erste Ursache des Steigens und Fallens des Quecksilbers im Barometer ist eines der schwersten Probleme in der ganzen Physik. Man hat auf 16 bis 17 Hypothesen. Herr Deluc hat die 18te angegeben, aber am Ende wieder zurückgenommen. Es versteht sich von selbst, daß hier von der an der Wand stille hängenden Quecksilberöhre die Rede sey. Denn freylich, wenn man das Barometer auf den Hainberg bringt, und oben das Quecksilber um 6 Linien fällt: so kann man sich dieß Fallen leicht erklären. Eine vorzügliche Schwierigkeit bey der Erklärung, macht der Umstand: daß das Barometer zwischen den Tropicis z. B. zu Pondichery — wo es, betreffend das Wetterglas, doch auch regnet, ganz stille steht; hingegen je näher man zu den Polen kömmt, es desto mehr steige und falle. In Göttingen beträgt der Spielraum des Steigens und Fallens, das Jahr hindurch 2 Zoll. —

Doch dieß alles gehört nicht hieher, sondern in die Meteorologie.

S. 257. 258.

Höhemessung des Quecksilbers im Barometer.

Es sey Fig. 41. ein Barometer, in der Röhre desselben stehe das Quecksilber bey 28 und in dem Gefäße bis 0: so darf und kann man nirgends als bey 0 zu zählen anfangen. Was unter 0 sich von Quecksilber in dem Gefäße befindet, wird natürlich nicht von dem Drucke der Luft erhalten.

Allein hier sieht man gleich, wie unrichtig der Maasstab seyn müsse, der bey den gewöhnlichen Barometern oben angebracht ist. Der Punkt von welchem an, jederzeit gemessen werden muß, ist ja immer veränderlich. Es soll nämlich das Quecksilber in der Röhre um $\frac{1}{2}$ Zoll steigen, also auf $28\frac{1}{2}$ stehen: so muß es natürlich

in der Büchse sinken und die Null wird also verändert und etwa bis m herab gebracht werden. Folglich beträgt jetzt die Barometerhöhe mehr als $28\frac{1}{2}$ Zoll, und die Höhe des Quecksilbers wird jetzt also zu groß angegeben. — Umgekehrt, fällt das Quecksilber in der Röhre um $\frac{1}{2}$ Zoll, steht es also auf $27\frac{1}{2}$: so muß es in der Büchse steigen, und die Null wird wieder verändert und etwa bis n hinauf gebracht werden. Folglich beträgt jetzt die Barometerhöhe weniger als $27\frac{1}{2}$ Zoll, und die Höhe des Quecksilbers wird jetzt also zu klein angegeben. Die letzte Periode §. 258 bey Erleben ist Vielen unverständlich. Man denkt nämlich bey den Worten: „bey dem Fallen desselben“ und „bey dem Steigen“, an das Fallen und Steigen des Quecksilbers in der Röhre. Aber dieß wird nicht gemeint, sondern vielmehr das Steigen und Fallen des dorti-

gen C, oder des Quecksilbers in der
 Büchse,

§. 259.

Delücsches Barometer.

Man hat dem eben erwähnten Uebel
 der Kapselbarometer dadurch abzu-
 helfen gesucht, daß man die Büchse oder
 Kapsel recht groß machte; und für das ge-
 meine Leben ist diese Abhülfe auch hinrei-
 chend genug. Allein bey subtilen Versuchen,
 z. B. bey Höhemessungen der Berge, ist sie
 doch nicht hinlänglich. Man hat daher den
 Heberbarometern den Vorzug gege-
 ben. Und unter diesen verdient unter allen
 das Delücsche den größten Beyfall und
 die größte Aufmerksamkeit.

Fig. 42. stellt dasselbe vor. Es besteht
 aus einer gekrümmten, oben verschlossenen,
 unten offenen Röhre, die auf einem Brette
 befestiget wird. Die Röhre ist in ihrer per-

pendikulären Höhe ungefähr 24 Pariser Zoll lang, und mit einer doppelten Scale versehen. Das Null kann wo immerhin gesetzt werden, so wenig dieß auch einige Leute begreifen können. Delle stellte es gewöhnlich an den siebenten Zoll von unten hinauf; zählt von da an 22 Zoll aufwärts am längern Schenkel und 7 Zoll abwärts am niedern Schenkel. Die Zolle sind in Linien, und diese mit rothen Strichen in Viertel getheilt, welche das Auge leicht noch einmahl in Viertel theilen, und so also Sechzehnthelle der Pariser Linie unterscheiden kann. Die Angaben beyder Scalen werden addirt. Steht z. B. wie in der Figur, B bey 22, C bey 6 Zoll, so ist die ganze Höhe von B über C, also die eigentliche Barometerhöhe = 28 Zoll. Fiele B z. B. auf einem Berge auf 18 Zoll herab, so müßte es in C auf 2 Zoll steigen, und die Barometerhöhe wäre dann 20 Zoll.

Die Vorzüge dieses Barometers bestehen:

1. In der größten Präcision, welche nur immer einem Instrumente gegeben werden kann. Der vorhin erwähnte Fehler der Kapselbarometer wird dadurch gänzlich gehoben. Zu dem Ende sind die beyden Schenkel der Röhre, auf das genaueste gleich calibriert.

2. In der leichten Transportabilität. Wie Herr De Lüc den Harz bereiste, schnallte er ein solches Barometer an das Pferd seines Kerkels, und es wurde nicht im mindesten etwas daran beschädiget.

3. In der verhältnißmäßigen Wohlfeilheit. Man kann das beste für 3 Louisd'or haben. Das, welches Lichtenberg besaß, wurde von Schröder verfertiget. —

Die einzige Unbequemlichkeit bey diesem Barometer ist die doppelte Operation des Zählens. Aber für so viele Vorzüge

kann man sich wohl diese Unbequemlichkeit gefallen lassen.

§. 260. 261.

Versuche, die Barometer empfindlicher zu machen.

Weil der Unterschied des Steigens und Fallens des Barometers, nur zwey Zolle beträgt: so hat man lange vor Delüc die Barometer auf verschiedene Weise empfindlicher zu machen gesucht. Hieber gehört zuvörderst, das Morland'sche Barometer, woran der obere Theil der Röhre in einem schiefen Winkel gebogen ist. Fällt oder steigt das Quecksilber: so muß es in dieser schiefen Röhre einen beträchtlichen Raum zurücklegen und dadurch die Grade bemerklich groß angeben.

Hook's Radbarometer könnte auf einem Stadthurm für die Wäscherinnen angebracht werden. Auf dem Quecksil-

ber schwimmt ein Gewichtchen, welches an einem über einer Rolle geführten Faden, von einem am andern Ende desselben hangenden Gewichte beynah im Gleichgewichte erhalten wird. An der Achse der Rolle ist ein Zeiger befestiget. Je nachdem nun das Quecksilber steigt oder fällt, steigt oder fällt auch das darauf schwimmende Gewichtchen. Dadurch kommt nun die Rolle in Bewegung und mit derselben der Zeiger, und so wird auf einem in Grade getheilten Kreise das Steigen und Fallen des Quecksilbers angezeigt. — Lichtenberg sah ein ähnliches Barometer in dem Zimmer des Königs von England mit aller Pracht angebracht. Vom Barometer war gar nichts zu sehen. Nur in der Tapete war ein Bogen ausgeschnitten, so wie bey dem Calendario perpetuo. Doch war es eigentlich kein HooFsches Kadenbarometer.

Die sinnreichste Empfindlichkeit hat Amontons vorgeschlagen. Hier ist gar kei-

ne Blüthe, und es ist in der Haushaltung gar sehr zu empfehlen. In Höhemessungen der Berge taugt es freylich nicht. Die Röhre ist nicht cylindrisch, sondern konisch. Wäre sie cylindrisch, so würde das Quecksilber bey steigendem Barometer bis oben an steigen und daan stehen bleiben, und bey sehr fallendem Barometer würde unten etwas davon herausfallen. Wie nun diesem allen durch die Kegelförmigkeit abgeholfen wird, sieht man leicht. — So bald die Röhre gefüllt ist, sucht sich die Säule die Stelle von 28 Zoll selbst. Soll es nur um einen Zoll steigen, so wird die Anzeige sehr präcis, weil nur das Quecksilber in der dünnern Röhre so sehr seine Lage verändert. Man denke sich nur ein solches Barometer, so hoch wie der Jakobsthurm, was würde das für eine Präcision geben! — Für das Herausfallen des Quecksilbers ist doch niemanden bange? Auf der See ist dieß Barometer von unendlichem Nutzen und Gebrauch,

weil man sich da, wegen des vielen Schaukelns, mit den Büchsen nicht gut abgeben kann. Deswegen heißt es auch das Meerbarometer. — Es ist schon oben erinnert worden, daß, wenn das Quecksilber auf der See schnell fällt, immer ein Sturm erfolgt: und daraus wird man um so mehr die Möglichkeit eines recht empfindlichen Barometers auf derselben einsehen.

Das Johann Bernoullische sogenannte rechtwinklichte Barometer, das oben mit einem cylindrischen Gefäße versehen ist, in welchem das Quecksilber steigt und fällt, unten aber, anstatt ein Gefäß zu haben, sich in eine enge horizontale Röhre endigt — hat zwar große Empfindlichkeit. Denn wäre z. B. der Kolben oben zehn Mahl größer, so würde dieß unten eine zehn Mahl größere Distanz geben. Aber zu präcisen Versuchen taugt es gar nicht. Die untere horizontale Röhre muß nämlich sehr enge seyn, damit das Quecksilber in derselben

nicht aus einander laufe. Aber eben dieß verhindert auch, daß es daselbst nicht recht nachkommen kann, wenn es oben in dem Kolben steigt oder fällt.

