

II. CAPITEL.

VON DEM DRUCKE FLÜSSIGER KÖRPER.

A) Von den verschiedenen Zuständen des Flüssigen.

§. 71.

VI. Versuch. Drei mit nicht zu weiter Mündung versehene (sogenannte Mixtur-) Gläser, werden, das eine mit Weingeist, das andere mit Wasser und das dritte mit Quecksilber bis zu drei Viertheile gefüllt, und langsam so aus ihrer senkrechten Stellung gebracht, daß die Flüssigkeit eines jeden Glases genöthigt wird, sich über den Rand der unverschlossenen Mündung hinaus zu begeben; es werden der Weingeist und das Wasser sich bis zu dem äussersten Rande verflähen, und auf diese Weise überfließen; bei etwas stärkerer Neigung des Glases aber, nicht am Glase selbst herabfließen, sondern für sich in (längliche Sphäroide oder) Tropfen getheilt zu Boden fallen, endlich aber bei

noch stärkerer Neigung, in Form eines zusammenhängenden Strals oder Fadens (sich frei durch die Luft bewegend) herabfliessen. Ist endlich das Glas von der Flüssigkeit bis etwa auf ein 24tel entleert, so wird sie von neuem aber merklich langsamer wie beim Anfange abtröpfeln, und bei völlig umgekehrtem Glase die letzten Tropfen nach langer Zeit fallen lassen. Das Quecksilber hingegen, wird gleich anfänglich ohne sich merklich zu verflachen, als Strahl herabfliessen, ohne jemals an der äusseren Glasfläche herabzugleiten, und nur gegen das Ende in sehr wenigen kleinen länglichen Tropfen zur Erde fallen.

1) Die in der Folge zu untersuchenden Phänomene der Adhäsion, werden den Grund angeben, warum Wasser und Weingeist am Glase (bei gewissen Neigungen des Glases) herabgleiten, Quecksilber hingegen stets in einem etwas gebogenen Strale frei herabfließt.

2) Unter gewissen Umständen tröpfelt das Quecksilber wirklich ab, wenn es nämlich durch sehr feine Oeffnungen getrieben wird, z. B. durch Leder, noch besser durch Holz, wie dieses Versuche mit der Luftpumpe zeigen werden.

3) Die Tropfenbildung zeigt von einer Anziehung, die vom Mittelpuncte nach dem Umkreise wirksam ist, wir nennen sie Cohäsion; jeder Strahl oder Faden einer Flüssigkeit ist anzusehen als eine Aneinanderreihung zahlloser kleiner Tropfen, wo jene Anziehung

sich gegenseitig in die Begrenzungsflächen erstreckt, und so die Bildung eines dünnen Cylinders zulässt, von dessen Axe aus die Anziehungen nach der abgerundeten Aussenfläche bewirkt werden. Je schwerer (dichter) die Flüssigkeit ist, je weniger Widerstand wird die Luft verhältnissmässig ihrem Falle entgegensetzen; um so schneller wird daher auch ein Tropfen dem andern folgen, und so jene Aneinanderreihung beschleunigen. Zugleich wächst aber auch die Cohäsion mit der Dichtigkeit; erstreckt mithin ihre Wirkungen in so grössere Umkreise, oder wenigstens mit so grösserer Energie, und beschleunigt daher ebenmässig jene Aneinanderreihung. Kommt hierzu nun noch, dass die Adhäsion (in obigem Versuche als die von der Glasoberfläche aus wirkende Anziehungskraft) jene Cohäsionswirkung der Flüssigkeit nicht beschränkt, so wird die Stralbildung um so mehr erleichtert. Jeder Tropfen würde eine Kugel seyn, und so von möglichst verminderter Begrenzung zeugen, wenn nicht einerseits die Adhäsion des Gefässes die abtröpfelnde Masse nach oben, und die Schwere sie nach unten zöge, wodurch seine mehr oder weniger elliptische Gestalt hervorgeht. Denken wir uns nun, dass die Axenwirkung des Strals, oder die tropfenbildende Kraft desselben sich in der Umgebung fortsetze, und dass diese Umgebung aus einer zahllosen Menge aneinander gereihter Stralen bestände, so würden diese sämmtlich in einander fliesen, und eine zusammenhängende Masse darstellen, wo in jedem denkbaren Theilchen die Axenwirkung eines Mittelpuncts, und zugleich das Angezogenwerden einer Peripherie statt findet, oder Mittelpunct und Peripherie zugleich ist. Ein Fall der bei jedem

in ein Gefässe eingeschlossenen Liquiden gegeben ist.
(Vergl. a. a. O.)

4) Die Cohäsion des Tropfens erstreckt sich aber nicht bloß auf liquide, sondern auch auf alle übrigen dem Zustande nach verschiedene Massen; sind hier die chemischen Anziehungen, oder in den meisten Fällen das Einleitende für chemische Anziehung: die Attractionskräfte der Adhäsion wirksam, so geht das Feste so wie das Elastischflüssige nach und nach in die Masse des Tropfbaren über, hört auf für sich oder gesondert zu existiren, und bildet mit dem Tropfbaren ein Raumerfüllendes, ohne an chemischer Qualität merklich eingebüßt zu haben. Dieser Fall ist gegeben bei dem Lösungsprocesse; vergl. §. 32. N. 2. Z. B. Zucker in Wasser, Luft in Wasser gelöst.

5) Die Cohäsion des Tropfens ist das für das Liquide im Kleinen, was die Schwere für die Weltkörper im Grossen ist; und so wie hier die Gravitationskräfte des Planeten der Sonne, des Sonnensystems dem Centalkörper der Milchstrasse etc. mehr oder weniger untergeordnet erscheinen; so ist auch die Cohäsion des Tropfens, und überhaupt die Bestandeskraft, die Schwere jedes Erdkörpers, (die mehr oder minder deutlich als Assimilation des Individuums hervortritt) der Erdschwere unterworfen, und von ihr abhängig. Vergl. §. 3. N. 4.

6) Die Folge wird zwar zeigen, daß die Tropfenbildung nur bei einem gewissen (Luft-) Drucke statt findet, mithin als ein von aussen erzwungenes Verhältniß anzusehen ist; jedoch kann deswegen die Cohäsion nicht als etwas fremdartiges im Liquiden, sondern muß vielmehr als erweckte individuelle Schwere betrachtet werden.

7) Wenn das Glas nach und nach durch Abtröpfung fast entleert ist, so wächst durch verhältnißmäßige Zunahme der Glasfläche, die Adhäsion gegen das Liquide, zugleich drückt auch die überliegende Luft in mehreren Puncten (wie zuvor) auf die noch im Glase enthaltene, jetzt auf der nach unten geneigten Seite des Glases ausgebreiteten Flüssigkeit, und beides vereint (vorzüglich aber die wachsende Adhäsion) bewirkt das langsamere Abtröpfeln der letzten Flüssigkeitsmengen. Auf ähnliche Weise wirkt auch die Adhäsion bei den Haarröhrchen.

§. 72.

VII. Versuch. Man blase mittelst einer gekrümmten Röhre in ein Glas mit Wasser, und zwar so, daß die ausgestossene Luft ohnfern dem Boden des Glases anzusteigen genöthigt wird; oder man treibe mittelst einer kleinen (gläsernen) Handspritze atmosphärische Luft unter dem Wasser hervor; oder man erhitze Wasser oder Weingeist in einem enghalsigen Glasgefäße; so werden unter diesen und mehreren ähnlichen Vorkehrungen durchsichtige Blasen in die Höhe steigen, auf der Oberfläche etwas liquide Flüssigkeit eine kleine Strecke mit empor reißen, dann mit einem mehr oder minder lebhaften Geräusche zerplatzen, und dem Auge entschwinden. Hatte man diese Blasen durch Erhitzung hervorgebracht, so bewirkt das Zerreißen derselben, so wie ihr schnelles Fortbewegen durch

die annoch liquide Schicht eine eigenthümliche Erschütterung der aufliegenden Luftsäulen die bis zu unserem Ohre fortgepflanzt das Geräusch des Siedens oder Kochens verursacht; zugleich findet man die nächste Umgebung oberhalb der Glasmündung vollkommen durchsichtig d. h. man sieht ein paar Linien abwärts gar nichts, und erst weiter davon zeigt sich nebelartiger Dunst oder Rauch, der genauer betrachtet, aus einer ausserordentlichen Menge sich mehr oder weniger berührenden fast durchsichtigen Sphäroiden besteht.

1) Offenbar ist die abgerundete kugelartige Gestalt der aufsteigenden Blasen, Erfolg des allseitigen Drucks der umliegenden tropfbaren Flüssigkeit. Steigen die Blasen häufig und nebeneinander auf; so reichen sie durch Anziehung ihrer aus liquider Flüssigkeit bestehenden Haut aneinander, und bilden den Schaum. Je zäher die Flüssigkeit ist, um so leichter wird sie unter obigen Bedingungen schäumend; häufen sich dabei die Bläschen über- und nebeneinander zu stark, z. B. bei allmählig aufgetriebenen Seifenblasen, so üben die Blasen einen bestimmten Druck gegen einander aus, wodurch die Kugelform aufgehoben wird, und Zellen erzeugt werden. Das Organische, vorzüglich die Vegetabilien scheinen auf ähnliche Weise ihren ersten Ansatz zur eckig begrenzten Gestaltung zu erhalten. Eine ähnliche Blasenzeugung folgt auch, wenn man Flüssigkeiten entweder von zäher Beschaffenheit z. B. Seifenwasser, flüssiges Eiweiß, oder von sehr geringer Dichtigkeit und grosser Flüs-

sigkeit z. B. reinen Weingeist, guten Branntwein, stark schüttelt, die ersteren schäumen dann, die letzteren perlen, indem theils durch das Schütteln oder Schlagen die aufgelöste atmosphärische Luft entwickelt, theils Dampf gebildet, theils umfließende Luft damit gemengt wird.

2) Wahre und reine Dämpfe sofern sie vollkommen farbenlos sind, werden von dem Auge nicht von der umgebenden (erhitzten) Luft unterschieden, und sind in allen Fällen vollkommen durchsichtig. Werden sie hingegen nach und nach abgekühlt oder stark zusammengedrückt, so unterscheidet sie das Auge von ihrer Umgebung in der oben erwähnten Gestalt kleiner Sphäroiden, die entweder zu Dunst aneinander gereiht sind, namentlich wenn die Dämpfe liquiden Ursprungs waren; oder zu Rauch, wenn sie vor dem Dampf werden festen Masse waren, oder zu einem Gemenge von Dunst und Rauch z. B. Holzrauch. Der Dunst gerinnt durch starken Druck oder gewöhnlicher und schneller durch Abkühlung zu Tropfen, indem nach und nach der das Innere des Sphäroids ausfüllende Dampf liquide wird und so die äussere liquide Hülle des Sphäroids vermehrt, bis endlich die so verdichteten Sphäroiden zusammen sinken, und als Tropfen oder liquide Flächen zu Boden gleiten. Hieher gehört die in der Chemie unter der Benennung Destillation bekannte, zunächst Scheidung des flüchtigeren Liquiden von dem Feuerbeständigeren zum Zwecke habende Operation. Vergl. KASTNER'S Grundriß d. Chem. I. Th. S. 70, 99, 100 u. s. f. Der Rauch erstarrt durch Abkühlung zu einer mehr oder weniger festen Masse; dahin gehört die Sublimation (vergl. a. a. O. S. 100). Ob übrigens

der Rauch, z. B. der bei dem Abkühlen der glühenden Metalldämpfe auch aus Sphäroiden bestehe, ist zur Zeit noch nicht ausgemacht; jedoch scheint er eher ein Aggregat von kleinen festen, mit hegenden Atmosphären umschwebten Theilganzen zu seyn. Manche zuvor feste durch Erhitzung verflüchtigte Körper, z. B. die Metalle kennen wir nur in diesem gemengten Zustande; andere z. B. Phosphor und Schwefel lassen sich hingegen als durchsichtige (unsichtbare) Dämpfe darstellen. Der Nebel ist ein dunstartiges Aggregat, dessen Sphäroiden (nach SAUSSURE) theils mit Dampf theils mit Luft, oder mit beiden zugleich gefüllt sind. Hieher gehören auch die Wolken. Vergl. KASTNER's Beiträge zur Phys. u. Chemie, in VORGT's Magaz. der Naturk. IX Bds. IV St.