Huygens hat das Barometer auf folgende Weise empfindlicher zu machen gesucht. An den beyden Enden einer heberförmig gebogenen Röhre — weßwegen dieses Barometer den Nahmen eines Doppelbarometers erhalten hat — sind zwey gleich große Gefäße angeschmolzen. So wie das Quecksilber in dem einen steigt oder fällt, steigt oder fällt es auch in dem andern. Ueber dem letztern befindet sich nur noch eine enge oben offene Röhre, und in diese wird Spiritus Vini gegossen, der also bis auf die Oberfläche des Quecksilbers in dem Gefäße zu stehen kommt. Wird daher aus diesem Gefäße ein Zoll Spiritus Vini herausgejagt: so nimmt er in der engen Röhre einen viel größern Raum ein. — Indes auch diese Einrichtung taugt

nichts. Der Spiritus Vini verdampft und die Röhre muß doch offen bleiben.

Man hat Barometer, die nicht 28 Zoll hoch sind; aber natürlich sind sie breiter. Sie bestehen aus verschiedenen mit einander zusammengefügtten Röhren, die wechselweise mit Quecksilber und mit Spiritus Vini gefüllt sind. Auf diesen Einfall ist Fahrenheit gerathen, und daher heißt ein solches Barometer ein Fahrenheit'sches. Man sollte es lieber das abgekürzte Amontons'sche Barometer nennen, weil Amontons lange vor Fahrenheit dieselbe Einrichtung angegeben hat.

Von allen diesen Versuchen, die Barometer empfindlicher zu machen, urtheilte Lichtenberg, daß sie entweder die starken Veränderungen des Barometers vergrößern — welches nicht nöthig ist, und die kleinen, die man gerade nöthig hätte, gar nicht anzeigen, oder daß sie beyde gänzlich verstellen.

Das kostbarste und prächtigste Barometer, das Lichtenberg je gesehen, und das vielleicht je gemacht wurde, war das zu London in Coxes (eines berühmten reichen Künstlers und Juwelenhändlers) Museum. Lichtenberg hat damahls — im Jahr 1775, dem Hofrath Kästner eine Nachricht nach Göttingen geschickt, und dieser ließ dieselbe in die Göttingischen Anzeigen von gelehrten Sachen (Jahrg. 1775, St. 95.) einrücken. — Das Cabinet war in einem großen Saal aufgestellt, der vorher ein Tanzsaal war. In der Mitte stand ein Tempel, der auf sechs corinthischen Säulen ruhte — deren Stamm von braunen Holz und oben die Verzierung und das Laubwerk mit Elfenbein ausgelegt war. In der Mittt dieses Tempels hing nun das Barometer, das 300 Pfund Quecksilber enthielt. So wohl die gläserne Schüssel, in welcher sich dasselbe befand, als die große dicke Röhre, in welcher es stieg und fiel, waren an Ketten

gehängt. Fiel das Barometer, so vermehrte sich das Quecksilber in der Schüssel, und sie sank sammt den Ketten, an welchen sie hing. Stieg hingegen das Barometer, so wurde die Röhre schwerer und nun sank diese mit den Ketten, an welchen sie hing, und die Schüssel stieg mit ihren Ketten. — Durch dieses Steigen und Sinken der Ketten wurde eine, oben am Tempel angebrachte Uhr, durch einen künstlichen Mechanismus von selbst aufgezogen, ohne daß sich Jemand darum bekümmern durfte. Man nannte deswegen diese Uhr ein Perpetuum mobile.

Außerdem — um dieß im Vorbeygehen anzuführen, zeichnete sich in diesem berühmten Cabinet noch folgendes aus. Erstens, ein aus Metall gearbeiteter, stark im Feuer vergoldeter Elephant, mit einem durch lauter Ringe und Räder zusammengesetzten Rüssel, mit welchem er durch bloßen Mechanismus, Äpfel und andere Dinge aufhob. Zweytens: Bäume, auf welchen

Schlangen herumkrochen, und Brillanten wie ein Kopf groß hingen. Ferner, ein großer, aus Silber gearbeiteter Schwan, an dem man von Ferne durch den matten Silberglanz und Falten, die Federn ruhen und sich sträuben sah. Auch in der Nähe mußte man die feine Federarbeit bewundern. Durch einen bloßen Mechanismus schlug er mit seinem Schnabel den Takt zu einer Musik, die auch mechanisch war, drehte seinen Hals auf und nieder, wandte sich gegen einen Spiegel, der vor ihm stand, und zog sich über sein eigenes Bild erstaunt schnell zurück. Endlich das Bild des Königs und der Königin. Jedes Bild hatte eine Strahlenglorie um sich, und jeder Strahl bestand aus einem feingewundenen Glasröhrchen, deren längstes etwa 4 Fuß lang war. Alle diese Strahlen drehten sich durch einen eigenen Mechanismus um ihre Achse, und da hinter den Bildern, bald ein rothes, bald ein gelbes, bald

ein grünes Licht angebracht war : so wurde dieß mannigfaltige Licht, von den sich umdrehenden Glasstrahlen aufgefangen, und herrlich refraktirt. Da die Strahlen schraubenmäßig gewunden waren : so wallte an jedem Strahle das Licht allmählig immer harmonisch höher, so wie er sich drehte. Das war ein rechter Bauern-Himmel! Man glaubte in ein Zimmer zu kommen, wie sie in Tausend und einer Nacht beschrieben werden. — Uebrigens ließ Coxe diese Kunstwerke für Ostindische Nabobs verfertigen. Allein sie blieben ihm zurück. Und da erhielt er die Erlaubniß eine Lotterie darüber anzukündigen, und sie vorher zur Schau auszustellen. Die Entree betrug 5 Schilling. Alles war zwar im chinesischnen Geschmacke, aber mit enormer europäischer Kunst gearbeitet.

Ein Barometergraph ist ein Barometer, der seine Veränderungen zugleich selbst aufzeichnet, und, darnach man ihn ein-

richtet, Monathe oder Jahre lang sein Register darüber führt. Es ist um solche Barometergraphen eine gar gute Sache. Es können sich nämlich z. B. um Mitternacht große Veränderungen am Barometer zutragen, die Niemand beobachtet. Lichtenberg hat ein solches Barometergraph zu London im Zimmer des Königs gesehen, das ungefähr folgende Einrichtung hatte. Auf eines Heberbarometers Quecksilber A (Fig. 43.) ruht das Stift B, eben so wie bey dem Hooke'schen Radbarometer das Gewichtchen. Der Stift ist an einigen Stellen in Ringe eingeklappt, damit er nicht hin und her wackeln kann. An der Spitze dieses Stifts bey C ist ein Bleystift horizontal angebracht, das die Verschiedenheiten des Barometers anzeigen würde, wenn man das Barometer in einer gleichförmigen horizontalen Richtung längst der Wand, hin und her führen würde; denn fielen das Barometer, so würde das Bleystift höher, und stie-

ge es, so würde es tiefer anschreiben. —
 Anstatt nun das Barometer hin und her
 zu führen, ist folgender Mechanismus ange-
 bracht. Es ist mit einem Uhrwerke ein Rad
 verbunden, welches eine Scheibe, deren Cen-
 trum E ist, mit sich herumsührt. Nachdem
 nun das Barometerregister länger oder kür-
 zer in einem fort geführt werden soll, be-
 stimmt das Rad die Einrichtung, daß es
 sich in einem Monath oder in einem Jahr
 ein Mahl herumdreht. Diese Scheibe dient
 nun dem Barometerstift zur Wand, an wel-
 cher es seine Veränderung, wie z. B. bey
 f aufzeichnet. Theilt man die Scheibe in
 12 Theile ein, und dreht sich dieselbe in
 einem Jahr herum, so kann man den Ba-
 rometerstand in jedem Monath vergleichen.
 — Das Stift ist nicht das schicklichste In-
 strument zum Aufzeichnen. Es kann stumpf
 werden, oder zuweilen gar nicht schreiben.
 Deswegen hat Chaugeux eine Art von
 Hämmerchen angebracht, das jede Sekunde

auf eine Nadel schlägt, welche so auf der Scheibe Löcher macht, nach welchen man denn hernach leicht eine Linie ziehen kann. — Man kann das nämliche Papier auch im zweyten Jahre auf der Scheibe lassen, und darf nur ein anderes Bleystift anbringen, oder die Linie mit einer andern Farbe ziehen: so kann man aus den Gränzen, wo sich die verschiedenen Farben kreuzen, den Barometerstand beyder Jahre schön vergleichen. — Man sieht also, was es für ein herrliches Ding um so ein Barometergraph ist! Man kann eine Menge von Beobachtungen durch mehrere Jahre leicht vergleichen, und so vielleicht auf Gesetze der Barometerveränderungen kommen. Siehe darüber Gotha'sches Magazin, I. Th. S. 105.

S. 262.

Versertigung der Barometer.

Die Anweisung dazu gehört nicht in die Physik. — Bey den gewöhnlichen Be-

rometern ist freylich nicht viel an der genauen Calibrirung der Röhre gelegen; wohl aber bey dem Delüschchen, bey welchem alles in allen darauf ankömmt.

§. 263.

Mano = oder Dasymeter

Ist ja mit dem Barometer nicht einerley. Was das Manometer zeigt, kann kein Barometer zeigen. Er zeigt nämlich, wie, und um wie viel die Luft verdichtet worden ist.

Das *Varignon'sche* Manometer taugt gar nichts. Würde sich z. B. unsere Atmosphäre in inflammable Luft, die sich in Ansehung der Dichtigkeit zur gemainen, wie 1 : 15. verhält, verwandeln, aber ihr Gewicht, in Summa nämlich beybehalten: dieses Manometer würde völlig stehen bleiben, und nicht die geringste Veränderung angeben.

Das beste Manometer bleibt noch immer das Guericische. Man bediente sich dazu, der so äußerst empfindlichen Ramsdenschen Waage. (Siehe 1tes Bändch. S. 181.) An dem einen Ende des Waagbalkens hängt eine große Glasugel, an dem andern ein so kleines Gegengewicht als möglich, also von Bley. Dieß verliert so viel von seinem Gewichte, als die Luft wiegt, welche sie aus der Stelle treibt, u. s. w.