3) Alle Dämpfe lassen sich durch starken Druck zur tropfbaren Flüssigkeit zurückbringen, wobei die Temperatur der Gefässe sehr erhöht wird; vorzüglich erfolgt diese erzwungene Zustandsänderung, wenn den Dämpfen etwas Luft beigemischt war. Indefs reichen doch in den wenigsten Fällen die zusammenhaltenden Kräfte der Gefäßmassen hin, den dabei zuvor eintretenden Gegendruck der Dämpfe (welcher ihrer Elasticität wegen durch Zunahme des äusseren Drucks bis zu dem Augenblicke der Tropfenbildung wächst) zu überwinden; sondern sie zerreißen vielmehr mit mehr oder weniger Gewalt. Hieher gehört das Zerspringen gefüllter und verschlossener Wasserkrüge bei zu grosser Erhitzung; die späterhin zu beschreibende Wirkung und Einrichtung des PAPINIANischen Topfes; die Einrichtung der Dampfmaschinen; das Schiessen mit Wasser etc. Eine geringe Menge Queck-

silber zersprengte in Dampf umgewandelt eine starke Bombe, von stark zerstörenden Wirkungen auf die nächste Umgebung begleitet (bei Gelegenheit eines von einem Alchemisten in GEOFFROY's d. ält. Gegenwart angestellten Versuchs) etc. Der Luftzustand oder die bleibend (permanent) elastische Flüssigkeit wird hingegen durch blossen Druck nicht überwunden; wenn nicht chemische Anziehungen z. B. zwischen zwei zusammengedrückten Luftarten (Gasen), oder zwischen einem tropfbaren, dampfförmigen oder festen Körper und dem zu drückenden Gase eintreten; wie denn überhaupt die chemische Anziehung alle Zustände und mithin auch den elastischflüssigen überwindet, wovon die Verbrennung der Körper auf Kosten eines Theils der atmosphärischen Luft, eines der gewöhnlichsten Beispiele gewährt.

4) Der Gas- oder Luftzustand an und vor sich, scheint stets mit Hülfe von etwas Wasser (und Electricität wie die Folge zeigen wird) begründet zu werden; BERTHOLLETS Beobachtungen zur Folge enthält auch das trockenste Gas noch immer eine Portion gebundenes zum Zustande gehörendes Wasser. Der Ausdruck Gas statt Luft, ist niederländischen Ursprungs, wurde von HELMONT zuerst gebraucht und bezeichnete sonst die sogenannten künstlichen Luftarten, wird jetzt aber in obiger Bedeutung genommen; man spricht von atmosphärischem Gase, und versteht darunter die atmosphärische Luft. Uebrigens ist der Ausdruck elastische Flüssigkeit relativ; denn auch das Tropfbare ist nie vollkommen unelastisch. Vergl. KASTNER a. a. O. S. 72 Anmerk.

5) So wie es verschiedene Arten des Tropfbarflüssigen giebt, die theils von den verschiedenen Dich-

tigkeiten der einzelnen Materien, theils von Beimischungen pulveriger Substanzen herrühren (wodurch das Weiche und Teigige entsteht); so kennt man auch abgesehen von der chemischen Qualität mehrere Verschiedenheiten des Elastischflüssigen. Dahin gehören Dämpfe und Luftarten von verschiedener Dichtigkeit und Ausdehnungsfähigkeit; z. B. die fixe Luft (Kohlensäure) fällt in der atmosphärischen Luft vermöge ihrer grösseren Dichtigkeit zu Boden, und läßt sich daher aus einem Gefässe in das andere giesen; die Metaldämpfe scheinen ausdehnungsfähiger zu seyn als wie die Wasserdämpfe, und überhaupt scheint die Ausdehnungsfähigkeit mit der Dichtigkeit im umgekehrten Verhältnisse zu stehen. Merkwürdig ist die gelbe Farbe des oxydirtsalzsauren Gases, welches eigentlich seinem Zustande nach den Uebergang von Luft in Dunst macht.

6) Schon das Zu-Boden-sinken der fixen Luft zeigt, daß die elastischen Flüssigkeiten dem Gesetze der Schwere unterworfen sind, ohnerachtet sie sich ihrer Expansibilität gemäß aller Anziehung zuwider auszudehnen streben. Noch deutlicher bezeugt sich jene Erdanziehung gegen die Luft, durch unsere Erdatmosphäre, die gegen die Erde zu mit wachsender Dichtigkeit, den Erdsphäroid etwa in einer Entfernung von 5—6 Meilen umfließt, sich mit ihm fortwälzt, und abwärts von der Erde an den Aether (oder Himmelsluft) grenzt. Die Kugelform der Erdatmosphäre ist daher durch Anziehung von innen begründet, während bei der gewöhnlichen Luftblase, der Druck von aussen denselben Erfolg hat.

7) Genau läßt sich die Höhe der Atmosphäre oder des sogenannten Dunstkreises nicht angeben, da sie

nicht durchgehends von gleicher Dichtigkeit ist, sondern vielmehr je weiter von der Erde, desto mehr abnimmt. Aus den später zu erläuternden Erscheinungen der Dämmerung folgt, daß sie in einer Höhe von fast 10 geogr. Meilen noch dicht genug ist, um das Sonnenlicht zurück zu werfen; jedoch erfolgen die meisten Veränderungen der Atmosphäre in geringerer Höhe.

8) In demselben Maasse wie die räumliche Ausdehnung zunimmt, zu der eine Masse expansibeler Flüssigkeit sich erweitert, vermindert sich auch ihre Expansivkraft (ihr Bestreben zur Ausdehnung) indem sie jetzt mit verhältnißmässig geringerer Kraft ihren Raum erfüllt, mithin auch gleich geringere körperliche Wirkung nach aussen darzustellen vermag. Sie verliert also auch im gleichen Maasse ihre Dichtigkeit, und ihre übrigbleibende Dichtigkeit, verhält sich zur vorigen, wie ihr voriger Raum zum jetzigen. Umgekehrt, je mehr die expansive Flüssigkeit zusammengedrückt wird, um so mehr wächst ihre Dichtigkeit und die Energie ihrer Raumerfüllung; je mehr widersteht sie also der comprimirenden Kraft; und sofern diese endlich ist, hat auch ihre Compression eine Grenze. Der Erfahrung gemäß, verhalten sich die Räume, zu welchen einerlei elastische Flüssigkeitsmassen bei gleichbleibender Temperatur durch Zusammenpressung gebracht werden können, umgekehrt wie die drückenden Kräfte oder Gewichte; was sowohl bei verdichteter als verdünnter Flüssigkeit der Art gilt. Man nennt dieses Gesetz das BOYLE'sche oder MARIOTTische, vergl. R. BOYLE defence against the objections of LINUS. Lond. 1662. 4. MARIOTTE

essay de logique, à Paris 1678. S. 678. VAN SWINDEN positiones physicae T. II. §. 263; bei hohen Graden der Verdichtung oder Verdünnung scheint es Einschränkungen zu erlauben, ohnerachtet es MUSCHENBROEK bei einer 4fachen und WINKLER bei einer achtfachen Verdichtung noch zutreffend fanden. Vergl. GEHLERS phys. Wörterb. Th. III. S. 15. Dränge die atmosphärische Luft ins Innere der Erde, so würde sie schon bei einer Tiefe, die noch nicht den 80sten Theil des Halbmessers betrüge, die Dichtigkeit des Goldes übertreffen. Das MARIOTTISCHE Gesetz ist ursprünglich für die atmosphärische Luft bestimmt, findet sehr wahrscheinlich aber auch bei allen anderen Gasen statt; vergl. FELIX FONTANA opusculs physiques et chymiques. à Paris 1784. 4. S. 126. u. HERBERT diss. de aëre fluidisque ad aëris genus pertinentibus. Viennae 1775. 8. S. 96 etc. VOLTA (dessen Schreiben an den Abt VASALLI über thierische Electricität, herausg. von Dr. MAYER. Prag 1796. 8. S. 64) will gefunden haben, daß die Quantität elastischer Dämpfe in einem gegebenen Raum, er mochte luftleer oder mit einer dichteren oder dünneren Luft erfüllt seyn, dieselbe sey. (?) Uebrigens folgt aus obigem, daß die Luft in höheren Gegenden dünner, in niederen dichter ist.

9) Dem MARIOTTISCHEN Gesetze und dem §. 23. zufolge, verhält sich die Dichtigkeit einer expansiblen Flüssigkeit (bei sonst gleichen Umständen) wie die drückenden Kräfte; und da die Dehnkraft einer solchen Flüssigkeit mit der sie zusammen drückenden Kraft im Verhältniß steht, so muß sie sich auch (bei gleicher Temperatur) wie die Dichtigkeit und wie die von ihr eingenommenen Räume verhalten. Die Schwer-

kraft der Theile einer solchen Flüssigkeit, nimmt aber mit der Entfernung von der Erde im Verhältniß des Quadrats der Entfernung vom Mittelpuncte der Erde ab; die Expansivkraft bei Verbreitung der elastischen Flüssigkeit hingegen im Verhältniß des Cubus dieser Entfernung, mithin kommt hier endlich Expansion und Schwere ins Gleichgewicht, und erstere wird durch letztere bebeschränkt.

10) Sofern die Flüssigkeiten schwer sind, üben sie auch durch ihr Gewicht Druck aus. Höher liegende Wasser- Dampf- oder Luftschichten müssen also auch auf die unter ihnen liegenden Schichten drücken. Einer ohngefähren Schätzung gemäß, erleidet der ausgewachsene menschliche Körper einen Luftdruck von fast 40000 Pfund; der aber von allen Seiten gleichförmig geschieht und deshalb von uns nicht bemerkt wird.

11) Bei den verschiedenen elastischen Flüssigkeiten, ist bei gleichen Graden der Verdichtung das Streben zur Ausdehnung oder die absolute Elasticität der Erfahrung gemäß (vergl. oben) nicht gleich; man kann daher zwei elastische Flüssigkeiten rücksichtlich der Energie jenes Strebens vergleichen, und erhält so das Verhältniß ihrer absoluten Elasticitäten bei gleichen Graden der Verdichtung, oder ihre specifischen Elasticitäten; die sich mithin bei gleicher Dichtigkeit wie die absoluten Elasticitäten; bei gleicher absoluten Elasticität umgekehrt wie die Dichtigkeiten; und bei ungleicher absoluten Elasticität und ungleicher Dichtigkeit wie die absoluten Elasticitäten dividirt durch die Dichtigkeiten verhalten.

12) Ob alle permanent elastische Flüssigkeiten lange eingeschlossen, den gleichen Grad von Expansibilität

behalten, fragt sich; ist jedoch wahrscheinlich, vorausgesetzt wenn sonst keine Eingriffe (electriche oder chemische Thätigkeiten) eintreten. MUSCHNBROEK fand, daß eine 5 Jahre hindurch in eine Röhre geschlossene und zusammengedrückte Luft, nichts von ihrer Elasticität verloren hatte.

§. 73.

Ausser denen schon früher (vergl. die §. 70 angezogenen §§.) bemerkten Beschaffenheiten des Flüssigen, unterscheidet es sich von dem Festen im Allgemeinen, durch sehr schwachen Zusammenhalt, geringe Reibung und der daraus entspringenden leichten Verschiebbarkeit seiner selbst; jedoch lassen sich hierin gewisse unverkennbare Abstufungen nachweisen, zu deren Bestimmung schon die alltäglichsten Beobachtungen die Hand bieten. (Vergl. §. 40. N. 1. §. 70 u. 72). Eine solche Verschiedenheit fanden wir bereits sowohl bei dem Tropfbarflüssigen, als auch bei dem leicht veränderlich- und bei dem bleibend-Elastischflüssigen; womit ausser den vorhin angezogenen Stellen noch §. 41. N. 5. §. 42. N. 3. u. §. 45. zu vergleichen sind. Bei dem Tropfbaren reicht schon das blosse Gewicht einer sehr kleinen Menge desselben hin, ein zuvor zusammen gehaltenes Ganzes in Tropfen (Gutta) von verschiedener Grösse zerfallen zu lassen; bei dem Elastischflüssigen hingegen,

wird das zuvor durch Einschliessung verbundene Ganze, nach Wegnahme dessen was da einschliesst, sich selbst von einander zu entfernen streben, oder solange in (nur der Möglichkeit nach vorhandene) Theilganze von geringerer Dichtigkeit nach allen Richtungen aus einander fliessen, als wiederum eine äussere hemmende Kraft jenes Streben in seiner Verwirklichung beschränkt. Beide Hauptarten des flüssigen kommen darin überein, daß sie unter sich continuirlich zusammenhängen (vergl. §. 24. N. 1 u. 3.), und daher bei ihrer (nicht unterbrochenen) Orts- oder Raumsveränderung fortfließen; beide können fest werden, das Tropfartige oder Dampförmige durch Gerinnung oder Erstarrung, das Gasförmige nur durch chemische Mischung. Das Tropfbare erhärtet ausserdem durch Verbindung mit einem bereits festen, wenn ausser der Verbindungsmöglichkeit zwischen beiden, eine überwiegende Menge des Festen gegeben ist (wohin das in der Folge vorkommende Krystallwasser gehört), das Elastischflüssige wird von dem Festen auch angezogen, und füllt dessen Zwischenräume, theils umschwebt es dasselbe in Gestalt einer mehr oder weniger zusammengezogenen verdichteten Atmosphäre (Vergl. den vorhergehenden §.).

B) *Vom Drucke tropfbarer flüssiger Körper.*

§. 74.

VIII. Vers. Ein Gefäß (z. B. ein Fafs), was von unten nach oben mit mehreren gleichweiten, einfach übereinander gereihten zu verschliessen- den Seitenöffnungen versehen ist, fülle man mit Wasser und öffne dann zu gleicher Zeit die Seitenlöcher: das Wasser wird in der Nähe des Gefäßbodens am stärksten, weiter hinauf schwächer, und oben mit dem geringsten Nachdrucke herausfliessen. Was vom Wasser gilt, findet bei allen tropfbaren Flüssigkeiten dieselbe Anwendung, wenn übrigens die Gefäßmasse in allen ihren Theilen dieselbe ist; und so wie das Wasser in jedem in und auswendig noch so verschieden gestalteten Gefässe eine mehr oder weniger horizontale Oberfläche bildet, so auch alle übrige liquide Flüssigkeiten.

1) Bei jedem eingeschlossenen Tropfbaren, sind es die Seitenwände welche das Zerfliessen verhindern, und die Anhäufung, desselben möglich machen. Mithin erleiden diese Seitenwände auch einen Druck, der mit dem Streben des Tropfbaren zu zerfliessen im Verhältnisse steht. Die Grösse dieses Strebens selbst ist aber Folge des Drucks, den jede obenliegende Schicht des Liquiden gegen die untere äussert, und der mithin um so stärker ausfallen muß, je mehr sich die Schichtenanzahl häuft; d. h. je grösser die Menge (und also auch das Gewicht) des Liquiden in dem-

selben Gefässe ist. Die dem Boden zunächst liegende Wasserschicht wird daher den stärksten Druck erleiden und mit der grössten Energie herausfliessen.

2) Hieraus folgt ferner, dafs bei einem mit senkrecht auf den Boden stehenden Seitenwänden versehenen Gefässe, der Druck den z. B. das Wasser gegen den Boden äussert, dem Gewichte der Wassermenge gleich ist; und dafs dieser Druck bei gleich hohem Wasserstande um so grösser erscheint, je höher das Gefäss ist. Es vertheilt sich dabei der Druck auf die ganze Grundfläche gleichförmig, und nehmen mithin Wassermenge und Grundflächenvergrösserung verhältnismässig gleichförmig zu, so bleibt der Druck für jede Stelle der Grundfläche derselbe. Erweitert man daher oberhalb ein Gefäss, ohne es zu erhöhen, so erleidet die Grundfläche nach der Erweiterung denselben Druck, der zuvor gegen sie geäussert wurde; weil dann die erweiterten schiefen Seitenwände selbst für die über sie stehenden Schichten zur Grundfläche werden. Zwei Gefässe die gleich hohen Wasserstand haben, erleiden daher auch auf ihren Boden gleich grossen Druck; das eine mag enger oder weiter als das andere seyn, oder nicht. Nur die Summe des Drucks auf alle Punkte der Seitenwand verhält sich (bei senkrechten Gefässen) wie der Umfang des Gefässes, wächst also mit diesem Umfange, und verhält sich überhaupt wie die Seitenflächen.

§. 75.

Wird die Grundfläche eines Gefässes vergrössert, so folgt von selbst, dafs es auch bei gleicher Höhe mehr Flüssigkeit fassen wird wie

vor der Vergrößerung; mithin wird der Druck gegen den Boden mit der Höhe der Wassersäule des Gefässes (vergl. oben) und mit seiner Grundfläche im zusammengesetzten Verhältnisse stehen; und auch bei unregelmässig gebildeten Gefässen (z. B. bei einer Bouteille) ist der Druck des enthaltenen Wassers gegen jeden Theil des Bodens so stark, wie der Druck des Gewichts einer lothrechten Wassersäule, welche den Boden zur Grundfläche und die senkrechte Höhe der Flüssigkeit dieses Theiles zur Höhe hätte.

1) Was vom Boden des Gefässes gilt, gilt auch hier wiederum von der untersten Flüssigkeitsschicht; und es läßt sich auf ähnliche Weise auch der Seitendruck für jede einzelne Schicht bestimmen, da laut dem vorhergehenden §., dieser Druck von oben nach unten in arithmetischer Progression zunimmt. Setzen wir die Höhe der Seite eines senkrechten prismatischen Gefässes = A , ihre Breite = B , so ist das Prisma, dessen Gewicht dem Drucke auf dieser Seite gleich ist, = $\frac{1}{2} a^2 b$. In einem cubischen (mit einem gleichartig tropfbar gefüllten Gefässe ist $B = A$, mithin der Druck auf der einen Seite = $\frac{1}{2} a^3$; und gegen alle vier Seiten = $2 a^3$; d. h. gegen eine ganze Seitenfläche halb soviel als gegen den Boden, und gegen alle vier Seitenflächen noch einmal soviel als gegen den Boden; d. i. noch einmal so groß als das Gewicht des darin enthaltenen Gleichartigliquiden.

2) Auf jene Vergrößerung des Seitendrucks nach dem Boden zu, gründen sich ausser den §. 74. im VIII. Versuch gezeigten Phänomenen noch folgende:

verbindet man eine offene Glasröhre mit einer von gefärbtem Wasser angefüllten Blase, und taucht die Blase in anderes Wasser, so wird das gefärbte der Blase in die Glasröhre um so mehr in die Höhe gedrückt werden, je tiefer man die Blase senkt; eine leere, dünne, mit platten Seitenflächen versehene, verstopfte gläserne Flasche zerbricht, wenn sie tief unter Wasser, noch eher wenn sie unter Quecksilber getaucht wird; SEGNER'S hydraulische Maschinen, oder Wasserrad, die durch den Seitendruck des Wassers in Bewegung gesetzt wird. BARKER'S Mühle ohne Rad und Drilling etc.

§. 76.

IX. Versuch. Eine gebogene mit einem kurzen und einem langen Schenkel versehene an beiden Enden offene Glasröhre, werde mit ihren Mündungen aufwärts gekehrt in einem passenden Stative festgestellt. Man giesse hierauf in beide Mündungen eine gleichartige Flüssigkeit z. B. (gefärbtes) Wasser oder Quecksilber; sie wird aus beiden Schenkeln in den horizontal liegenden Theil der Röhre laufen, und sich hier ins Gleichgewicht setzen. Führt man jetzt mit dem Giessen in den kürzeren Schenkel fort, so wird sich das Wasser in den längeren hinauf bewegen, und nur dann erst in Ruhe und Gleichgewicht kommen, wenn die Oberflächen beider Wassermengen wirklich eine gleiche horizontale Ebene bilden, und die senkrechte Höhe des Wasserstandes in beiden Schenkeln

gleich ist. Der Fall wird derselbe seyn, wenn der eine oder beide Schenkel schief stehen, der eine weiter und verschieden gestaltet ist etc. Der Druck den beide Wassersäulen gegenseitig ausüben, wird stets ihren Höhen entsprechen, und in obigen Fällen sich gegenseitig als Wirkung gleich grosser entgegengesetzter Kräfte aufheben. Gießt man daher mehr Wasser in den längeren Schenkel, als wie zum Gleichgewichte bei der Höhe des kürzeren Schenkels nöthig war, so wird das Wasser aus diesem solange herausfliessen, als es in den längeren Schenkel nachgegossen wurde, und zwar um so stärker, je kürzer der kleinere Schenkel im Vergleich mit dem anderen ist; denn die Kraft mit der das Wasser herausfließt, ist dem Drucke einer Wassersäule gleich, welche die Höhe des Wasserstandes über die Oeffnung in dem anderen Schenkel hat, und deren Grundfläche der Oeffnung wo es herausfließt an Grösse gleich ist. Verengt man hiebei die Oeffnung des kürzeren Schenkels, so springt das Wasser daraus mit Gewalt in die Höhe, und wenn das herausspringende Wasser sich nicht in Tropfen zertheilte (aus Mangel am äusseren Zusammenhalt, durch die Adhäsion des Wassers zur Mündung der Röhre, wegen den Gegendrucke der zuerst in die Höhe gestiegenen Theile und wegen dem Luftwider-

stande), so würde es bis zu der Höhe steigen, von welcher es im längeren Schenkel herabfiel.

1) Verschließt man die Mündung des kürzeren Schenkels mit einem Deckel, so erleidet derselbe von unten her von dem darunter befindlichen Wasser einen Druck, der dem Drucke einer Wassersäule, welche den Deckel zur Grundfläche und die Wasserhöhe im längeren Schenkel über der in dem kürzeren zur Höhe hat, gleich ist. Hieher gehört WOLFFS anatomischer Heber (dessen nützliche Versuche, Th. I. Cap. 3. §. 58.) und GRAVESANDE'S hydrostatischer Blasbalg (Elem. phys. mathemat. L. II. c. 2. Exp. 5. §. 729).

2) Zu den letzteren Abänderungen des obigen Versuchs gehört die Einrichtung der laufenden Brunnen und der (hydrostatischen) Springbrunnen.

3) Ist der eine Schenkel zu eng, so daß er sich den (noch zu berücksichtigenden) Haarröhrchen nähert, so wird das Wasser darin (vermöge verhältnismässig zu sehr erhöhter Adhäsion) höher steigen, wie es obigem zufolge sollte.

§. 77.

X. Versuch. Eine wie im vorigen Versuche angewendete Glasröhre, fülle man im kürzeren Schenkel mit Quecksilber (oder gefärbtem Salzwasser), im längeren mit Wasser (oder Branntwein und Oel); da die Dichtigkeiten beider Flüssigkeiten ungleich sind, so werden sie nur dann ins Gleichgewicht kommen, wenn die Gewichte beider Flüssigkeitssäulen gleich sind. Das Wasser als die leichtere Flüssigkeit, wird daher um

soviel mal höher stehen als das (fast 14 mal dichtere) Quecksilber; soviel mal dieses das Wasser an Dichtigkeit übertrifft; oder das Gleichgewicht zwischen beiden wird eintreten, wenn ihre Höhen sich umgekehrt wie ihre specifischen Gewichte verhalten.

1) Man muß zu diesem Versuche entweder nicht mischbare Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit wählen, oder bei den mischbaren die leichtere langsam und vorsichtig mittelst einer kleinen Fließpapierbrücke auf die schwere tragen. — Es gründet sich hierauf SCANNEGATTY's Areometer, vergl. Beschreib. eines verbesserten Aerometers oder einer Waage, mit welcher sich die specifische Schwere mehrerer Flüssigkeiten auf einmal bestimmen läßt, von S. in LICHTENBERG'S Magaz. f. d. Neueste a. d. Phys. etc. I Bd. II. St. S. 45 u. f. Dem Gebrauche dieses Instruments steht die keine Genauigkeit zulassende Verschiedenheit der Adhäsion, der verschiedenen Flüssigkeiten gegen das ausgeschmirgelte Glas der Röhre entgegen.

2) Dafs eine schwere Flüssigkeit in der leichteren zu Boden sinkt, und dafs mehrere zusammengegosene Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit, sich nach Maassgabe der Abnahme ihrer specifischen Gewichte, in wagrechten Schichten übereinander lagern werden (z. B. die sogenannte Elementarwelt aus Quecksilber, in Wasser aufgelöstem Gewächskali, Weingeist und Steinöl) folgt schon aus dem obigen, und wird durch alltägliche Erfahrungen bestätigt; aber gesetzt wir wären im Stande eine schwerere tropfbare Flüssigkeit in einem schicklichen Gefässe, so über eine leichtere liquide Flüssigkeit zu schichten,

dafs die letztere während der Uebereinanderschichtung nach keiner Seite zu entweichen vermögte, so wird kein Grund vorhanden seyn, dem zufolge die leichtere in die Höhe steigen sollte. Stellt man den Versuch wirklich an, so findet man, dafs die Oberflächen nie horizontal bleiben; sondern dafs vermöge des stärkeren Drucks der Säulen der schweren Flüssigkeit, die leichtere in verschiedenen Punkten ausweicht, von den Seiten der schwereren Säulen in die Höhe gedrückt, und so nach und nach über die schwerere gehoben wird, wo dann Ruhe und Gleichgewicht eintritt. (Scheinbare Ausnahmen machen enge Wasser haltende Röhren, in die man dichtere Flüssigkeiten bringt, die bei gehöriger Ruhe und Behutsamkeit schweben bleiben, indem die Adhäsion der inneren Glaswände gegen das Wasser und die übergeschichtete Flüssigkeit verschieden wirkt). Hieher gehört die scheinbare Verwandlung des Wassers in Wein oder der Passevin.

c) *Vom Verhältniß ruhender tropfbarer Flüssigkeiten zu festen Körpern.*

§. 78.

XI. Versuch. An das Ende eines Armes einer guten Waage, befestige man einen mässig grossen etwa 6 Loth schweren (Quarz oder Kiesel-) Stein mittelst eines langen Fadens, bringe ihn auf der Schaale des anderen Arms durch aufgelagerte Gewichte (wozu 6—7 Loth hinreichen werden) ins Gleichgewicht, und halte ihn dann so über die Wasserfläche eines hohen mit

reinem Wasser bis ohngefähr drei Vierteltheile gefüllten Glases, daß er in dem Wasser noch bis zum Boden des Glases untersinken kann. Der einsinkende Stein wird das Gleichgewicht der Wassersäulen aufheben, indem er gegen seine Unterlage drückend, diese aus ihrem Raume treibt, und dadurch das In-die-Höhe-steigen der Wassersäulen zur Seite bewirkt, indem diese um das Gleichgewicht herzustellen, höher steigen müssen, als die Horizontalebene in der Oberfläche des Steines beträgt. Zugleich drückt das Wasser aber auch seitwärts, mithin fließen die höher gestiegenen Wassersäulen zur Seite über den tiefer liegenden Stein her; wodurch das Gleichgewicht immer von neuem aufgehoben wird, und so das zu Bodensinken des Steines möglich macht. Ist dieses erfolgt, so stellt sich die horizontale Oberfläche (der ebene Wasserspiegel oder das Niveau) her, das Wasser kommt in Ruhe. Bei dem Eintauchen des Steines bemerkt man die Entstehung kleiner Wasserkreise, welche in dem obigen ihren Grund haben, und in dem Maase wie der Stein tiefer unter die Oberfläche des Wassers sinkt, sinkt die Waagschale des anderen Arms allmählig nieder, bis bei vollkommenem Untertauchen die Gewichtsverminderung des Steins ihr Maximum erreicht. Um daher das Gleichgewicht der Waage

wieder herbeizuführen, wird man genöthigt von der Schaale einen Theil der Gewichte fortzunehmen; und dieser nöthige Gewichtstheil ist gleich dem Gewichte einer Wassersäule, welche dem Steine an Umfange gleich kommt, oder die der Stein aus ihren Räumen vertrieben hat.