Von der Gerstnerschen Luftwaage wurde das Buch nebst dem Kupfer herumgegeben. — Gruber hat auch ein sehr schönes Manometer angegeben. Siehe darüber Grens älteres Journal IV. Seite 754. *)

*) Von dem Krampfschen Manometer, das in dem gewöhnlichen Nicholsonischen Aräometer besteht, auf den Fall angewendet, wo der Körper, dessen spezifisches Gewicht untersucht werden soll, die äußere Luft ist, konnte bis zum Jahr 1796 noch

Mit dem Manometer kann man auch sehr gut die Höhen der Berge messen.

Vom Schalle.

Wieder ein Abschnitt, der nicht ganz am rechten Orte steht. *)

nicht die Rede seyn, eben so wenig, als vom Saussüre - Bertholletschen, das zugleich die Veränderungen in der Elasticität und in der Zusammensetzung einer gegebenen Luftmenge zeigt. Siehe über das erstere H i n d e n b u r g s A r c h i v der reinen und angewandten Mathematik, 2 Bde. 8tes und 10tes Heft; und über das letztere G i l b e r t s Annalen, B. 27, p. 121.

*) Chladni sagt: „Es sollte nämlich die Klanglehre nicht, wie gewöhnlich, bey der Lehre von der Luft abgehandelt werden; denn jeder andere elastische Körper kann ebenfalls klingen, oder einen Klang fortleiten; es würde also schicklicher seyn, sie bey der Lehre von der Elasticität, oder von den Pendelschwingungen, oder bey der Lehre

Er gehört nur in so ferne in das Kapitel von der Luft, in wieferne diese, theils selbst ein schallender Körper, theils ein so vorzüglich schallfortpflanzender Körper ist.

§. 264.

Begriff vom Schalle.

Wenn man zwey Körper an einander schlägt, so gerathen sie dadurch in eine gewisse zitternde oder schwingende Bewegung. Diese Bewegung veranlaßt in unserm Gehörorgan eine Empfindung, und diese Empfindung nennt man den Schall. Die zitternde Bewegung bemerkt man am besten,

von der Bewegung überhaupt, vorzutragen, indem jede mögliche Bewegung entweder fortschreitend, oder drehend, oder schwingend (*motus progressivus, rotatorius, vibratorius*) ist, unter welche letztere Art der Bewegung jeder Schall und Klang gehört." Hindenburg Archiv. des Pest, 1794. Seite 125.

3. B. bey einer mit Wasser gefüllten Schale, an welche man schlägt; bey einer an einem Ende befestigten Stahlfeder, deren anderes Ende man zur Seite legt, und wieder los läßt; bey einer gespannten Saite, die man in der Mitte angreift, und loslassend — in die Höhe zieht.

Schall, das Genus von allem, ist also jede hörbare Bewegung zweyer Gegenstände gegen einander. — Diese Bewegung kann entweder unregelmäßig oder regelmäßig seyn. Jene nennt man ein Geräusch (Getöse, Gemurmel, u. s. w.) Diese aber, bey welcher immer in gleichen Zeiten gleich viele Schwingungen erfolgen, einen Klang.

Geräusch ist also jede Art von Schall, der durch unregelmäßige Erschütterung entsteht; Klang hingegen ist derjenige Schall, der durch regelmäßige Erschütterung hervorgebracht wird. — Ton ist Klang in Rücksicht auf Höhe und Tiefe, also in Abseht auf Spannung.

Da das Wesen des Schalles in einer hörbaren Bewegung zweyer Gegenstände gegen einander besteht, so ergiebt sich daraus von selbst, daß er nur unter folgenden Bedingungen möglich sey :

1tenz, daß zwey Körper gegen einander beweget werden, und daß

2tenz, diese Bewegung auf irgend eine Art bis zu unserm Ohr fortgepflanzt werde.

S. 265.

Fortpflanzungsmittel des Schalles.

Daß die Luft, da sie ein so äußerst elastischer Körper ist, ein ganz vorzügliches Fortpflanzungsmittel des Schalles sey, ist wohl über allen Zweifel gewiß. Aber nur muß man nicht glauben, daß sie das einzige Fortpflanzungsmittel desselben sey, und daher das Wesen des Schalles nicht schlecht-

weg, wie Erleben thut, in der Bewegung der Luft suchen.

Nahmentlich pflanzt das Wasser den Schall außerordentlich fort. Franklin ließ eine englische Meile = 5280 englische Fuß, lang, unter der See Kiesel zusammenschlagen, und hörte den Schall sehr nahe. Man braucht ja nicht den Kopf unter das Wasser zu stecken, sondern kann Instrumente dazu brauchen. — So pflanzt auch das Holz den Schall fort. Wenn man mit einer Nadel an einen Mastbaum kratzt, und das Ohr an die entgegengesetzte Seite hält: so hört man den Schall. Hier kann doch wohl nicht die Luft die Ursache davon seyn. — Eben so ist auch das Eis ein vorzügliches Fortpflanzungsmittel des Schalls. Es ging einmahl Jemand auf der Newa bey Petersburg auf dem Eise spazieren. In Kronstadt wurden Kanonen gelöst. Er hörte dies vermittelst des Eises, zuerst in einem wilden, zischenden Geräusche. Später erst kam

der ordentliche Schall durch die Luft nach. Hätte man nun die Kanone können abseuern sehen: so hätte man recht schön berechnen können, um wie viel der Schall durch das Eis schneller fortgepflanzt wurde, als durch die Luft. — Die Nachricht hievon findet sich im 3ten Bande der Edinburger Transactions, unter dem Titel: Guthrie's Abhandlung über das Klima von Rußland.

Franklin glaubt sogar, daß der Schall auch im luftleeren Raume fortgepflanzt werden könne. „Der Versuch unter der Luftpumpe — sagt er — beweist nichts. Ihr wißt ja nicht, ob darinnen kein Schall war; ihr habt ihn nur nicht gehört. Vorhin drückte oben und unten die Atmosphäre die Luft. Jetzt fällt das weg. Es ist gerade so, als wenn man eine Glocke mit der Hand ansaßt. Wenn man die Luft stark verdichtet, so schallt es ja eben so wenig. Hier sollte es doch stärker schallen; allein

gerade umgekehrt.“ — Man hat diesem Einwurf — über welchen man ja nicht spotten muß — mühsam vorzubringen gesucht, und deshalb einen eigenen Apparat für die Luftpumpe erfunden, um ihn zu widerlegen. Aus der großen Glocke A (Fig. 44.) wird die Luft weggenommen; in der kleinen B befindet sich Luft, und ein metallenes Glöckchen C, das vermittelst des Stiftes D, in Bewegung gesetzt werden kann.

Man hört nichts von einem Schall. — Allein Franklin antwortete: Dieß hebt meinen Einwurf gar nicht; die Sache ist ja noch immer wie vorhin; die Glocken sind noch immer genirt.

§. 266.

Schallende Körper.

Die Körper, welche durch ihre Bewegung gegen einander Schall erregen, wer-

den schallende Körper genannt. Die Luft, als ein so ausnehmend elastischer Körper, behauptet auch unter diesen einen vorzüglichen Rang. Aber da alle Körper Elasticität, mehr oder weniger besitzen, so sind auch alle, mehr oder weniger schallende Körper.

§. 267.

Wie die zitternde Bewegung der Körper zu unserm Ohr gelangt.

Um die Fortpflanzung der zitternden Bewegung eines schallenden Körpers durch die Luft zu erklären, nimmt man an, daß durch die Schwingungen desselben die umgebenden Lufttheilchen u. s. w. abwechselnd zusammengedrückt werden, und sich vermöge ihrer Elasticität wieder ausdehnen; bis sie endlich unser Ohr erreichen. — Uebrigens findet dieß nach allen Seiten und

Richtungen Statt, so, daß man sich den schallenden Körper immer in einem Mittelpunkte denken muß, von welchem aus, der Schall sich in eine Kugel verbreitet. — Da eine Bewegung, wie die bey dem abwechselnden Zusammendrücken und Ausdehnen der Lufttheilchen, eine wellenförmige heißt: so werden die Lufttheilchen, wo sie immer am dichtesten sind, Schallwellen genannt, deren Aehnlichkeit mit den Wasserwellen man übrigens nicht sehr urgiren muß. — Wie die übrigen Körper den Schall fortpflanzen, weiß man nicht.

Die Bewegung des schallenden Körpers besteht nicht in einem Zittern der kleinsten Theilchen desselben. Diese Entdeckung verdankt man Herrn Ehladui. Er hat auf das deutlichste bewiesen, daß nicht nur bey klingenden Saiten, sondern auch bey klingenden Ringen, Glocken und Stäben, während ihres Klanges gewisse Stellen dieser

Körper ganz unbewegt bleiben, und daß um diese herum die übrigen Theile so oscilliren oder schwingen, daß diese Schwingungen auf beyden Seiten der festen Stellen oder Schwingungsknoten nach entgegengesetzter Richtung gehen. — Wenn man also eine Glocke anschlägt, muß man ja nicht glauben, daß der ganze Cirkel schwinde; es schwingen nur gewisse Stellen. — Chladni hat auch gezeigt, wie man die Schwingungsknoten sichtbar machen kann, Es wird auf lange Glasplatten feiner Sand gestreuet, und dann werden die Platten mit einem Violinbogen, nach gewissen Regeln, bestrichen. — Wenn man mit einem solchen Bogen ein mit Glas gefülltes Wasser nach gewissen Regeln bestreicht, kann man nicht nur am besten die zitternde Bewegung des Glases am Wasser sehen, sondern sich auch von den Schwingungsknoten, bey einem schallenden Glase, Glocke, u. s. w. überzeugen.

Aus Chladnis Versuchen widerlegen sich auch am besten die Beweise, welche man für die zitternde Bewegung der kleinsten Theilchen gibt. Man sagt z. B. wenn man eine Zange aufschlägt, so sieht man die Schwingung, hört aber nichts; hält man hingegen etwas daran, so hört man gleich den Schall. — Allein jest entstehen ja viel schnellere Schwingungen, da die Schwingungsknoten durch diese Berührung verändert, und dadurch die schwingenden Theile verkürzt werden.