1) Den vorhergehenden Untersuchungen gemäß kann ein Theil einer gleichartigen Flüssigkeit z. B. Wassertropfen, in einer grösseren Menge derselben Flüssigkeit, im ruhigen Zustande nicht sinken, und rücksichtlich der Bewegung innerhalb dieser Flüssigkeit ist daher das Gewicht des Theils so gut wie aufgehoben (*Liquida non gravitant in propriis locis*). Alle Theile drücken gegeneinander von allen Seiten gleichmässig, und heben sich demnach auf.

2) Der Ort den der eingetauchte Stein erfüllt, war sonst ein mit Wasser erfüllter Raum; diese Wassermasse wurde durch die oben, und zu den Seiten liegenden übrigen Wassersäulen getragen; die Wirkung, der Druck dieser Wassersäulen bleibt derselbe, auch dann wenn die Stelle des Wassers ein jeder andere Körper vertritt; mithin wird das absolute Gewicht des Steins um soviel vermindert, als wie das absolute Gewicht der aus dem Raume verdrängten Wassermenge betragen hatte, und der Stein sinkt nach Abzug dieses absoluten Gewichts des vertriebenen Wassers, mit seinem übrigen Gewichtsantheil d. i. mit seinem respectiven Gewichte zu Boden.

3) Jeder schwere Körper ist unter dem Wasser leichter als über demselben zu heben. Auch in der Luft verliert ein jeder Körper etwas von seinem ab-

soluten Gewichte (vergl. §. 59. N. 15.) was indefs gewöhnlich nicht beachtet wird.

4) Jener hydrostatische Grundsatz, „dafs ein verhältnismässig schwererer Körper beim Untertauchen in eine tropfbare Flüssigkeit, von seinem (durch Wägen in der Luft erhaltenen) absoluten Gewichte soviel verliert, als das Gewicht des vertriebenen Flüssigkeitsvolums beträgt“, der von ARCHIMEDES zuerst angewendet wurde, führte auf eine bequeme Methode die Dichtigkeitsverhältnisse oder die eigenthümlichen (specifischen) Gewichte der Körper zu bestimmen. (vergl. KASTNER a. a. O. S. 127 etc.). Zu Untersuchungen der Art bedient man sich entweder einer guten hydrostatischen Waage, die sehr empfindlich seyn muß, und deren Schalen unterhalb mit Häckchen versehen sind, um feste Körper mittelst eines (dem Wasser an Dichtigkeit fast gleich kommenden) Pferdehaares daran zu befestigen und so unter reines destillirtes Wasser, von einer Temperatur die bei allen Versuchen dieselbe (12° Reaum.) ist, zu senken, vergl. *Pésanteur spécifique des corps-par Mr. BRISON, à Paris 1787. 4.*; oder mit weniger Genauigkeit auch der Areometer (hydrostatische Senkwaage, Areometra, Hydrometra), welche auch bei besonderen Anwendungen Bierwaagen, Branntweinwaagen, Milchwaagen, Salzwaagen, Salzspindel oder Solwaagen etc. genannt werden. Es bestehen diese Instrumente aus einem senkrecht schwimmenden, länglichrunden Körper, dessen mittleren Theil (der Bauch) gewöhnlich cylindrisch oder kugelig und hohl ist, und der nach unten mit einem kleineren hohlen mit Schroot oder Quecksilber gefüllten Theile (dem Senker) versehen ist. Nach

oben geht aus der Axe des Bauchs eine dünne cylindrische glatte Stange oder Röhre (der Hals) an dem durch einen Feilstrich — die Grenze (Zeichen) bemerkt ist, bis zu welchem das Werkzeug sich einsenken muß. Diese Einrichtung findet statt, wenn man die Areometer zur Prüfung der Dichtigkeiten flüssiger Körper anwenden will. Der Hals ist zu dem Ende mit einer nach Graden abgetheilten Scale versehen, und das ganze Instrument muß stets eine geringere Dichtigkeit als die Flüssigkeit haben, worin man es tauchen will. Minder dichte Flüssigkeiten leisten dem einsinkenden Körper weniger Widerstand, als schwerere; mithin wird ein Instrument, welches z. B. in reinem wasserfreien Weingeist bis 1000° einsinkt, in destillirtem Wasser bis 0° sinken, oder bei vermehrter Senkmasse in destillirtem Wasser 1000°, in Schwefelsäure bis 600 etc.; woraus die Dichtigkeitsverhältnisse beider Flüssigkeiten hervorgehen. Eine etwas abweichende Einrichtung haben die Areometer ohne Scale oder mit veränderlichem Gewichte; die man auch Areometer der ersten Art (so wie die vorigen Areometer der zweiten Art) zu nennen pflegt. Der Hals endet sich nämlich nach oben mit einem concaven Tellerchen, auf den mehr oder weniger Gewichte gelegt werden können. Um das Instrument bis an das Zeichen einzusenken, wird ein bestimmtes Gewicht (das beständige Gewicht des Areometers) erfordert; alle mittelst dieses Instruments zu bestimmende feste Körper, müssen ein geringeres absolutes Gewicht besitzen, als das beständige Gewicht beträgt. Entfernt man daher das beständige Gewicht (es sey z. B. 1000 Gran) von dem Teller, und legt statt

dessen einen festen Körper auf, der z. B. noch 200 Gran Zulage erfordert, um das Instrument bis an das Zeichen einsinken zu machen, so folgt, daß das absolute Gewicht des festen Körpers 800 Gran beträgt; man entfernt ihn jetzt von dem Teller und legt ihn in das unter dem Bauche befindliche Eimerchen, welches den Senker bildet; ist der Körper leichter als das destillirte Wasser so wird er durch (zwei am Bauchende befindliche) Häkchen befestigt, und so untergetaucht. Er verliert jetzt soviel von seinem absoluten Gewichte, als das Wasservolum beträgt, welches er aus der Stelle getrieben hat, das Instrument steigt mithin wieder um etwas in die Höhe, und es muß aufs neue der Teller mit Gewichten beschwert werden, um es bis zum Zeichen untergetaucht zu erhalten. Dieser neue Gewichtzuschuß ist dem absoluten Gewichte der vertriebenen Wassersäule gleich; gesetzt er betrage 40 Gran, so verhalten sich die absoluten Gewichte des festen Körpers und des Wassers bei gleichem Volum, wie 800 zu 40, mithin erstere Zahl mit letzterer dividirt, giebt die Dichtigkeit jenes Körpers zu der des Wassers wie 20 zu 1 an. (Vergl. §. 23.) Man kann diese Areometer (wenn sie von Glas sind) auch zur Bestimmung der Flüssigkeiten rücksichtlich ihrer Dichtigkeiten anwenden; indem die leichtere eine geringere Belastung des Tellers mit Gewichten heischt, als die schwerere, um das Instrument bis zum Zeichen zu senken etc. Ueber die Einrichtungen und den Gebrauch des NICHOLSONSchen, FAHRENHEITischen, BECKSchen Aerometers, der Alcohollometer z. B. des von RICHTER, des allgemeinen Areometers von SCHMIDT und CIARCY (GRENS Journ. d. Phys. VII. S. 186), der

Salzspindeln, welche die Löthigkeit der Soole darthun (d. h. welche in 100 Loth Soole 1, 2 etc. Loth Kochsalz angeben) über ARNIM's Mikroareometer (GILBERT's Annal. I. IV. S. 418) u. m. a. mündlich. Ueber die weitere Literatur dieser Gegenstände vergl. KASTNER a. a. O. S. 154 u. s. f. Ein Haupthinderniß beim Gebrauch der Areometer ist die Adhäsion des Wassers; welches übrigens bei allen Dichtigkeitsbestimmungen, im reinsten Zustande zur zu vergleichenden Einheit angenommen, und entweder = 1 oder = 1000 gesetzt wird.

5) Ausser den angezeigten Methoden bedient man sich zur Bestimmung des specifischen Gewichts (von einigen auch Eigenschwere genannt) der Flüssigkeiten, theils einer elffenbeinernen oder gläsernen Kugel, die an eine Schale der hydrostatischen Waage befestigt zuerst an der Luft, dann in Wasser und (nach vorangegangenem Abtrocknen) in der zu bestimmenden Flüssigkeit gewogen wird; der zuletzt erhaltene angemerkte Verlust durch den zuerst erhaltenen dividirt, giebt das gesuchte specifische Gewicht; theils füllt man weisse Gläser von bekanntem Rauminhalte, die mit eingeschliffenen Stöpseln versehen sind, und deren Gewicht in der Luft bekannt ist, genau mit Wasser, merkt das Gewicht des so gefüllten Glases an, entleert es genau und bringt die zu prüfende Flüssigkeit hinein, welche sammt dem Glase gewogen, nach Abzug des Thara durch Vergleichung der Netto, auf oben beschriebene Weise zur Bestimmung der comparativen Dichtigkeit führt. Um das Gewicht z. B. eines Cubiczolls Wasser anzugeben, wäge man einen genau gearbeiteten Cubiczoll von Messing zuvor in der Luft und dann im reinsten Wasser; der

Gewichtsverlust giebt das absolute Gewicht des Cub. Zolls Wasser an. Nöthige Cauteln dabei. SCHMIDT (phys. mathem. Abh. S. 79) bestimmt das Gewicht eines pariser (Duodecimal-) Cubiczolles Wasser bei 16° R. = 323 Gran köln.; mithin das des paris. Cubicfusses = 72,675 Pfd. köln. LANGSDORFF (Grundlehre d. mechanisch. Wissensch. 4. S. 71) setzt das eines pariser Cubicfusses = 69,995 Pfd. paris. oder 67,3 Pfd. nürnbergisch; STUDER (GILBERTS Annal. XIII. 1 St. S. 122) das des pariser (Duodecimal-) Cubiczolles bei 12° R. = 330,94 Gran köln. und das eines pariser Cubicfusses destillirten Wassers = 70,920 Pfd. köln. Andere bestimmen den pariser Cubicfuß Wasser = 69,015, woraus sich das Gewicht eines paris. Cubicfusses Quecksilber = 943,711 Pfd. paris. oder 989,682 Pfd. köln. ergibt. Ein Duodecimal-Cubiczoll destillirtes Wasser wiegt nach dem Original des Berlinischen eigentlich rheinländischen Fußmaases, und nach dem in Berlin vorhandenen Normal-Apothekergewichte 14° R. 288 Gran. TRALLES wollte gefunden haben, daß luftleeres und luftvolles (gewöhnliches destillirtes) Wasser, nicht merklich ihres specifischen Gewichts differiren (GILBERT a. a. O. B. XXVIII. 4s St. S. 479). Auch die Grösse fester Körper in Cubicmaas, läßt sich leicht aus dem, was ein solcher Körper von seinem absolut. Gewicht in Wasser verliert, finden, wenn zuvor das absol. Gewicht des Wassers im gegebenen Cubicmaase bekannt ist.

6) Eigentlich sollten die Körper, vorzüglich sehr leichte z. B. Kork, Papier etc. statt in der Luft, im möglichst luftentleerten Raume gewogen werden, um ihr absolutes Gewicht zu erhalten; und da der Erfah-

zung gemäß alle feste und liquide Körper mehr oder weniger Luft beigemischt, oder als dichtere Atmosphäre umschwebend enthalten, so sollte diese wenigstens bei sehr porösen Substanzen z. B. Holz, zuvor soviel wie möglich durch langes Liegen in dem Wasser herausgebracht werden, um wenigstens einen Luftgehalt übrig zu behalten, der der Luftmenge des Wassers näher kommt; weil sonst immer nur mittlere spezifische Gewichte erhalten werden. Viele Körper sind an sich schwerer als das Wasser, ihre beigemischte Luft (oder andere leichte Körper) bewirkt aber ein mittleres spezifisches Gewicht von geringerer Dichtigkeit als das Wasser; z. B. hohle Metallkugeln, Kohle, Holz etc.

7) Bei leichteren Körpern (als das Wasser) läßt sich das spezifische Gewicht auch noch ausser der oben angegebenen Methode dadurch finden, daß man sie mit schwereren Massen z. B. mit Metallen mittelst eines Pferdehaars verbindet; das Metallstück braucht nur so groß zu seyn als nöthig ist, den leichteren Körper unter das Wasser zu ziehen. Man bestimmt dann den Verlust beider im Wasser, und den des schwereren für sich und zieht dessen Verlust von ersterem Verluste ab; der Rest giebt dann das Gewicht des Wassers an, welches mit dem leichteren Körper gleiches Volum hat etc. Auch kann man sich statt des Metalles eines Glaseimers zum Schwermachen bedienen, der auch zugleich beim Abwägen der Pulver benutzt werden kann.

8) Ist der zu bestimmende Körper im Wasser löslich, so bestimmt man sein Gewicht in absoluten Alkohol, oder wenn er sich auch hierin löst: in rectificirtem Terpentinöl, und da die spezifischen Gewichte

dieser Flüssigkeiten bekannt sind, oder leicht ausgemittelt werden können, so läßt sich daraus auch leicht das specifische Gewicht des löslichen Körpers gegen Wasser bestimmen. Bezeichnen wir den leichteren Körper mit L, den Weingeist mit S, und das Wasser mit W, und setzen wir $S : W = 9 : 10$ und $L : S = 5 : 9$; so ist $L : W = 5 : 10$ (und $W = 1$ angenommen: $L = \frac{1}{2}$).

9) Besteht ein Körper aus zwei oder mehreren Materien von verschiedener Dichtigkeit, die aber bei jeder einzelnen Materie bekannt ist, und bestimmt man sein absolutes Gewicht durch Wägen in der Luft und sein specifisches Gewicht durch Wägen im Wasser, so läßt sich hieraus ohngefähr berechnen, wieviel von jeder der Materien in den ganzem Körper enthalten ist. Man nennt dieses das ARCHIMEDEISCHE Problem, weil nach einer für fabelhaft zu haltenden Erzählung VITRUV'S (de architectura, Lib. 9. Cap. 3.) ARCHIMEDES gefunden haben soll, wieviel Silber eine angeblich goldene Krone des Königs HIERO in Syracus enthalten habe. Indefs wird die ganze Auflösung des Problems dadurch ungewiß, daß zwei sich mischende Materien von verschiedener Dichtigkeit, nicht die mittlere Dichtigkeit, sondern öfters eine grössere oder geringere erhalten; ein Fall der auch häufig bei Lösungen und Vermischungen tropfbarer Flüssigkeiten eintritt. Z. B. Kochsalz in Wasser aufgelöst, giebt eine Raumerfüllung, die der Summe der Räume von dem Kochsalz und dem Wasser für sich nicht gleich ist. Daher werden bei Verfertigung der Scalen zu den Salzspindeln eigene Beobachtungen und derauf gegründete Rechnungen erfordert, um aus dem specifischen Ge-

wicht der Salzlösung, die Menge des in einem gegebenen Gewichte der Salzsoole enthaltenen Salzes zu bestimmen; vergl. LAMBERT in der Histoire l'acad. de Prusse 1762. T. XVIII. S. 27. ff., der eine solche Tabelle berechnet hat. Etwas ähnliches findet bei der Vermischung von Weingeist und Wasser statt; GILPIN (vergl. GRENS neues Journ. d. Phys. B. II. S. 365 ff.) hat die dazu nöthigen Versuche angestellt und in einer Tabelle die specifischen Gewichte der verschiedenen Mischungen angegeben. LOWIZ zeigte indess (CRELLS Ann. 1796. Bd. I. S. 202 etc.), das der von GILPIN angewendete Alkohol noch nicht vollkommen wasserfrei war, und das die Entwässerung desselben sich bis 0,791 (bei 68° Fahr.) specifischen Gew. treiben lasse, wonach er eine verbesserte Tabelle jener Gemische entworfen und a. a. O. mitgetheilt hat.

10) Um die specifischen Gewichte der Luftarten aufzufinden, leert man genau einen haltbar gläsernen oder kupfernen kugelichten Recipienten, dessen Höhlung genau ausgemessen, mit Hülfe der Luftpumpe (von deren Einrichtung und Gebrauch nebst den bei diesen und ähnlichen Versuchen nöthigen Cauteln in der Folge), wiegt ihn, füllt ihn mit der zu bestimmenden Luft und wiegt ihn wieder; das erhaltene absolute Gewicht des Luftquantums wird dann auf das eines Cubikzollens reducirt; und durch Vergleichung mit dem absoluten Gewicht derselben Menge Wassers, das specifische Gewicht der Luft ausgemittelt. GUERICKE's Monometer (Manometrum, Dasymetrum) oder Luftdichtigkeitsmesser, besteht aus einem länglich starken, jedoch leicht beweglichen gleicharmigen Wagebalken, an dessen einem Ende eine hohle kupferne möglichst dünnblechige, genau verschließ-

bare Kugel, und an dessen anderem Ende ein längliches Bleigewicht hängt, welches der Kugel bei ihrer mittleren Dichtigkeit das Gleichgewicht hält. Der Widerstand der Luft gegen das Bleigewicht ist sehr geringe und als nicht vorhanden zu betrachten, hingegen bei der hohlen Kugel bedeutend, so daß ein merklicher Unterschied beobachtet wird, je nachdem die Dichtigkeit der Luft wächst oder zunimmt. Im ersteren Falle steigt die Kugel, im letzteren sinkt sie; und dieser Unterschied wird entweder durch Ab- und Zunehmen kleiner Gewichte an dem Gegengewicht (bis zur Herstellung des Gleichgewichts) oder durch Fortschieben eines Laufgewichts am Arme des Gegengewichts bestimmt. Je grösser die kupferne Kugel und je vollkommener sie ausgepumpt ist, um so brauchbarer ist das Instrument.

11) LAVOSIER (S. die Tabellen bei dessen System der Chemie, übers. von HERBSTÄDT. Berlin 1792. II. Bd. S. 246) hat bei 10° R. und 28' Barometerstand das absolute Gewicht (im französ. Med. Gew.) eines Cubiczolles von nachfolgenden Luftarten bestimmt, welche nach FISCHER (vergl. GREN a. a. O. S. 215) auf Berliner Maas und Gewicht reducirt, folgende Tabelle darstellen.

	Der Paris. Cubiczell wiegt in französ. Mark-Gewicht.	Der Berliner Duz- decimal-Cubiczell wiegt in demselben Med. Gewicht.
Atmosphärische Luft	0,46005 Gran	- 0,3614
Lebensluft (Oxygène)	0,50695	- 0,4015
Stickluft (Azote)	0,44444	- 0,3520
Brennbare Luft (Hydrogène)	0,03539	- 0,0280
Nitröse Luft	0,54090	- 0,4331
Ammoniakluft	0,27488	- 0,2177
Fixe oder kohlen-saure Luft	0,68985	- 0,5404
Schwefellichtsaure Luft	1,03820	- 0,8222

Tabelle über das specifische Gewicht verschiedener Stoffe gegen das zur Einheit angenommene des reinen Wassers = 1,000 gesetzt, bei 10° Reaum.

<i>Metalle.</i>		Tantalium als Oxyd 6,500	
Platina gehämmert	21,069	Manganes	7,000
gegossen	19,500	Schenlium	6,823
Gold gehämmert	19,361	Molybdän	6,963
gegossen	19,258	Wismuth	9,832
Silber gehämmert	10,510	Spießglanz	6,702
gegossen	10,474	Zink	7,215
Quecksilber	13,674	Tellur	6,115
bis	14,110	Chrom	5,90
Blei gegossen	11,352	Arsenik	8,308
Zinn von Bancas	7,216		
v. Malacca geg.	7,296	<i>Einige Metallgemische.</i>	
geh.	7,306	Gold 442 Gran	} = 17,927
v. Cornwall geg.	7,291	Silber 38	
geh.	7,799	Gold 442 Gran	} = 17,344
Kupfer gegossen	7,788	Silber 19	
zu Drath gez.	8,878	Kupfer 19	
Japanisch geg.	8,726	Gold 442 Gran	} = 17,157
geschmied.	9,000	Kupfer 38	
Nickel gegossen	8,279		
gestreckt	8,666		
bis	9,000	<i>Erze.</i>	
Kobalt gegossen	7,811	Schwefelkies	4,789
gestreckt	8,150		bis 4,912
Eisen Rohreisen	7,207	Kupferkies	3,800
Schmeideisen	7,788		bis 4,158
schwed.	7,765	Zinnober	7,838
Stahl	7,810		bis 8,002
bis	7,833	Bleiglanz	7,220
Uran	6,440	Schwefelspießglanz	4,700
			bis 4,858

Erze.

Schwefelkies 4,789

bis 4,912

Kupferkies 3,800

bis 4,158

Zinnober 7,838

bis 8,002

Bleiglanz 7,220

Schwefelspießglanz 4,700

bis 4,858

<i>Einige Erden und Steine.</i>		<i>Kohlenartige Mineralien</i>	
Bergkrystall weisser	2,888	Graphit	1,860
Beryll sibirischer	2,722	Kohlenblende	1,468
Smaragd	2,678	Demant	3,521
Zirkon ceylonischer	4,416		bis 3,654
Gadolinit	4,237	Natürlicher Schwefel	2,033
Ceririt (Ochroit)	4,660	Stangenschwefel	1,800
Oriental. Saphir	4,203		bis 1,990
Turmalin	3,155	Gelblichbrauner Phos-	
Töpferthon	2,000	phor	1,770
Meerschäum	0,336	Schwefelalkohol	1,300
Speckstein	2,727	Wasserstoff als Gas	0,000094
Venetianischer Talk	2,780	Sauerstoff	0,00135
Kreide	2,315	Stickstoff	0,00115
Körniger Kalkstein	2,837	Holzkohle	0,441
Isländischer Kalkspath	2,715	Weisses Krystallglas	2,892
Strontianit	3,644		bis 2,488
Schwerspath, dichter	4,400	Grünes Bouteillenglas	2,642
Witherit	4,338	Engl. Flintglas	3,329
Bergkork	0,680	Porzellan von Severs	2,145
	bis 0,993	von China	2,384
Bimstein	0,914	Concentrische Schwe-	
		felsäure	1,877
<i>Erdharze und Erdöle.</i>		Salpetersäure	1,538
Bergnaphtha	0,708	Salzsäure	1,194
Petroleum	0,854	Boraxsäure	1,479
	bis 1,110	Arseniksäure	3,391
Asphalt	1,203	Aetzender Salmiakgeist	0,890
	bis 1,744	Zerfloss. kohlen. Kali	1,550
Steinkohle	1,270	Schwefelsaures Kali	2,298
	bis 1,500	Schwefelsaures Natron	2,246
Braunkohle	1,019	Salpeter	1,900
	bis 1,292	Kochsalz	1,918

Sublim. Salmiak	1,420	Gummilack	1,139
Borax	1,720	Benzoe	1,092
Alaun	1,714	Myrrhe	1,360
Bleizucker	2,395	Stinkend. Asand	1,327
Eisenvitriol	1,880	Aloe	1,358
Alkohol	0,791	Opium	1,356
Wein	0,916	Elfenbein	1,825
	bis 1,039	Hünnereier	1,090
Aetherische Oele	0,895	Korkholz	0,240
	bis 1,094	Tannenholz	0,550
Fette Oele	0,855	Lindenholz	0,604
	bis 0,966	Birnbaumholz	0,661
Kampher	0,988	Pflaumenholz	0,785
Weisses Pech	1,072	Erlenholz	0,800
Copal	1,139	Eichenholz	0,929
Federharz	0,933		bis 1,666
Weisser Zucker	0,606	Mahagonyholz	1,063
Wallrath	0,943	Ebenholz	1,209
Butter	0,942	Griesholz	1,200
Arabisches Gummi	1,452	Eis	0,916
Indigo	0,769	Kalimetalloid	0,874

Vergl. MUSCHENBROEK induct. ad philos. nat. T. II. §. 1417; BRISON a. a. O. HAUYS Lehrb. d. Mineralogie übers. v. KARSTEN. Theils können solche Tabellen in mehreren Fällen zur Prüfung der Aechtheit verschiedener Substanzen gebraucht werden, theils dienen sie dazu, das Gewicht eines Cubiczolles, Cub. Fusses etc. der angegebenen Stoffe aufzufinden, vergl. oben; theils können sie zu Vergleichen und (durch Experimente zu bestätigende) Schlüsse über die Natur und Mischung verschiedener Stoffe benutzt werden.

13) Da den vorhergegangenen Untersuchungen über die Schwere zufolge, die Erdatmosphäre in verschiedenen Höhen von verschiedener Dichtigkeit ist, und da diese ausserdem noch durch Electricität, Wärme und mehrere ähnliche Ursachen, für eine oder die andere Luftschicht sehr beträchtlich wechseln kann, so ergiebt sich hieraus die Möglichkeit, daß ein und derselbe Körper in ihr zum Sinken und Schweben, Aufsteigen und Schwimmen gebracht werden kann. Dahin gehört das Steigen und Fallen des Nebels, der Wolken etc.

§. 79.