Ueberhaupt ist Chladnits Buch: „Entdeckungen über die Theorie des Klanges, Leipzig 1787, 4.“ ein Meisterstück, und verdiente besser bekannt zu werden. *) Hätte

*) Ein neueres Werk von eben dem Verfasser ist: Die Akustik, bearbeitet von E. Fl. Fr. Chladni, der Philosophie und Rechte Doktor, Leipz. 1802, 32, und 310 S. 4, mit 12 Kupfertaf. Siehe A. L. Z. 1803, 195. — Etwas älter ist eine schätzba-

ein Engländer oder ein Franzose solche Entdeckungen gemacht: wie würde man da gejubelt haben! — Dieser Chladni ist derselbe, der auch der Erfinder des Euphons ist, und der Behaupter, daß die großen Klumpen von Eisen, die in Siberien und Südamerika gefunden wurden, Sternschuppen wären.

§. 268.

Zeit zur Fortpflanzung des Schalls.

Der Schall pflanzt sich in einer Sekunde 1038 Pariser Fuß weit fort. Dieß ist eine der wichtigsten Angaben. Wie man zu

re Abhandlung in den Gilbertschen Annalen, Jahrg. 1806. 3. und 4. Stück: Untersuchungen über Schall und Licht, von Th. Young; bearbeitet vom Direktor Viet h in Dessau.

solchen Angaben kommt, läßt sich leicht begreifen — mittelst Kanonen und Tertien-Uhren. Je weiter die Entfernung, desto besser. — Die Lichtenbergische Tertien-Uhr war vom jungen Ahm s in Hanover, und kostete 8 Louisd'or. Wer sich so kostbare Instrumente nicht anschaffen kann, der muß sich auf andere Art, z. B. mit Zählen helfen.

Franklin hat dazu den Vaterunser vorgeschlagen. Zu so einem profanen Gebrauch wollte Lichtenberg denn doch nicht rathen. Er schlug deßhalb vor, sich anzugeöhnen, in einer Sekunde so schnell als möglich, bis auf 10 zu zählen. Hat man bis auf 5 gezählt, so hat man gerade eine halbe Sekunde oder 30 Tertien.

Lichtenberg überzeugte sich auf verschiedene Art von der Richtigkeit der obigen Angabe, über die Fortpflanzung des Schalls in einer Sekunde. Vor seinem Gartenhause außer dem Wehnder Thore (in Söttingen),

Konnte er recht gut mit einem guten Telescop, den Hammer von der Uhr auf dem Jakobithurm sehen. Wie sich der Hammer hub, hielt er den Finger auf die Tertien-Uhr, und sobald er den Schall hörte, nahm er ihn wieder weg, und erwarb sich durch mehrere solcher Beobachtungen eine große Fertigkeit. Vom Jakobithurm bis zu seinem Gartenhause sind 2933 Calenberger Fuß = $2648\frac{2}{3}$ Pariser Fuß, und die Zwischenzeit betrug immer 2 Sekunden und 36 Tertien. Es kamen folglich auf die Sekunde 1118 Fuß.

Eben so ist vor seinem Gartenhause eine freye Aussicht nach Federruhe — wie man in Göttingen das Gartenhaus des Hofraths Feder auf dem Hainberge nannte. Da ließ er Kanonenschläge anzünden, beobachtete mit einem guten dahin gerichteten Telescop die Flamme derselben bey ihrer Entzündung, und zählte die Zeit, welche von dem Moment, in welchem er die

Flamme erblickte, bis zu dem Momente verstrich, in welchem er den Knall hörte. Wendavid aus Berlin, war seyn Mitbeobachter. Beym ersten Versuche zählten sie 4 Sekunden 14 Tertien; beym zweyten 4 Sekunden 15 Tertien. Nach einiger Zeit maß die Distanz zwischen den beyden Gartenhäusern Hogreve mit dem königl. Prinzen, und fand die horizontale Fläche 4880 Kalenberger Fuß, = 4392 Pariser Fuß. Wenn sich nun der Schall in einer Sekunde 1038 Fuß weit fortpflanzt: so kommen 4 Sekunden und $14\frac{1}{2}$ Tertien heraus. Dieß ist doch sehr genau! Immerhin mag auch der Zufall etwas dabey gethan haben.

Eine andere Probe stellte der Ingenieur-Major Müller zu Göttingen an. Er maß eine Strecke vom Hainberg bis zur Dreckwarte, einmahl mit einem Kanonenschlag, und der Tertien-Uhr, und dann mit der Klasten. Das erste Mahl brachte er

7 Sekunden 54 Tertien heraus; das zweyte
Mahl 8222 Fuß. Also pflanzt sich nach die-
ser Beobachtung der Schall in einer Se-
kunde 1040 Fuß weit fort.

Von welchem ausgebreitetem Nut-
zen die beobachtete Fortpflanzung des
Schalls in einer Sekunde sey, und welche
angenehme Anwendungen sich davon ma-
chen lassen, ist kaum nöthig anzuführen.

Die Weltumsegler können da-
durch bestimmter die Größe einer Insel an-
geben. Bisher geschahen alle diese Angaben
nur nach dem Augenmaße.

Ein Bataillon Soldaten kann
man unmöglich zu gleicher Zeit abfeuern
hören, wenn sie gleich nach der besten Tak-
til exercirt worden sind; ja was noch mehr
ist, wenn sie auch wirklich zu gleicher Zeit
abfeuern. Sie werden ja mit der Stimme
kommandirt, und diese können sie ja nicht
zu gleicher Zeit hören, weil sie nicht in ei-
nem Kreishogen stehen, und der komman-

dirende Offizier sich nicht im Mittelpunkte desselben befindet. Aber ständen sie auch in einem Kreisbogen, und würden sie z. B. mit einer Fahne kommandirt: so befinden sich ja die Zuhörer nicht in dem Mittelpunkte des Kreises. Will man also die Soldaten zu gleicher Zeit abfeuern hören: so müssen sie in einem Kreisbogen, und die Zuhörer in dem Mittelpunkte desselben stehen. Uebrigens versteht sich von selbst, daß dann auch noch die Abfeuerung wirklich zu gleicher Zeit erfolgen müsse.

Von vielfachem Nutzen ist die beobachtete Fortpflanzung des Schalls auch bey einem Gewitter. Jedermann weiß, wie viel eine Sekunde beträgt. Er darf nur seinen Puls fühlen, welcher in jeder Sekunde ungefähr einmahl schlägt. Nun wenn man nach dem Blitz nur 1 Sekunde zählen kann: so ist das Gewitter schon über 1000 Fuß entfernt, und man weiß also gewiß, daß man sich in keiner Gefahr befindet. Bey 2,

3 oder 4 Sekunden, weiß man, daß das Gewitter auch gar den Ort nicht treffen wird, in welchem man wohnt. — Wenn man aber den Blitz sieht, muß man ja nicht sagen: Eins, sondern: Null.

Auch lassen sich Entfernungen, zwischen welchen ein Berg ist, oder wo ein Nebelwetter, oder sonst ein Umstand das Sehen der Flamme nicht gestattet, mittelst des Schalles recht gut messen; nur daß man freylich bey einem Berge nicht weiß, ob der Schall mehr durch die Luft oder durch den Berg hindurch fortgepflanzt wird, welches wirklich verdiente ausgemacht zu werden. — Man geht so zu Werke. Die zwey Partheyen, die zu einer solchen Messung erforderlich sind, und deren jede mit einer guten Tertien-Uhr versehen seyn muß, vergleichen sich, ehe sie an ihre Standpunkte A und B gehen, und bestimmen genau die Zeit, zu welcher sie die Schall = Messung anfangen wollen. Nun

wird also in A die Kanone losgebrannt, und es drückt jemand an die Tertien-Uhr. Nun wird in B eine Kanone gelöst, und sogleich der Finger von der Tertien-Uhr genommen. Sobald man den Schall hiervon in A hört, wird auch der Finger von der Tertien-Uhr genommen, und nun vergleicht man sich. Auf jeden Fall ist es gut, den Versuch mehrere Male anzustellen.

Auf eben diese Weise kann man auch die mittlere Geschwindigkeit einer Kugel gegen die Scheibe berechnen. In dem Augenblicke, da man den Schall vom Schusse hört, oder die Flamme auf der Zündpfanne sieht, drückt man an die Tertien-Uhr; in dem Augenblicke, da man den Schall vom Scheibenschlage hört, nimmt man den Finger wieder weg. Fehlt man um eine Tertie, so fehlt man freylich um 17 Fuß. Aber ein Trost ist, daß, wo es auf Meilen ankommt, der Fehler auch nicht mehr beträgt. — Man hat gefragt, ob es

bey Schützenhöfen und dergleichen, nicht eine Stelle gibt, wo der Schall vom Schusse und der Schall vom Scheibenschlage zugleich gehört werden kann! Die Antwort darauf ist: Nein. Der Schall vom Schusse ist nämlich dann schon weit voraus, wann die Kugel in die Scheibe schlägt, und der Schall davon kann den ersten Schall nicht mehr einholen.

Selbst noch kleinere Distanzen lassen sich mittelst des Schalles messen. — In der Musik kann man kleine Räume außerordentlich leicht behalten. — Eben so auch bey dem Schalle überhaupt. Man nimmt 20 zusammen, und dividirt dann mit 20 so hat man 1, z. B. wenn die Zimmerleute Nägel auf den Dächern einschlagen.

Auch kann man die Tiefe eines Brunnens, nach dem Schalle eines hineingeworfenen Steins berechnen. Die Aufgabe ist die: Wenn man einen Stein in einen Brunnen fallen läßt, aus dem

Zeit, zwischen dem Momente, da man den Stein fallen läßt, und dem, da man den Schall hört, die Tiefe des Brunnens zu berechnen. Es sey die beobachtete Zeit = 10 Sekunden: so ist dieselbe natürlich aus folgenden zwey Zeitmomenten zusammengesetzt: erstens aus der Zeit, welche der Stein zum Hinabfallen in den Brunnen, und zweytens aus der Zeit, welche der Schall zum Herauskommen aus dem Brunnen braucht. Da sich die Höhen des Falls, wie die Quadrate der Zeiten verhalten, und also die Zeiten, wie die Quadratwurzeln der Höhen: so ist die erste Zeit = $\sqrt{\frac{x}{15,095}}$ und eben so die zweyte = $\frac{x}{1038}$. Beyde Formeln zusammen addirt, geben also für die Tiefe des Brunnens = x, folgende Gleichung:

$$\sqrt{\frac{x}{15,095}} \mp \frac{x}{1038} = 10. *)$$

*) Um diese Gleichung aufzulösen, setze man 15,095 oder die Fallhöhe eines Körpers in einer Sekunde, in Pariser Fuß = g, 1038 = c und 10 =

$$m: \text{ so erhält man } \sqrt{\frac{x}{g}} \mp \frac{x}{c}$$

$$= m; \text{ oder } \sqrt{\frac{x}{g}} = m - \frac{x}{c}$$

durch Versetzung; oder $\frac{x}{g} = m^2 -$

$$\frac{2 m x}{c} \mp \left(\frac{x}{c}\right)^2, \text{ wenn man auf}$$

beiden Seiten quadriert; oder $\frac{x}{g} =$

$$m^2 \mp \frac{2 m x}{c} = \left(\frac{x}{c}\right)^2, \text{ durch Ver-}$$

setzung; also $\left(\frac{x}{c}\right)^2 = \frac{x}{g} - m$

$$\mp \frac{2 m x}{c}; \text{ oder } = \frac{x}{g} \mp \frac{2 m x}{c} -$$

⊗

§. 269.

Modificirung der Fortpflanzung
des Schalles.

Der Schall wird durch Wärme und
Kälte, und durch den Wind sehr modi-

$$m^2; \text{ oder } = \frac{c x}{g c} \mp \frac{2 m x}{c} - m^2,$$

wenn man die beyden ersten Brüche
auf einerley Benennung bringt; oder

$$= \frac{c}{g} \cdot \frac{x}{c} \mp 2 m \frac{x}{c} - m^2; \text{ oder}$$

$$= \left(\frac{c}{g} \mp 2 m \right) \cdot \frac{x}{c} - m^2; \text{ also}$$

$$\left(\frac{x}{c} \right)^2 = \left(2 m \mp \frac{c}{g} \right) \cdot \frac{x}{c} - m^2;$$

folglich

$$\left(\frac{x}{c} \right)^2 - \left(2 m \mp \frac{c}{g} \right) \frac{x}{c} = -$$

m^2 ; durch Verſetzung; oder

feirt. Allein das erste ist sehr unbeträchtlich. Bianconi fand bey Bologna, daß

$$\left(\frac{x}{c}\right)^2 - \left(2m + \frac{c}{g}\right) \cdot \frac{x}{c} +$$

$$\left(m + \frac{c}{2g}\right)^2 = -m^2 +$$

$$\left(m + \frac{c}{2g}\right)^2,$$

Wenn man das Quadrat completirt, und auf beyden Seiten addirt; oder

$$\left(\frac{x}{c}\right)^2 - \left(2m + \frac{c}{g}\right) \cdot \frac{x}{c} +$$

$$\left(m + \frac{c}{2g}\right)^2 = \frac{mc}{g} + \frac{c^2}{4g^2},$$

Wenn man auf der rechten Seite das Addirte wirklich ausdrückt; oder

$$\frac{x}{c} - \left(m + \frac{c}{2g}\right) = -\sqrt{\left(\frac{mc}{g} + \frac{c^2}{4g^2}\right)};$$

wenn man auf beyden Seiten die Quadratwurzel aus-

Der Schall bey 28° Reaum. in einer Strecke von 30 Meilen, 76 Sekunden brauchte. — Beträchtlicher ist die Modifikation durch den Wind. Allein man muß sich dadurch nicht abschrecken lassen. Bey andern Versu-

zieht, und bedenkt, das $\frac{x}{c}$ kleiner als m ist; oder

$$\frac{x}{c} = \left(m \mp \frac{c}{2g} \right) - \sqrt{\left(\frac{m c}{g} \mp \frac{c^2}{4g^2} \right)}, \text{ durch Verlegung; also}$$

$$x = \left(\left(m \mp \frac{c}{2g} \right) - \sqrt{\left(\frac{c^2}{4g^2} \mp \frac{m c}{g} \right)} \right) \cdot c; \text{ oder in obigen Zahlen ausgedrückt.}$$

$$\frac{x}{1038} = 10 \mp \frac{1038}{2 \cdot 15,095} - \sqrt{\left(\frac{1038^2}{4 \cdot 15,095^2} \mp \frac{10 \cdot 1038}{15,095} \right)}$$

hen hat man noch viel größere Schwierigkeiten zu überwinden. Und diese Modification findet nur dann Statt, wenn der Wind dem Schalle geradeweges entgegen ist.

Aber wenn beym stärksten Westwind der Schall in die Quere kömmt, so thut dieß nichts. De la Caille fand, daß wenn der Schall sich bey ruhiger Luft $82\frac{1}{2}$ Sekunde verbreite, er bey starkem Winde,

$$= 10 + 34,382 - \sqrt{(1182,138 + 687,645)}$$

$$= 44,382 - \sqrt{1869,783}$$

$$= 44,382 - 43,240$$

$$= 1,142; \text{ also}$$

$x = 1,142 \cdot 1038 = 1185,396$ Pariser Fuß. So tief würde also der Brunnen seyn; der Schall brauchte zum Heraufkommen 1,142 Sekunden; und der Stein zum Hinabfallen 8,858 Sekunden. Siehe math. Abhandl. vermisch. Inhalts, von Abrah. Gottb. Kästner, Erfurt 1794, 4.

der ihm entgegen war 85 Sekunden dazu brauchte. Auf 35000 Fuß macht es gerade 2500 Fuß, oder in einem kürzern Verhältniß auf 24 Fuß, 1 Fuß.

§. 270.

Intensität des Schalles.

Der Schall nimmt ab, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt. Man denkt sich deshalb die Schallstrahlen, wie die Lichtstrahlen. Auch spricht man nach der Analogie, von Schallwellen (§. 267), von einem Schallkreise, und vergleicht denselben mit dem Wellentreise eines ins Wasser geworfenen Steins. — Wenn A B (Fig. 45.) ein Damm z. B. in einem großen Teich wäre, und in der Mitte bey C eine Oeffnung hätte: so würden sich, wenn man bey D einen Stein ins Wasser würde, die Wellen desselben so bilden, wie die Figur darstellt. Stünde aber

in C ein Pfahl, so würden sie sich so bilden, wie Fig. 46. zeigt. — Und eben so verhält sich's nun auch mit dem Schalle. Aber sonst ist ein großer Unterschied zwischen den Schallkreisen und den Wellenkreisen eines ins Wasser geworfenen Steins. Bey den Steinen verhalten sich die Geschwindigkeiten, wie die Quadratwurzeln aus der Breite der Steine. Aber nicht so bey dem Schalle. Schlägt man mit einem großen oder kleinen Hammer irgendwo auf, so hört man den Schall immer zu gleicher Zeit. Dieß ist auch ein großes Glück für die Musik. Sonst würde man z. B. in einem Garten den Bass immer eher ankommen hören, als den Diskant. Und es wäre dann eine fatale Sache mit dem Noten setzen.

S. 271.

V o m S c h a l l e.

Der Schall befolgt genau die Gesetze der Reflexion des Lichts. Man kann also

die Wand, von welcher er zurückgeworfen wird, einen akustischen Spiegel nennen. Aber sonst gibt es viele Schwierigkeiten. So geben neue Gebäude ein viel schlechteres Echo, als alte Mauern. Dieß läßt sich indeß aus verschiedenen Ursachen begreifen; vorzüglich aus der Holprigkeit der alten Mauern. Büsch rechnet auch viel auf die Luft, die zwischen den Höhlungen derselben enthalten ist. Zu Leipzig vor den Kamstädter Thor ist ein berühmtes wiederhohlendes Echo. Dieß läßt sich aus dem nahe stehenden Häusern erklären, von welchen die Schalllinien zurück geworfen werden. In Altdorf, dem Observatorio gegenüber, ist auch ein sehr berühmtes Echo. Auf 150 Schritte wirft es das Wort omnia; auf 230 responde mihi, auf 340 responde mihi cito, und auf 380 responde mihi cisissime zurück.

Ein Irländer, vielleicht derselbe, der bey der Paulskirche in London fragte, ob die

se Kirche wohl in England verfertigt worden sey — sagte einmahl in einer Gesellschaft, in welcher von berühmten Echos gesprochen wurde: O! bey mir gibt es wohl viel bessere Echos; wenn man da in ein Haus kommt, und frägt: Wie befinden Sie sich? so antwortet es: Ich danke für das gütige Andenken — recht wohl.

Hieher gehört auch die *Bauchrednerey* — die bey allen Marionettenspielen Statt findet. Lichtenberg hatte im Jahr 1789 einen Bauchredner (Ventriloquus) auf seiner Stube. Er war ein Gärtner seiner Profession nach, verstand sich aber auf das Bauchreden so gut, daß er ihn betrog, ungeachtet er von ihm betrogen seyn wollte. Er machte seine Versuche mit einer kleinen Puppe. Beym Lachen umarmte er dieselbe, damit man ihm nichts an dem Gesichte kennen möchte. —

Das menschliche Ohr kann sehr schlecht von Lagen urtheilen. Wenn A statt B sprä-

che, rührte aber den Mund nicht, B hingegen bewegte den Mund: so würde Jedermann glauben, B sprechen. So sieht man sich auch, wenn man einen dicken Mann, fein sprechen hört, um, und meint, es spräche Jemand anderer, weil man von ihm eine Bassstimme erwartet. Es ist fast gerade so, als wenn man des Abends in ein Spiegelzimmer ginge, in welchem eine Person säße. Man glaubt eine ganze Gesellschaft zu erblicken. Käme nun diese Person rückwärts zurück: so würde man gewiß jemand Andern für die rechte Person halten, weil es doch nicht Sitte ist, daß man Jemanden auf eine so negative Art in Empfang nimmt.

S. 272.

Sprachgewölbe.