Kommt ein frei beweglicher specifisch leichterer Körper mit einer schwereren Flüssigkeit in Berührung, so wird er sich in die Höhe begeben und von selbst schwimmen (Innatate fluido, flotter). War der leichtere Körper flüssig, und befanden sich beide in einem Behälter, so werden sie nur dann im Gleichgewicht oder in Ruhe seyn, wenn sie so übereinander stehen, daß der leichtere obere von dem unteren durch eine horizontale dem Spiegel (Niveau) parallele Fläche begrenzt wird, vergl. oben. Ist hingegen der leichtere ein fester Körper, so wird er nur in derjenigen Lage schwimmen, in welcher sein Schwerpunct senkrecht über den Mittelpunct (Stützpunkt) des aus der Stelle getriebene Flüssigen steht. Findet diese Richtung beider Punkte nicht statt, so wird der schwim-

mende Körper sich solange (gleich einem Hebel) drehen und umwerfen, bis jenes Verhältniß eingetreten ist. Läßt dabei die Gestalt des Körpers eine Veränderung der Lage seines Schwerpunctes zu, und liegt der Schwerpunct mehr oder weniger höher über dem Stützpunkt, so wird der Schwerpunct sich bei jedem Schwanken des Flüssigen so tief wie möglich senken, und der Körper umschlagen. In dem Maase wie aber der schwimmende Körper in den tragenden eintaucht, wird sein Schwerpunct nach oben zu verrückt werden, indem die Gewichtigkeit des eintauchenden Theils vom Seitendruck des Flüssigen Verminderung erleidet, und er wird umfallen, wenn er nicht durch hinreichende Seitenausdehnung, auch bei jeder Lage noch soviel Masse zur Seite behält, daß der Schwerpunct innerhalb seiner unterstützten Fläche fällt.

1) Beim Gehen im Wasser bemerkt man dieses Vorrücken des Schwerpunctes am deutlichsten an sich selbst, durch den unsicheren Gang; indem der Schwerpunct um so höher rückt, je tiefer man eintaucht; ganz untergetaucht oder bis ans Kinn, ist daher die Gefahr des Umschlagens geringer als z. B. bis zur Brust.

2) Um wieviel der schwimmende Körper eintaucht, wird genau durch das Verhältniß seines specifischen Gewichts zu dem des Flüssigen (dem das Verhältniß des Volumens seines eingetauchten Theils zu seinem ganzen Volumen gleich ist) bestimmt. Würfel von

Kork, Tannenholz, Eichenholz werden zu verschiedenen Tiefen eintauchen; und ein und derselbe Würfel wird in Seewasser minder tief als im süßen Wasser, und im Weingeist eintauchen. Es giebt dieses Gelegenheit die specifischen Gewichte zweier Flüssigkeiten jedoch nicht mit grosser Genauigkeit zu vergleichen. So wie sich die Umfänge des eingetauchten Theils verhalten, so verhalten sich die specifischen Gewichte der geprüften Flüssigkeiten. Kennt man den cubischen Inhalt des eingetauchten Theils, und das absolute Gewicht eines bestimmten cubischen Inhalts (z. B. eines Cubicfusses) der tragenden Flüssigkeit, so kann man daraus das absolute Gewicht des ganzen schwimmenden Körpers bestimmen; indem das absolute Gewicht des schwimmenden Körpers gleich ist, der Grösse seines eingetauchten Theils, multiplicirt mit dem absoluten Gewichte des bestimmten cubischen Inhalts der Flüssigkeit. Ist hingegen das absolute Gewicht des schwimmenden Körpers, und des bestimmten cubischen Inhalts der tragenden Flüssigkeit bekannt, so ist die Grösse des eingetauchten Theils, gleich dem absoluten Gewicht des schwimmenden Körpers, dividirt durch das absolute Gewicht des bestimmten cubischen Inhalts der Flüssigkeit. Anwendungen von beiden Fällen auf beladene Schiffe.

3) Haben zwei schwimmende Körper (von gleichem oder verschiedenem specifischen Gewichte) gleiches absolutes Gewicht, so werden beide gleich tief in einerlei Flüssigkeit eintauchen; ist hingegen (auch bei gleichem specif. Gew. der schwimmenden Körper) ihr absolutes Gew. verschieden, so werden sie auch zu verhältnismässig verschiedenen Tiefen eintauchen.

4) Vermöge der Adhäsion wird indess jeder schwimmende Körper etwas tiefer eintauchen, oder etwas höher von der Flüssigkeit umflossen werden, als er seinem Gewichte nach sollte; und nach Verschiedenheit der Adhäsion, wird auch dieses etwas zu- oder abnehmen.

5) In der Regel ist der menschliche Körper specifisch schwerer als das Wasser, und zwar verhält sich (MUCHENBROECK a. a. O. §. 1399.) sein specifisches Gewicht zu dem des Wassers wie 1,111 zu 1,000. Beim künstlichen Schwimmen hat er aber nur sein respectives Gewicht emporzuhalten, d. i. denjenigen Ueberschuß seines absoluten Gewichts über das absolute Gewicht eines gleich grossen Wasservolums, als er eintauchend aus der Stelle drängt, addirt zu dem Gewichte seines noch hervorragenden Körpertheils. PAOLO MOCCIA wog 300 neapolitanische Pfund, und war demnach 30 Pfund leichter als ein gleich grosses Wasservolum. Vergl. KARSTENS Lehrbegr. der gesammten Mathematik, Th. III. Hydrostatik, §. 31; und mehrere ähnliche Fälle bei ROBERTSON in dem Transact. philosoph. Vol. L. S. 30 u. s. f.

§. 80.

Jeder leichtere Körper ist zwar gegen das Untersinken durch seine geringere Dichtigkeit geschützt, wenn man ihn auf eine schwerere Flüssigkeit legt, aber nicht gegen das Eintauchen; denn auch die dünnste feste Platte oder Scheibe wird so tief eintauchen, bis die Menge der von ihr verdrängten Flüssig-

keit ihr an Gewicht gleich ist. Es drückt nämlich jeder schwimmende feste Körper (vergl. oben) mit seinem absoluten Gewichte, auf die unter ihm befindliche Flüssigkeitssäule und vermehrt daher das Gewicht derselben, diese dadurch dichter und schwerer gewordene Säule sinkt mithin in der übrigen Flüssigkeit so tief ein, bis sie eine Höhe erreicht hat, der zufolge sie mit dem auf ihr liegenden Körper gemeinschaftlich, mit den übrigen Flüssigkeiten im Gleichgewicht steht.

§. 81.

Um einen festen Körper zum Schwimmen (flotter) zu bringen, wird nicht gerade erfordert, daß er in allen Theilen specifisch leichter sey, sondern nur, daß er zusammen mit allen seinen Theilen (auch von noch so verschiedener Dichtigkeit) nicht mehr wiege, als ein gleich grosses Volumen der tragenden Flüssigkeit. Verbindet man daher einen schwereren Körper, mit einem der specifisch leichter ist als die tragende Flüssigkeit, so kann sehr leicht der Fall eintreten, daß der erstere mittelst dieser Verbindung zum Schwimmen gebracht wird; und umgekehrt kann auch der leichtere Körper durch Verbindung mit einem schwereren, in einem Verhältnisse, das die mittlere Dichtigkeit beider noch

die der tragenden Flüssigkeit übertrifft, zum Sinken gebracht werden.

1) Als Belege des ersteren Falls können genannt werden: das Schwimmen der Nebel- und Dunstbläschen, der Luftballons und Aerostaten überhaupt in gewissen Höhen; das hohler Kugeln, leerer verstopfter Flaschen, aufgetriebener (Harn-) Blasen die zusammengedrückt zu Boden sinken; der beladenen Schiffe, der Pontons; das Schwimmen mittelst Schwimmgürteln, Rindsblasen, Binsen, Kork; die Art Schiffe in seichte Häfen zu buxiren; das Emporsteigen der Cadaver, in dem Maase wie sich durch die Fäulniß in ihnen verschiedene Luftarten entwickeln; das Auf- und Niedersteigen der Fische; das periodische Emporkommen einiger Wasserpflanzen durch angebildete Luft enthaltende Blasen; u. m. dgl. Man wird mit aufgeblasenen Backen besser vom Wasser getragen, als bei geöffnetem Munde, so auch fette Menschen bei übrigens gleichen Umständen leichter als magere etc.

2) Zu dem letzteren Falle gehören: das Sinken leck gewordener Schiffe; die Luft in der Taucherglocke, während die Glocke ins Meer gesenkt wird; das Sinken umgestürzter Gläser, ausgedrückter Blasen, des von Luft entleerten Holzes, Ertrunkener etc.

D) Vom Verhältniß elastischer Flüssigkeiten zu ruhenden tropfbaren und festen Körpern.

§. 82.

XII. Versuch. Eine gläserne recht trockene Röhre, die länger ist als 28 paris. Zoll, ver-

schliesse man an dem einen Ende mit einem zuvor in Wachs gekochten, gelinde erwärmten passenden trockenen Korkstöpsel, den man auswendig mit Siegelack überzieht, fülle sie dann mit reinem (ausgekochten) Quecksilber bis zur Mündung des offenen Endes, halte dieses mit dem Finger zu, kehre so die Röhre um, bringe das zugehaltene Ende mit dem Finger in eine Schaale mit Quecksilber, und ziehe jetzt, nachdem man die Röhre senkrecht gestellt hat, den Finger unter dem Quecksilber hervor: das Quecksilber in der Röhre wird etwas herabfallen, aber bis zu einer Höhe von ohngefähr 28 paris. Zoll über der Fläche des Quecksilbers in der Schaale stehen bleiben, und durch dieses Herabsinken, über sich einen (fast) luftentleerten Raum zurück lassen. Vermehrt man die Quecksilbermenge in der Schaale, so daß das Niveau des Quecksilbers ausserhalb der Röhre höher wird, oder zieht man die (gehörig enge) Röhre senkrecht aus dem Gefässe; so wird das Quecksilber, die vorherige Leere ausfüllend, in die Höhe getrieben. Zieht man nach Wegnahme des Siegelacks den Korkstöpsel heraus, so fällt das Quecksilber in der Röhre augenblicklich so lange, bis es mit dem der Schaale gleiche Höhe hat, oder mit ihm eine horizontale Fläche bildet.

1) Dieser wichtige Versuch wurde zuerst von EVANGELISTA TORRICELLI im J. 1644 angestellt, um dadurch die von seinem grossen Lehrer GALLILEI behauptete Schwere und den Druck der Luft zu beweisen; vergl. CASP. SCHOTTI Technica curiosa. Herbiopol. 1664. 4. I. III. S. 192. Die mit dem Quecksilber versehene Röhre, nennt man daher auch die TORRICELLISCHE Röhre (Tubus torricellianus), und die Leere über dem Quecksilber in der Röhre die TORRICELLISCHE LEERE (Vacuum toricellianum).

2) Offenbar beruht das Hängenbleiben in der Röhre bis zu jener Höhe von 28" paris., auf dem einseitig wirksamen Luftdruck der umgebenden Atmosphäre; denn wohl vermag die Luft auf das Quecksilber der Schale ausserhalb der Röhre, aber nicht auf das in der Röhre zu wirken, wo sie nicht existirt.

3) Die Stärke dieses Luftdrucks, muß der Stärke des Gegendrucks des in der Röhre 28 Zoll hoch stehenden Quecksilbers gleich seyn, mithin gegen jede gegebene Fläche so groß, als das Gewicht einer Quecksilbersäule von derselben Grundfläche und von der Höhe in der TORRICELLISCHEN Röhre. Bei 28 Zoll Höhe, ist der Druck der Luft auf einem paris. Quadratfuß Fläche = 2221 Pfund; vergl. SCHMIDTS Handb. d. Naturlehre S. 128.

4) Sind die Ursachen des Luftdrucks veränderlich, so wird es auch der Druck selbst, und mithin auch die Höhe des Quecksilbers in der Röhre. Der Erfahrung gemäß, ist dieses wirklich häufig an einem und demselben Orte der Fall, indem zu Zeiten die Höhe bis auf eine gewisse Grenze grösser oder kleiner wird. Da nun das Quecksilber in der TORRICELL. Röhre

diese Veränderungen des Luftdrucks (eine Folge der Schwere und verschiedenen Elasticität) anzeigt, so nennt man die TORRIC. Röhre auch Baroscop oder Barometer; und so wie mittelst des Manometers (vergl. §. 78. N. 10.) die Dichtigkeit der Luft gemessen wird, so läßt sich mit dem Barometer auch das mehr oder weniger der Elasticität der Luft bestimmen. In sofern als jene Veränderungen theils mit Wetterveränderungen in Zusammenhang stehen, theils von ihnen begleitet werden, nennt man das Barometer auch ein Wetterglas. Beide Elasticität und Dichtigkeit der Luft, können sich jede für sich aus verschiedenen Röhren merklich ändern, ohne dafs dadurch die eine oder andere zu gleichmässigen Aenderungen bestimmt werde.