Auf die Eigenschaften der Ellipse und auf die Gesetze der Reflexion der Schall-

strahlen, gründen sich die Sprachgewölbe. — Eine Ellipse entsteht, wenn man einen Kegel schräg durchschneidet, so wie der parallele Durchschnitt desselben mit einer seiner Seiten, die Parabel, und mit seiner Axe die Hyperbel gibt. Sie besitzt die Eigenschaft, daß alle Schallstrahlen, die aus einem Brennpunkte derselben herkommen, so reflektirt werden, daß sie wieder in dem andern Brennpunkte derselben zusammen kommen. Kann man nun einem Gewölbe eine elliptische Form geben, so muß es auch in demselben zwey Punkte, A und B geben, von welchem alle Schallstrahlen nach dem Andern reflektirt werden müssen. Wenn nun Jemand in A sehr leise spricht: so kann man ihn bey B doch gut verstehen. Wer aber an einem andern Orte stünde, würde nichts hören.

§. 273—276.

Sprachrohr (Tuba Stentorea).

Der Schall nimmt ab, wie das Qua-
drat der Entfernung zunimmt (§. 270.),
aber in cylindrischen Röhren kann
man ihn sehr weit fortpflanzen, wie aus
Fig. 47. deutlich genug erhellet. Wenn man
daher eine Taschenuhr in die Mündung ei-
ner Kanone legt, und das Ohr an das
Zündloch hält: so hört man sie sehr deut-
lich schlagen, so deutlich, als wenn man
sie dicht an dem Ohr hätte. — Lichtenberg
rieth einmahl einem seiner Zuhörer, mit
den Röhren von Weissenstein (jetzt Na-
poleonshöhle) bey Kassel, ähnliche Ver-
suche anzustellen; — und er fand es bestä-
tigt.

Man könnte solche Röhren in den Be-
dientenstuben anlegen, und sich dersel-

ben statt der Glocken bedienen, auch in den Gefängnissen. —

Die Kerls, die mit den Cicerosköpfen, u. s. w. herumziehen, hängen ganz von diesen Röhren ab. Es ist unglaublich, welche Revolutionen sie deßhalb mit dem Fußboden der Zimmer anfangen, in welchen sie ihr Gaukelspiel treiben wollen.

Die Fortpflanzung des Schalls durch solche Röhren erstreckt sich natürlich nur so weit, als die Länge der Röhren beträgt, wie ebenfalls aus Fig. 47. deutlich erhellt. So wie die Schallstrahlen nach D reflektirt werden, gehen sie nach der Richtung DE und DF auseinander, und ein Ohr in G würde nichts von ihnen vernehmen. Könnte man nun eine Röhre so einrichten, daß die Schallstrahlen bey D parallel reflektirt werden müßten, so würde sich der Schall auch unabhängig von der Länge der Röhre, noch viel weiter fortpflanzen. Dieß ist nun das Sprachrohr.

Man hat sich viel um das Alter der Erfindung der Sprachröhre gestritten. Einige wollen schon die Alten davon Gebrauch machen lassen. Sie berufen sich auf die *Tuba*, mit welcher die Alten ihre Truppen kommandirten. Doch dieß war wohl nur eine Trompete. Denn bekanntlich kommandirte man Landtruppen nicht mit dem Sprachrohr. — Der Erfinder ist vielmehr *Morland* in England, von dem auch ein *Barometer* den Namen führt. Er machte die Erfindung um das Jahr 1670.

Sobald die Erfindung gemacht war, gab man den Mathematikern das Problem auf, die beste Form anzugeben. Da kamen denn viele Vorschläge zum Vorschein. Die *parabolische Form* ist theoretisch unstreitig die richtigste. Die *Parabel* — welche entsteht, wenn man einen *Kege*l parallel mit einer seiner Seiten durchschneidet — hat nämlich die Eigenschaft, daß alle *Strahlen*, die mit der *Axe* derselben

parallel einfallen, in einem Punkte in der Mitte des Halbmessers reflektirt werden, welcher der Brennpunkt heißt; und wieder, daß alle Strahlen, welche aus diesem Brennpunkte auf die Parabel fallen, parallel zurück geworfen werden. Da man nun die Parabel so spitz machen kann, als man will, so scheint sie sich wirklich am besten zu einem Sprachrohr zu qualifiziren. Allein man hat doch gefunden; daß kein merklicher Unterschied heraus kommt. Einmahl sind solche Sprachröhre schon sehr schwer zu verfertigen. Dann setzt die Parabel voraus, daß alle Schallstrahlen aus einem Punkte kommen, welches natürlich in der Praxi nicht der Fall ist. Man hat wohl ein elliptisches Mundstück angebracht: allein dem Uebel wurde dadurch nicht abgeholfen. Da kam denn endlich Lambert, und zeigte, daß, wenn man dem Kegel ein ordentliches Verhältniß seiner Höhe zur Basis gäbe, derselbe noch immer das beste Sprachrohr wäre.

Man kann ohne Sprachrohr auf 400 Fuß hören. Nach dieser Bemerkung richtete er seine Angabe ein.

Um doch ein Verhältniß zu kennen, mag man sich folgendes von Chladni merken. Oben, nach subjektivem Bedürfniß weit, ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll, unten 14 Zoll im Durchmesser, und 4 Fuß hoch. Ferner von gut geleimten Pappdeckel und innen dig so glatt als möglich. Das Blech hat selbst wieder viele Schwingungen.

Von welchem wichtigem Gebrauche übrigens die Sprachröhre seyen, besonders auf der See, bey einem Sturme, bedarf wohl keiner Erwähnung.

S. 277.

Hörrohr (Tuba acustica.)

Das Hörrohr gründet sich ganz auf die Parabel. In gewisser Entfernung, wäre wohl die Ellipse besser. Bey

Thomson, Lichtenbergs Sprachlehrer im Englischen, sah er ein Hörrohr, von der Gestalt, wie Fig. 48. es darstellt. Es war von Silber. Allein es ereignete sich damit der traurige Umstand, daß sich das Ohr, blos durch das leise Anhalten zu entzünden anfing, so daß er das Rohr ganz weglegen mußte. Er verfiel hernach auf die Vergrößerung der Ohren, durch das Flache beyder Hände. Und dieß mag wohl das beste Hörrohr für solche seyn, die nicht ganz taub sind. Freylich sieht es nicht gut aus, und erinnert an den Freund Langohr. Aber Noth hat kein Geboth. — Man hat auch von dünnem Pergament solche Ohren geformet. — Den Versuch kann man am besten mit einer Taschenuhr anstellen, die man auf einen Tisch legt, und sich immer weiter davon entfernt.

§. 278.

Audere Fortpflanzungsmittel des Schalles.

Es war davon schon oben (§. 265.)
die Rede.

Gründe der Musik.

§. 279.

Saiten.

Um regelmäßige Schwingungen oder
einen Klang (§. 264.) hervorzubringen, be-
dient man sich unter andern der Saiten.
Die Schwingungen derselben haben viele
Ähnlichkeit mit den Schwingungen des
Pendels. Deswegen haben auch die Mathe-
matiker ihre Schwingungen eben so berech-
net, wie die Schwingungen des Pendels.

§. 280.

K l a n g.

Die Schwingungen einer gespannten Saite bringen einen Schall hervor, der sich durch eine größere Annehmlichkeit auszeichnet. Man nennt ihn einen Klang. Er unterscheidet sich von dem Geräusche dadurch, daß er durch gleichartige (gleich geschwinde) Schwingungen, die durch das Gehör oder durch andere Mittel bestimmbar sind, hervorgebracht wird. (S. 264.)

§. 281.

Klingende Körper.

Nicht nur die Saiten, sondern noch viele andere Körper bringen einen Klang hervor. Man nennt sie klingende Körper. Chladni theilte sie in drey Klassen ein. Sie sind :

1. für sich biegsam, aber durch Spannung elastisch; fadenförmige Körper dieser Art sind Saiten; membraneförmige sind Pauken- und Trommelfelle.

2. ausdehnbar flüßig und durch Druck elastisch, wie die Luft, welche in den Blasinstrumenten der klingenden Körper ist.

3. steif, und für sich elastisch, deren es zweyerley Gattungen gibt; an der einen sind die Schwingungen linearisch, dergleichen gerade Stäbe, Gabeln, Ringe und andere, hauptsächlich nach der Länge ausgedehnte Körper wahrnehmen lassen; an der andern geschehen die Schwingungen nach gekrümmten Flächen, wie an Scheiben, Glocken, Gefäßen, u. d. gl.

§. 282.

Allgemeine Schwingungsgesetze der Saiten.

Die Schwingungsgesetze der Saiten sind um so wichtiger, da von den Saiten nicht

nur ein so vorzüglicher Gebrauch gemacht wird, sondern auch alle übrigen klingenden Körper sich gleichsam als Saiten gedanken lassen. Es richtet sich aber die Anzahl der Schwingungen einer Saite nach ihrer Länge, nach ihrer Spannung und nach ihrer Dicke, und das allgemeine Gesetz derselben wird durch folgende Formel ausgedrückt:

$$V = \sqrt{\frac{S}{L \cdot P}}, \text{ wo}$$

V die Schwingung der Saite

L die Länge der Saite

P das Gewicht der Saite, und

S die Spannung der Saite bedeutet.

Diese Formel fließt aus den Gesetzen der Elasticität harter Körper, und aus den Gesetzen des Pendels. Aus jenen nämlich ergibt sich — welches hier freylich aus der höhern Mechanik postulirt werden muß, da wir uns bey der

Elasticität nicht darauf eingelassen haben
— daß

$$T^2 = \frac{L^2 \cdot D^2}{S}$$

oder, daß das Quadrat der Schwingungszeit (T) einer Saite, gleich sey einem Bruche, wovon der Zähler ein Produkt aus dem Quadrate der Länge (L) in das Quadrat der Dicke (D) der Saite, und der Nenner, die Spannung (S) derselben ist.

Für diese Formel läßt sich setzen:

$$T^2 = \frac{L \cdot P}{S}$$

oder, das Quadrat der Schwingungszeit einer Saite, ist gleich der Länge derselben multiplicirt in ihr Gewicht, und dividirt durch ihre Spannung. Denn da die Saite eine cylindrische Gestalt hat, so ist ihr körperlicher Raum, und also auch ihre Masse oder ihr Gewicht (P) = L. D². Man kann also aus dem Zähler der erstern

Formel, $L \cdot D^2$ weglassen, und dafür P setzen: so erhält man in der letztern Formel zum Zähler $L \cdot P$, und es ist also

$$T^2 = \frac{L \cdot P}{S}$$

Nun aus den Gesetzen des Pendels ergibt sich, daß sich die Schwingungszahlen verkehrt verhalten, wie die Schwingungszeiten, weil ja natürlich die Anzahl der Schwingungen um desto größer seyn muß, je kleiner die Dauer jedes einzelnen Schwunges ist. Folglich ist

$$V^2 = \frac{S}{L \cdot P}$$

und auf beyden Seiten die Quadratwurzel ausgezogen, gibt

$$V = \sqrt{\frac{S}{L \cdot P}}$$

und so verhält sich also die Anzahl der Schwingungen von ein paar Saiten in ein

ner gegebenen Zeit, wie die Quadratwurzeln aus den Quotienten, die man findet, wenn man die Saiten spannenden Kräfte durch das Produkt, aus dem Gewichte der Saiten in ihre Längen, dividirt; oder es ist

$$\dot{V} : v = \sqrt{\frac{S}{L \cdot P}} : \sqrt{\frac{S}{l \cdot p}}$$

Anmerkung. Hieraus läßt sich nun einigermaßen Eulers allgemeine Formel, für die Anzahl der Schwingungen einer Saite in einer Sekunde, verstehen.

Es ist folgende:

$$V = \frac{355}{113} \cdot \sqrt{\frac{3166 \cdot n}{a}}, \text{ wo}$$

V die Anzahl der Schwingungen in einer Sekunde; $\frac{355}{113}$ die sogenannte Edlnische Zahl, oder 3,141592. 3166, die Länge eines Sekundenpendels in Tausendtheilen des Rheinl. Fußmaßes;

n, das Gewicht der Spannung der Saite; und

a die Länge der Saite ebenfalls in Tausendtheilen des Rheinl. Fußmaßes bedeutet.

Nach obiger Formel mußte nämlich diese Euler'sche, folgendermassen ausgedrückt werden:

$$V = \frac{355}{113} \cdot \sqrt{\frac{3166}{L \cdot P}}$$

die spannende Kraft der Saite oder S durch ein Gewicht ausdrückt, welches ein Multiplicum von dem Gewichte der Saite ist, so daß also $P : S = 1 : n$ und mithin n anzeigt, wie vielmahl die Spannung der Saite stärker ist, als ihr Gewicht: so kann P, da es = 1 gesetzt wird, aus der Formel weggelassen werden, und es verwandelt sich dieselbe, wenn man noch n statt S und a statt L setzt, in folgende:

$$V = \frac{355}{113} \cdot \sqrt{\frac{3166 \cdot n}{a}}$$

Es sey die Länge der Saite . oder a
oder $L = 2\frac{1}{2}$ rheinl. Fuß, also im Tau-
sendtheilen desselben = 2500, und sie wer-
de durch ihr 10000 faches Gewicht gespannt,
also $n = 10000$: so wird dieselbe in einer

$$\text{Sekunde } \frac{355}{113} \cdot \sqrt{\frac{3166 \cdot 10000}{2500}}$$

d. i. $353\frac{1}{2}$ Schwingungen machen. Will
man die Länge der Saite nicht in Tausend-
theile verwandeln, so darf man natürlich
für 3166 nur 3,166 setzen. Man sieht, daß
diese Eulersche Formel viel Schnes hat,
da sie ein sicheres Mittel darbietet, der Nach-
welt Nachricht von unsern Tönen zu geben.
Euler fand nämlich, daß eine Saite, die
in einer Sekunde 392 Schwingungen mach-
te, den Ton a angebe. Hieraus folgt, daß
das Contra A von einer Saite angegeben
wurde, die 98 Schwingungen in einer Se-
kunde macht, und das Contra C, wenn man
dieses für den tiefften Ton annehmen woll-
te, von einer Saite, die $58\frac{1}{2}$ Schwingungen

in einer Sekunde macht. Sollte nun unser Fußmaaß wirklich verloren gehen: so darf man die Länge der Saite, nur nach einem solchen Maaße bestimmen, wovon 3166 Theile, die Länge eines Perpendikels machen, das Sekunden schlägt.

S. 283.

Besondere Schwingungsgesetze
der Saiten.

Aus diesem allgemeinen Gesetze lassen sich nun leicht alle besondere Gesetze herleiten. Lichtenberg schränkte sich auf folgendes einzige ein, daß er mit seinem von Chladni selbst gefertigten Monochord erläuterte: bey gleich gespannten und gleich dicken, aber ungleich langen Saiten, verhält sich die Anzahl der Schwingungen umgekehrt, wie ihre Längen; oder

$$V : v = l : L$$

Weil nämlich die Dicken gleich sind, so verhalten sich ihre Gewichte wie ihre Längen, und statt des Faktors P und p in den Nennern der Generalformel, kommt also L und l zu stehen, so daß

$$V : v = \sqrt{\frac{S}{L \cdot L}} : \sqrt{\frac{S}{U}}, \text{ oder welches einerley ist}$$

$$V : v = \frac{\sqrt{S}}{L} : \frac{\sqrt{S}}{1}. \text{ Weil aber auch die Spannungen gleich sind: so läßt sich für } S \text{ und } s, 1 \text{ und } 1 \text{ setzen, daß also}$$

$$V : v = \frac{\sqrt{1}}{L} : \frac{\sqrt{1}}{1}; \text{ oder welches einerley ist}$$

$$V : v = \frac{1}{L} : \frac{1}{1}, \text{ oder welches einerley ist}$$

$$V : v = 1 : L$$

$$L : 1 = v : V$$

§ 284.

T o n.

Sieht man bey einem Klange blos auf die Geschwindigkeit der zitternden oder schwingenden Bewegung: so nennt man ihn einen Ton. (§. 264)

Ein Ton unterscheidet sich von einem andern durch Höhe und Tiefe. Höher ist ein Ton, wenn in einer gegebenen Zeit die Schwingungen schneller; tiefer, wenn in derselben Zeit die Schwingungen langsamer auf einander folgen.

§. 485. 486.

Intervall oder Tonverhältniß.

Ein Intervall oder Tonverhältniß ist der Unterschied eines Tons von dem andern; oder das Verhältniß der Schwingungszahlen für zwey Töne bey einerley Zeit der Schwingungen. Es wird

dieß Verhältniß der Töne gegen einander, nach den Längen der Saiten bestimmt. Wenn also von ein paar gleich dicken, und gleich stark gespannten Saiten, ihre Längen sich verhalten

Wie	so gibt die erste		von der zweyten
1: 1	= =	den Einklang	= =
1: 2	= =	die Oktave	= =
2: 3	= =	die Quinte	= =
3: 4	= =	die Quart	= =
4: 5	= =	die große Terz	= =
5: 6	= =	die kleine Terz	= =
5: 8	= =	die kleine Sexte	= =
3: 5	= =	die große Sexte	= =

Es lassen sich alle diese Verhältnisse auf einem Monochorde, mit kleinen Saiteln, von Papier recht deutlich machen.

S. 287.

Consonanzen und Dissonanzen.

Der Grundton, die Oktave, die Quinte und die große Terz, gewähren dem Ohre Vergnügen, und werden daher Consonanzen, Accorde, consonirende Töne genannt. In Kirchen, und sonst, singen Frauenzimmer gewöhnlich um eine Oktave höher, ohne daß sie es merken, daß sie höher singen. Dieß rührt von der schönen Zusammenstimmung, der Oktave, Quinte und Terz her.

Die übrigen Töne, deren eine unzählige Menge sind, heißen Dissonanzen oder dissonirende Töne. Auch dieß läßt sich mit dem Monochorde oder Sonometer deutlich machen.

S. 288.

In einer jeden Oktave werden sieben Haupttöne und fünf Nebentöne

angenommen. Die ersten werden mit den Buchstaben C, D, E, F, G, A, H, die letztern mit Cis, Dis, Fis, Gis, B bezeichnet. Die Töne, welche in Oktaven aus einander liegen, werden mit demselben Buchstaben, nur mit der kleinen Abänderung bezeichnet, daß man zu der ersten Oktave große Buchstaben, zu der zweyten kleine Buchstaben, zu der dritten einmahl gestrichene, zu der vierten zweymahl gestrichene kleine Buchstaben wählt, u. s. w. Also

C^{Cis} D^{Dis} E F^{Fis} G^{Gis} A^B H
 c d e f g a h c d e f g a h
c d e f g a h c

Und hierinn bestehet nun das heutige Diatonische System, oder die Diatonische Grundleiter.

§. 289.

Temperatur.

Beß diesem Diatonischen Systeme eignet sich ein sehr merkwürdiger Umstand.

Weil man gerne jeden der zwölf Töne für einen Grundton halten will, so geschieht es, daß, wenn man die Quinte rein haben will, man sich in die Oktave verliert. Es sind 12 Quinten, und man kann also gar nicht auf das c kommen. Da muß denn ein Vergleich getroffen werden, bey welchem die möglichste kleinste Abweichung von der höchsten Reinigkeit Statt findet. Ein solcher Vergleich oder eine solche Einrichtung wird nun die *Temperatur* genannt. *)

*) Ein sehr schätzbares Werk über die Temperatur ist: Anleitung zu Temperaturberechnungen für diejenigen, welche in dem arithmetischen Theile der Musik, keinen mündlichen Unterricht haben können; insbesondere aber für die Besizer des Kirüberger'schen Werkes: die Kunst des reinen Sanges u. s. w. Von Daniel Gottlob Türk Musikdirektor, (jetzt Professor der Musik) in Halle. Halle 1808, 572 S. gr. 8. Siehe darüber Hall. N. L. Z. 2809.

Man hat sehr viele solche Temperaturen vorgeschlagen. Die Kirnbergersche, für welche sich Erzyleben so warm erklärt, hat ihren Namen von Kirnberger, einem berühmten Musiker, der die musikalischen Artikel zu Sulzers Wörterbuch verfertigte. Um sie zu verstehen, muß man folgendes bemerken: Wenn man die Quinte alle rein stimmt: so wird das C zu hoch, in diesem Verhältniß $524288 : 531441$, welches das Pythagorische Comma heißt, zum Unterschiede von dem gemeinen Comma, oder $80 : 81$.