5) Um den Luftdruck (der im Freien auch mit der Dichtigkeit im Verhältnisse stehen muß, woraus sich erklärt, weshalb das Fallen des Quecksilbers nicht den Entfernungen von der Erde oder den Höhen proportional, sondern stets etwas kleiner ist) mittelst des Barometers genau zu messen, müssen bei seiner Verfertigung folgende Regeln beobachtet werden; a) die Glasröhre muß durchaus von gleichem Durchmesser (am besten 2" Weite) seyn, indem in bald engen bald weiten Röhren, theils die genaue Beobachtung des Quecksilberstandes verhindert, theils das Quecksilber von den inneren Glaswänden ungleichmässig angezogen wird; vergl. In zu weiten Röhren schleicht sich beim Forttragen eher Luft ein als in die engeren; auch sind sie beim Auskochen des Quecksilbers leichter dem Zerspringen ausgesetzt. b) Das eine Ende der Röhre wird an der Lampe halbkuglich zugeschmolzen; c) das Quecksilber muß che-

misch rein (aus Aetzsublimat oder Zinnober dargestellt) seyn, und d) vor dem Eintragen in die erwärmte Röhre in einer Glasretorte bis zum Sieden erhitzt werden, um es von Feuchtigkeit zu befreien; man läßt es dann noch warm durch eine Druckpapier Tute in die Röhre laufen, erhitzt es hierin nochmals um durch dieses zweite Auskochen den letzten Rest von Feuchtigkeit und anhängender Luft zu vertreiben. e) Endlich wird die Röhre auf die möglichst ebene Fläche eines Brettes in einer Rinne liegend befestigt, und parallel mit der Quecksilbersäule eine genau in paris. Zolle und Linien abgetheilte Scale auf dem Papiere gezeichnet, welches dem Brette zum Uebergange dient. Ausgekochtes Quecksilber bewegt sich übrigens (auch in der inwendig möglichst glatten) TORRICELLISCHEN Röhre, wegen grösserer Adhäsion, etwas langsamer als das nicht ausgekochte, worauf bei Beobachtungen zu merken ist. Zu Beobachtungen kleinerer Theile des Maasstabes der Scale, als die vorhin angegebenen, dient der Nonius oder Vernier. Eine Vergleichung des englischen, rheinländischen, pariser und schwedischen Maasstabes, nach denen hin und wieder die Scalen gefunden werden, giebt VAN SWINDEN an, vergl. Posit. physic. T. II. S. 107. Bei jeder Beobachtung muß übrigens das Barometer vollkommen senkrecht hängen; das Auge in einerlei horizontaler Ebene mit der Fläche des Quecksilbers gehalten, und der Quecksilberstand beim höchsten Punkte seiner Convexität gemessen werden.

6) Die ausdehnende Wirkung der Wärme vergrößert bei hoher Temperatur die Barometerhöhe und verkleinert sie bei niederer Temperatur, wenn auch sonst der Luftdruck derselbe ist. Nach DE LÜC

(dessen Unters. über die Atmosphäre S. 352—365) nimmt eine 27 Zoll lange Quecksilbersäule vom natürlichen Gefrierpuncte bis zum Siedepuncte des Wassers, um 6 Linien oder um $\frac{1}{54}$ ihrer Länge zu. Jede Vermehrung der Wärme um 1° Fahrh. bringt mithin das Barometer um $\frac{1}{30}$, und jede Wärmezunahme von 30° Fahrh. um eine Linie höher. Nenne man den am Thermometer beobachteten Grad k, den auf welchen man die Beobachtung zu reduciren wünscht i, und die Zahl der Grade des Fundamentalabstandes vom Eispuncte bis zum Siedepuncte (der bei 27 Zoll Bar. Höhe eigentlich nur = 178°, nicht 180° gesetzt werden kann) f; so findet man die Berichtigung des Barometerstandes wegen der Wärme (vergl. GEHLERS phys. Wörterb. Barometer) wenn man zur beobachteten Barometerhöhe B noch $\frac{i - k}{54 f} B$

hinzusetzt, oder ist i—k negativ, $\frac{i - k}{54 f} B$ davon abzieht.

7) Die erst (von PASCAL 1643 vergl. experiences nouvelles touchans le vuide. Paris 1645 und traité de l'équilibre des liqueurs et de la pesanteur de la masse de l'air. Paris 1663.) angewendeten Barometer hatten eine Einrichtung, welche derjenigen im XIIIten Versuch gleich kam; da diese aber eine grosse Menge Quecksilber erforderten und nicht bequem transportirt werden konnten, so krümmte man das untere Ende der Röhre wieder aufwärts. Man nennt die so eingerichteten Barometer heberförmige oder Heberbarometer (Baromètre à siphon), und zieht sie mit Recht zu genauen Beobachtungen allen übrigen vor. Die Röhre desselben muß cali-

brirt (d. h. auf die Gleichmässigkeit ihres Durchmessers geprüft) seyn, und entweder die ganze Röhre auf und nieder bewegt werden (und dadurch der Quecksilberspiegel des kürzeren Schenkels jedesmal auf Null geschoben werden) können, oder man muß von dem, um welches das Quecksilber in der längeren Röhre gefallen ist, das abziehen, um welches es (vermöge der Herstellung des hydrostatischen Gleichgewichts) in dem kürzeren Schenkel stieg, oder zu dem, um welches es in den längeren Schenkel stieg, das um welches es in den kürzeren fiel, addiren; um jedesmal die wahre Steig- oder Fallhöhe auszugeben. (Vergl. DE LUC a. a. O. §. 381.) Um dieser Berichtigung überhoben zu seyn, erweiterte man anfänglich den kürzeren Schenkel, und gab ihm eine kugelförmige oder ähnliche Gestalt, damit das in der längeren Röhre herabfallende Quecksilber, sich in einen um so weiteren Raum ausbreiten und dadurch die Höhe in der Kugel unmerklich vermehren könne; wodurch dann eine eben so unmerkliche hydrostatische Zurückwirkung des Quecksilbers im kürzeren Schenkel auf das Quecksilber im längeren erfolgen würde. Bei möglichster Weite des kürzeren Schenkels, reichet diese gewöhnlichste Einrichtung der Barometer zu nicht streng wissenschaftlichen Beobachtungen wohl hin; fordert man hingegen genaue Angaben wahrer Barometerhöhen, so müssen die (deshalb auch späterhin wieder gewählten) Heberbarometer angewendet werden.

8) Zu Höhenmessungen (vergl. §. 63. N. 1. u. weiter oben) bedient man sich der Reisebarometer, die ausser den allgemeinen Eigenschaften eines guten Barometers, noch eine Einrichtung haben müssen,

der zufolge sie sicher, bequem und ohne Luft eindringen zu lassen von einem Orte zum anderen transportirt werden können. Auch sind sie zweckmässig mit Stativen versehen um sie senkrecht aufzustellen, welches noch ausserdem (so wie auch bei anderen guten Barometern) dadurch vollkommener zu erreichen möglich wird, dafs man das Brett mit einem darin befestigten Pendel versieht. Hieher gehören: AMANTONS conisches Meerbarometer, mit allmählig abnehmender conischer Röhre, vergl. Remarques et experiences sur la construction d'une clepsydre, sur les Baromètres etc. Paris 1695. 12.; DE LUCS Reisebarometer (a. a. O. II. §. 464.); PASSEMENTS umwundenes Meerbarometer (a. a. O. I. S. 59); BLONDEAUS Meerbarometer (LICHTENBERGS Mag. I. 3. S. 80) HAAS's Reisebarometer (GILBERTS Annal. IV. 4. S. 456) v. HUMBOLDTS Reisebarometer (GILBERT a. a. O. II. 3. S. 321) GÖDEKINGS Reisebarometer (ebendas. S. 324) RODIGS einfaches R. Bar. (Ebend. IV. 4. S. 445) BENZENBERGS R. Bar. (Ebend. IX. 4. S. 461) MAIGNE'S R. Bar. (Ebend. XV. 4. 461) u. v. a. Das Verfahren mittelst des Barometers Höhen zu messen, gründet sich auf den bereits in N. 2. dieses §. erläuterten Erfahrungssatz, dafs das Quecksilber im Bar. desto tiefer sinkt, je schwächer die Luft darauf drückt, der Luftdruck aber je höher je mehr abnimmt. Gewöhnlich nimmt man dabei an, dafs der Barometerstand an der Meeresfläche 28 paris. Zoll sey, und dafs das Bar. um eine Linie falle, wenn man sich um 12,945 Toisen höher begiebt. Mit Hülfe der Rechnung des Unendlichen ergibt sich dann die (DE LUCSche) Regel: dafs der Höhenunterschied zweier Orte in paris. Toisen ausgedrückt = sey, der Differenz der

Logarithmen des Barometerstandes an diesen beiden Orten multiplicirt mit 10000. Vergl. PASCAL a. a. O. p. 2. KÄSTNERS Abhandlung vom Höhenmessen. Göttingen 1775. S. 84. BOUGUER in dem Mem. de Paris 1753. v. HUMBOLDT in GILBERTS Annal. XVI. 4. S. 468. HERON DE VILLEFOSSE ebendas. XXVIII. I. S. 49. — Mehr oder weniger unsicher wird indess diese Methode durch die Veränderlichkeit des Luftdrucks an demselben Orte, durch die Schwierigkeit zwei absolut harmonirende Barometer zu erhalten und durch die bereits oben angegebenen allgemeinen Hindernisse der Barometerbeobachtungen.

g) Um geringe Aenderungen des Luftdrucks am Barometer, wie man wählte möglichst bemerkbar zu machen, hat man verschiedene Künsteleien erdonnen, die indess durch Vermehrung der Friction und durch den Uebelstand, den Einfluß der Temperatur nicht genau berechnen zu können, die Vortheile welche sie zu gewähren scheinen wieder aufheben. Es gehören dahin das nach einem Vorschlage DESCARTES jedoch verbessert ausgeführte Doppelbarometer des HUYGENS (welches HOOK noch mehr vervollkommnete, vergl. auch die Bemerk. SCHMIDTS in GILBERTS Annal. XIV. 2. S. 199.) vergl. MUSCHENBROEK introd. §. 2080; das Hooksche oder DE LA HIRE'sche Doppelbarometer, ebend. §. 2081; das Radbarometer (Wheelbarometer), ebend. §. 2089; MORLANDS schief liegendes Barometer, ebend. §. 2078; BERNOULLI's rechtwinkliches Bar. (Baromètre à l'Equerre) ebend. §. 2083; WILSONS sehr empfindliches Barometer, vergl. VOIGTS Magaz. V. 3. S. 248 etc. Man vergl. DE LUC a. a. O. I. S. 17 u. F. LUC vollständige Beschreibung

von allen Barometern. Nürnberg u. Leipz. 1783.
 8. — Ueber MUSCHENBROEKS (diss. phys. Lugd.
 1729. 4. S. 673) u. a. Methode Barometerveränd-
 erungen aufzuzeichnen; über CHANGEUXS Barometro-
 graph etc. mündlich. Ueber die Ursachen der Baro-
 meterveränderungen in der Folge; einstweilen vergl.
 man: DE LUCS kritische Untersuch. aller älteren und
 neueren Hypothesen über die Ursachen der Barome-
 terveränderungen; a. a. O. I. S. 106. ff.

10) Schon aus den früheren Untersuchungen folgte,
 daß das Volum eines eingeschlossenen oder auch mittel-
 bar mit der Luft in Verbindung gesetzten Fluidums,
 von der Grösse des Luftdrucks bestimmt wird, (nach
 MARIOTE'S Gesetz im umgekehrten Verhältnisse die-
 ses Druckes steht) man muß mithin vergleichende
 Messungen der Volumina solcher Flüssigkeiten bei
 gleichem Barometerstande vornehmen; oder einen
 bleibenden Normalstand des Barometers anneh-
 men, für den die Volumina bei jenen Messungen gel-
 ten sollen, und durch Correction das beobachtete Vol.
 auf das für den Normalstand des Bar. zurückbrin-
 gen. Bezeichnen wir das gemessene Vol. mit V , das
 daraus zu dem Normalstande b des Bar. zu findende
 Volumen mit v , den gegenwärtigen Barometerstand
 mit B , so ist $b : B = V : v$.

11) An den meisten Orten der Erde ist das Queck-
 silber der TORRICELLISCHEN Röhre stets in einiger
 vielleicht periodischen Bewegung; man sucht daher
 aus einer Reihe von Beobachtungen an einem Orte,
 arithmetisch das Mittel seines Standes zwischen dem
 höchsten und tiefsten Punkte, und erhält so den
 mittleren Barometerstand des Ortes. — An
 der Meeresfläche unter dem Aequator steht das Bar.

tiefer als an der Meeresfläche an den Polen, und nach einigen soll diese Differenz 1 Zoll betragen (vergl. KANTS phys. Geographie von VOLMER), worauf bei Höhenmessungen Rücksicht zu nehmen wäre. Der Grund dieser Erscheinung, liegt theils in der nach dem Aequator zu verminderten Schwere (vergl. §. 60 u. 61.) die einen verminderten Luftdruck zur Folge hat; theils in der grösseren Verdünnung der Luft durch anhaltende gleichförmige Wärme. So steigt auch zu Zeiten atmosphärischer Flut (durch Sonnen- und Mondanziehung vergl. §. 62.), nach den Beobachtungen von HEMMER, PLANER, STEIGLEHNER, CHIMINELLO und CASSAN, das steigende Barometer langsamer und das fallende fällt schwächer, als zu gewöhnlicher Zeit, oder als zur Zeit atmosphärischer Ebbe.

§. 83.

Was vom Quecksilber in der TORRICELLI'schen Röhre rücksichtlich des Luftdruckes gilt, findet auch bei allen anderen tropfbaren Flüssigkeiten seine Anwendung, und um soviel mal wie diese specifisch leichter als das Quecksilber sind, werden sie in einer ähnlichen Röhre höher stehen als das Quecksilber. Wenn das Quecksilber 27'' bis 28'' Höhe hat, so wird unter gleichen Umständen eine Wassersäule von 32', und eine Weingeistsäule von 42' — 45' vom Luftdrucke getragen.