Nun nach der Kirnbergerschen Verbesserung sind 9 Quinten rein; von den drey übrigen schwebt das eine mit $\frac{1}{2}$ vom Pythagorischen Comma, und von den zwey übrigen schwingt ein jedes mit $5\frac{1}{2}$ vom Pythagorischen Comma.

Die gleichschwebende oder mathematische Temperatur, die unstreitig vor allen übrigen den Vorzug verdient, ist

diesjenige, wo alle Schwingungen in einem eigentlichen wahren geometrischen Verhältnisse fortgehen. Man muß also die Oktave C bis c in 12 gleiche Intervalle oder Stufen eintheilen. Und dieß geschieht auf folgende Art:

Grundton C	Oktave c
1 oder 2^0	2 oder 2^1
	oder
$2^{\frac{1}{12}}$	$2^{\frac{2}{12}}$
$2^{\frac{2}{12}}$	$2^{\frac{3}{12}}$
$2^{\frac{3}{12}}$	$2^{\frac{4}{12}}$
$2^{\frac{4}{12}}$	$2^{\frac{5}{12}}$
$2^{\frac{5}{12}}$	$2^{\frac{6}{12}}$
$2^{\frac{6}{12}}$	$2^{\frac{7}{12}}$
$2^{\frac{7}{12}}$	$2^{\frac{8}{12}}$
$2^{\frac{8}{12}}$	$2^{\frac{9}{12}}$
$2^{\frac{9}{12}}$	$2^{\frac{10}{12}}$
$2^{\frac{10}{12}}$	$2^{\frac{11}{12}}$
$2^{\frac{11}{12}}$	$2^{\frac{12}{12}}$

Wenn man also den Log. 2 mit $\frac{1}{12}$ multiplicirt ($\frac{1}{12}$. Log. 2) so erhält man Log. 0,0250858, den man sucht, oder den Unterschied der zwölff Logarithmen. — Sieht man nun den Logarithmus 0,0250858 von dem Log. 1 oder Log. 1,0000000-1 ab: so erhält man den Logarithmus 0,9749242-1, und die dazu gehörige Zahl ist = 0,9438, u. s. w.

§. 290.

M u s i k.

Die ganze Musik gründet sich auf den Unterschied zwischen den tiefen und hohen Tönen. Sie lehret nämlich nichts anders, als Töne, die in Ansehung der Tiefe und Höhe verschieden sind, so mit einander zu verbinden, daß daraus eine angenehme Harmonie entsteht.

Die Lyra der Alten bestand aus vier zwischen zwey Stierhörnern ausgespannten Saiten, und hatte Anfangs nur die 4 Töne C F G c.

§. 291.

Reinheit des Klangs.

Chladni entdeckte eine ganz eigene Art von Tönen an den Saiten, die zwar in der Musik nie werden angewendet werden können, weil sie unangenehm sind, die aber we-

gen ihrer gänzlichen Abweichung von allen übrigen Schwingungsarten, Aufmerksamkeit verdienen. Er heißt sie Längentöne. Man muß die Saite mit dem Bogen so nach der Länge unter einem sehr spitzigen Winkel streichen, nicht unter einem rechten, wie gewöhnlich geschieht. Bey den gewöhnlichen Tönen kommt nichts darauf an, was man für einen Körper nimmt. Allein bey den Längentönen ist ganz etwas anders, da geben die Messingsaiten andere Töne, andere die Darmsaiten, andere die Stahlsaiten. Diese sind um eine Quarte höher, als die Messingsaiten, und diese wieder um eine Sexte höher, als die Darmsaiten.

S. 292.

Bemerkbarer Unterschied der
Töne.

Wie viel Schwingungen muß
eine Saite in einer Sekunde ma-

Hen, damit es in unsern Ohren ein Ton wird? — Sauveur glaubt $12\frac{1}{2}$ Schwingungen. Dieß wäre der tiefste Ton; der allerhöchste wäre 6400. Also $12\frac{1}{2}$, 25, 50, 100 u. s. w. Die letztere Zahl ist ungefähr das Contra A. Bey Euler ist es 98; fährt man also fort bis zur Zahl, die 6400 am nächsten liegt, so erhält man 9 Oktaven. Euler rechnet für den tiefsten Ton 20, und für den höchsten 4000 Schwingungen. Hier gibt es 96, dort 108 hörbare Töne. Bey den Farben kömmt etwas Aehnliches vor. Der Mensch kann 819 Farben unterscheiden.

§. 296. *)

Erregung der Töne.

Wie auf den verschiedenen musikalischen Instrumenten die Töne hervorgebracht wer-

*) Die Paragraphen 293, 294 und 295 wurden von Lichtenberg übergangen. Sie han-

den, ist bekannt. Eine andere Art Töne zu erregen, ist folgende. Wenn man Zink in ein Medizinglas wirft, und dann zuerst Wasser, hernach Salzsäure darauf gießt: so entsteht inflammable Luft. Setzt man nun auf die Oeffnung des Glases eine kurze Röhre, zündet die Luft an, und hält eine lange Glasröhre darüber: so entsteht ein herrlicher Ton. — Die siedenden Theelöffel geben einen ähnlichen Ton von sich, und es ist auch ganz dasselbe. — Wenn man die inflammable Luft mit Eisenfeilstaub macht, kann man jenen Ton nicht erhalten. Siehe gehört auch die Riesen- oder Wetterharfe in Basel. Lichtenberg beschrieb sie im Götting. Taschenkal. für das Jahr 1792. Der Erfinder davon ist Vater Ventan, Probst zu Bürkli, unweit Basel. Er

deln von der gleichzeitigen Fortpflanzung mehrerer Töne, von der Mittheilung derselben, und von der Resonanz.

war ein großer Liebhaber vom Scheibenschießen, aber auch dabei sehr podagraisch. Er mochte oder wollte sich keinen eigenen Mann halten, der ihm angezeigt hätte, ob er getroffen oder nicht getroffen hat. Er erfand also eine Methode die Scheibe ans Fenster zu ziehen. Dieß bewerkstelligte er mit einem Drath ohne Ende. Da hörte er denn, daß dieser Drath zuweilen des Nachts die angenehmsten Töne gab. Dieß machte sich ein gewisser Hauptmann H a a s in Basel zu Nutzen, und spannte mehrere Saiten von Eisendrathe auf. Sie hatten eine Länge von 320 Fuß und eine Dicke von 1, $1\frac{1}{2}$ und 2 Linien, und tönnten bey jeder Veränderung des Wetters; weßwegen er auch dieser Vorrichtung den Nahmen der Wetterharfe gab.

Man hat sich auch Mühe gegeben Menschenstimmen nachzuahmen. Die Akademie der Wissenschaften zu Petersburg gab darüber eine Preisfrage auf, und Kra-

Benstein zu Kopenhagen, erhielt den Preis. Allein es kam doch nie etwas rechtes zum Vorschein. Wolfgang v. Kempelen's Schrift enthält viel Gutes über diesen Gegenstand. — Bisher kann also bloß der Kuckuck auf den Uhren thierische Stimmen nachahmen. Man sieht, es wäre von großem Nutzen, und vielleicht entdeckt es noch einmahl die Nachwelt. Da könnte man sich die Predigten absprechen lassen, und brauchte vielleicht die Pastöre gar nicht.

Schließlich noch etwas vom menschlichen Ohr. Lichtenberg fand sich vorher bey Demonstrationen über das Ohr, in sehr grosser Verlegenheit, weil es äußerst schwer hält, eine perspektivische Zeichnung von den äußern Theilen des Ohres zu geben. Bey dem Auge ist es ganz etwas anders. Da schneidet man nur in der Mitte durch, so kann man alles gut sehen. — Dieß bewog ihn denn endlich Sommering, — den größten Physiologen unserer Zeit — zu

Mainz, bey seiner Anwesenheit zu Göttingen, zu ersuchen, ein großes menschliches Ohr in Natura fertig zu lassen, woran die innern Theile alle, nach den neuesten Entdeckungen, verhältnißmäßig angegeben wären. Dieß that er denn auch, und schickte ihm ein sehr schönes, großes, von Keel, zu Mainz im Jahre 1791 gearbeitetes Ohr, wobey nun die Demonstrationen sehr leicht wurden. Als Brugmanns von Leiden, in Göttingen war, und Lichtenberg ihn ins Museum führte, fiel ihm nichts so sehr auf, als dieses Ohr. Vermuthlich, weil er sich wohl auch zuweilen in solcher Verlegenheit befand, wie Lichtenberg.

Man theilt das Ohr am besten, in das äußere, mittlere, und innere ein.

Das äußere Ohr (*auris externa*) besteht aus folgenden Theilen: *Helix*, *Anthelix*, *Scapha*, *Concha*, *Tragus*, *Antitragus*. Hierauf folgt der *meatus*

auditorius bis zur membrana tympani, welches die Gränze zwischen dem äußern und mittlern Ohr macht.

Das mittlere Ohr (auris media) besteht in der Paukenhöhle, und hat folgende drey Theile, welche ossicula auditus (Gehörknöchelchen) heißen :

1. Hammer (malleus).
2. Ambos (incus).
3. Steigbügel (stapes).

Der Hammer ist an dem Trommelfellchen mit seinem Stiele angewachsen, mit dem Kopf agirt er auf den Ambos. Dieser articulirt mit dem Steigbügel, und dieser ragt durch die fenestra ovalis in das Labyrinth hinüber. Von der fenestra ovalis ist die fenestra rotunda sehr wohl zu unterscheiden. Sie liegt hinter jener. — Aus dem mittlern Ohr geht ferner noch die tuba Eustachii in den Mund hinüber.

Das innere Ohr (auris intima) oder das Labyrinth, besteht aus folgenden Theilen:

1. Vestibulum (Vorhof).
 2. Canales semicirculares (drey hohlenförmige Gänge).
 3. Cochlea (die Schnecke).
-