1) Hieher gehören noch folgende Erscheinungen: das Füllen der Flaschen, Glocken etc. mit Gasen;

die Einrichtung und Wirkung des Stechhebers, der Klepsydra, des sogenannten Oelkrugs der Wittve zu Zarpath, des Zaubertrichters, des intermittirenden oder Zauberbrunnens und des Wasserhammers. In diesem letzteren (gläsernen) fließt aus einer seiner Höhlungen das darin enthaltene Wasser, durch eine enge Zwischenröhre ungehindert, in Gestalt eines Strales in die andere luftleere Höhlung über. Auch schlägt das durch Luftwiderstand hier nicht gehinderte Wasser, heftig mit klapperndem Geräusche gegen das Glas des Gefäßes (vergl. Einleit. §. 46 u. s. f.) — Aus einem mit Wasser gefüllten Gefäße mit enger Mündung läuft beim Umkehren nichts heraus; der offene Hahn eines vollen Fasses läßt bei geschlossenem Spundloche nichts herausfließen; u. m. ä. Erscheinungen.

2) Befindet sich oberhalb des Quecksilbers, Wassers etc. in der Röhre etwas Luft, so werden diese tropfbaren Flüssigkeiten in einer geringeren Höhe von der äusseren Luft getragen werden; jene eingeschlossene Luft, wird hingegen beim Fallen des Quecksilbers verhältnißmässig ausgedehnt werden.

3) Ist hingegen eine Portion atmosphärische Luft, für sich oder mit anderen Flüssigkeiten in ein Gefäß vollkommen eingeschlossen, und alle Communication mit der äusseren Luft gehoben, so wird dieser eingeschlossene Theil dennoch ein Streben zur Expansion besitzen, welches dem Luftdrucke im Freien gleich ist; weil dieser Theil vorher mit der umgebenden Luft im Gleichgewichte und vermöge ihres Gegendrucks bis auf einen gewissen Grad zusammengedrückt war.

4) Drückt die Luft auf eine liquide Flüssigkeit an zwei verschiedenen Stellen, an der einen durch ihr Gewicht, an der andern, in einem Gefässe eingeschlossen, durch ihr Expansionsstreben, und es wird nun diese letztere eingeschlossene Luftmenge verdünnt, so wird das Gleichgewicht der Luftsäulen aufgehoben; es wird daher die tropfbare Flüssigkeit so lange durch den äusseren Luftdruck in das Gefäß getrieben, bis der senkrechte Druck der aufgestiegenen Säule und das Expansionsstreben der darüber stehenden eingeschlossenen Luft, mit dem Drucke der äusseren Luftsäulen im Gleichgewichte stehen. Hieher gehört das Aufsteigen des Wassers in einem Glase, welches zuvor durch Erhitzung einen Theil seiner Luft verloren und mithin mehr oder weniger verdünnte Luft zurück behalten hat, wenn man es schnell mit seiner Mündung auf einen Teller mit Wasser stürzt; u. m. ähnliche Versuche.

§. 34.

XIII. Versuch. Eine kleine gläserne Handspritze, tauche man mit ihrer Mündung in eine tropfbare Flüssigkeit, und ziehe darauf den Stempel in die Höhe; die Flüssigkeit wird den durch das Aufziehen des Stempels entstandenen leeren Raum ausfüllen, und nach Maassgabe ihrer Dichtigkeit zu einer verschiedenen Höhe in die Röhre der Spritze herauf steigen, und so lange darin hängen bleiben, bis sie entweder durch den nieder gedrückten Stempel, oder nachdem der Stempel ganz aus der Röhre herausgezogen, durch

den nun auch von dieser Seite wieder gleichmässig starken Luftdruck herausgetrieben wird. Ein ähnlicher Erfolg wird eintreten, wenn man bei völlig herausgezogenem und entfernten Stempel, die Luft der Röhre mittelst des Mundes einsaugt.

1) Hält man eine thönerne Röhre in die Flamme des brennenden Holzes, und saugt die Luft ein, so wird auch die Flamme den Mund erreichen, und bei zu anhaltendem Saugen verletzen. — Ferner gehört hieher auch der im vorigen §. N. 4. erwähnte Versuch, so wie das Tabakrauchen, das Saugen der Kinder, der Mechanismus des Athmens, Trinkens, die Wirkung der Schröpfköpfe, das Füllen der Blasebälge mit Luft; die Einrichtung der Windöfen; KIRCHERS Brunnen mit Storch und Schlange; die Einrichtung des Stofshebers etc.

2) Auch gründet sich hierauf die Wirkung der Saugepumpen (*Antliae aspirantes, suctoriae*), in welchen nach aufgehobenem Stempel, durch den einseitigen Druck der Luft auf die Fläche des Tropfbarflüssigen, dieses in den Stiefel der Pumpe emporgehoben wird. Jede Pumpe besteht wesentlich aus dem Stiefel (ein hohler Cylinder), dem Kolben oder Stempel (*Embolus*, ein solider Cylinder von einem Umfange, welcher der Weite des Stiefels fast gleichkommt) der damit verbundenen Kolbenstange (ein starker Stiel um den Kolben zu bewegen) und aus einem Hahn (*Epistomium*) oder Ventil (*Ventilium*) um Flüssigkeiten durchzulassen oder zu hemmen. Nähere Erläuterung an einem Modelle. — Die größte Höhe, zu welcher durch den äusseren

Luftdruck die tropfbare Flüssigkeit in der Pumpe erhoben werden kann, ist gleich derjenigen, in welche dieselbe Flüssigkeit in der TORRICELLISCHEN Röhre stehen würde. Bei einer Wassersaugpumpe, darf daher die Höhe vom Wasserspiegel bis zum höchsten Hebepunct des Kolbens, in den niedrigsten (den größten Luftdruck habenden) Gegenden nicht über 30 Fufs, an höher liegenden Orten nach Maassgabe des Barometers mufs sie noch geringer seyn.

3) Die Pumpen (deren Erfindung sehr alt ist) veranlafsten die Entdeckung des Drucks der Luft; alle durch ihn bewirkten Phänomene, erklärte man sonst aus — einem Abscheu der Natur vor dem leeren Raume (*fuga vacui*, vergl. ARISTOTES *physicor. lib. 4. cap. 6. seqq.* Aurel. 1607. p. 498. PASCAL a. a. O.); bis GALLILEI und TORRICELLI durch Beobachtungen und PASCAL auf diese Beobachtungen gestützt diesen Wahn gründlich widerlegten. Streitigkeiten über die Schwere der Luft; WALLIS u. a. Einwürfe etc. mündlich.

3) Auch feste Körper können durch den einseitigen Druck der Luft in Bewegung gesetzt werden: saugt man z. B. aus einer mit Lebensluft gefüllten Blase die Luft ein, so fällt die Blase zusammen; hieher gehört auch: ROBERVALLS Versuch, oder PASCALS Kammer und GUERIKE'S Windbüchse mit verdünnter Luft. Vergl. *Tentamina experimentor. natur. capt. in academia del Cimento. S. 29 ff.*; und C. SCHOTT a. a. O. L. XI. S. 881.

§. 85.

Bringt man im vorigen Versuch die Mündung der Spritze in eine genau anschliessende, nicht

poröse, mit Luft gefüllte Blase, und zieht nun den Stempel in die Höhe, so wird die Luft der Blase sich verdünnend den leer gewordenen Raum der Spritze füllen. Dasselbe wird erfolgen, wenn man den Stiefel einer Saugpumpe, mit einem für die äussere Luft vollkommen verschlossenen Luftbehälter in Verbindung setzt; giebt man dabei zugleich der in den Stiefel tretenden Luft Gelegenheit nach aussen zu entweichen, ohne äussere Luft einzulassen, so folgt, dafs bei wiederholten Pumpenzügen die Luft des Behälters endlich sehr verdünnt werden mufs. Man nennt eine solche Vorrichtung eine Luftpumpe (*Antlia pneumatica*), die seit ihrer Erfindung durch OTTO VON GUERIKE 1650 (und seit seinen damit in Gegenwart des deutschen Kaisers und mehrerer Fürsten auf dem Reichstage zu Regensburg angestellten Versuchen im J. 1654) manichfaltige Abänderungen und Verbesserungen erfahren hat.

1) Vergl. OTTONIS DE GUERIKE *experimenta nova Magdeburgica de vacuo spatio*. Amstel. 1672. Fol. C. SCHOTTI *mechanica hydalico-pneumatica*. Her-
bip. 1657. 4. Append. u. *Technica curiosa*. Her-
bip. 1664. 4.

2) Die nähere Einrichtung und Wirkungsweise an einem Modell und an verschiedenen Luftpumpen selbst. Zu ihren wesentlichen Theilen gehört noch ausser denen bei der Saugpumpe genannten, der

vom Stiefelboden ausgehende Hals und der damit verbundene Teller nebst Recipienten.

3) ROBERT BOYLE durch obige Schriften mit dieser Erfindung bekannt gemacht, verbesserte zuerst die Luftpumpe und stellte mehrere wichtige Versuche damit an, vergl. dessen App. I.; daher nennen auch einige die mit der Luftpumpe hervorzubringende sogenannte Leere die BOYLESche Leere (Vacuum Boyleanum, welche richtiger Vacuum Guerikianum genannt zu werden verdient).

4) Vollkommen ist die Luftpumpe, wenn sie (vorausgesetzt bei dem was sonst zur Güte derselben gehört) so eingerichtet ist, das die Luft nicht blofs mittel derselben verdünnt, sondern auch durch Hineinpumpen äusserer Luft verdichtet werden kann. Eigentliche Verdichtungs- oder Compressionspumpen waren schon früher erfunden.

5) Ueber die älteren Luftpumpen, die (deutsche) SENGUERDSche und WOLFFSche mit Hähnen, die (englische) HAWKSBEESche mit doppelten Stiefeln und Ventilen und mit LEUPOLDS Verbesserung; die NOLLETSChe mit dem früher von PAPIN angegebenen Steigbügel und dem Ventil auf dem SENGUERDSchen Hahne; die SMEATONSche mit den von NAIRNE und BLUNT angebrachten Verbesserungen (vergl. LICHTENBERGS Vorrede zu ERXLEBENS Naturl. 4te Ausg.), und die CUTHBERSONSche Luftpumpe ohne Hähne und ohne Ventile mit Stöpseln und Oelladen zur Vermeidung des schädlichen Raums: vergl. man GEHLERS phys. Wörterb. Art. Luftpumpe. Zu den neuer vorzüglicheren gehören: BAADERS Quecksilberpumpe (HÜBNERs phys. Tagebuch 11 Jahrg. 4s Vierth. Salzbr. 1784. S. 650 u. GRENS Journ. d. Phys. B. II.

S. 326 ff.), v. MARTINOWICHS Luftpumpe (zur Benutzung d. GUERIK. Leere bei chemischen Versuchen: CRELLS Beiträge zu den chem. Annal. V. 2. S. 131); HINDENBURGS Quecksilberpumpe (Antliae novae hydraulico - pneumaticae mechanismus et descriptio. Lips. 1787. 4.), SCHRADERS Luftpumpe mit metallenen Kegelventilen (Beschreib. einer neuen und vollkommenen Einrichtung der Luftpumpe. Leipz. 1791. 8. u. GRENS Journ. II. S. 357), SADLERS Oelpumpe (GILBERTS Annal. I. 3. S. 352—356), LITTLE'S Luftpumpe (a. a. O. VI. I. S. 1); PRINCE'S (Eb. I. 3. S. 357), PARROTS (VOIGTS Mag. III. J. 182) OTTENYS (Intell. Bl. d. Hall. allg. Literat. Zeit. 1805. N. 145) Verbesserungen und MENDELSONS Luftpumpe mit gläsernen Stiefeln und metallenen Kolben ohne Liederung (GILBERTS Annal. XXII. 1. S. 96).

6) Die Verdünnung der Luft geht, wenn der Stiefel dem Recipienten im Raume, (nämlich unter dem aufgezogenen Kolben) gleich ist, in der Progression $\frac{1}{2} : \frac{1}{4} : \frac{1}{8} : \frac{1}{16} : \frac{1}{32}$ etc., und ist der Stiefel halb so groß als der Recipient in der Progression $\frac{2}{3} : \frac{4}{9} : \frac{8}{27} : \frac{16}{81} : \frac{32}{243}$ etc. fort; woraus schon folgt, daß mittelst der Luftpumpe nie eine absolute Leere dargestellt werden kann. Setzen wir die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft bei 27 paris. Zoll Bar. Stand = 1, so dürfte etwa 0,001 die stärkste mittelst Auspumpung darzustellende Luftverdünnung seyn. LITTLE (a. a. O.) will indess mit seiner Luftpumpe eine 26000 malige Verdünnung erreicht haben. Bei Luftpumpen mit Hähnen, ist die äusserste Verdünnung in der Regel schwieriger zu erreichen, als bei Ventilpumpen; weil jene stets einen mehr oder minder schädlichen Raum (der bei guten Pumpen nicht über 0,0001 des

ganzen inneren Pumpenraumes betragen sollte), zwischen dem Boden des Stiefels und dem Hahne haben; übrigens nimmt bei jeder Art von Luftpumpe, das Bestreben der äusseren Luft vermöge ihres Druckes in den entleerten Raum zu dringen, und so das Gleichgewicht herzustellen, in dem Maasse der Verdünnung zu, und kann auch bei den am vorzüglichsten schliessenden Ventilen und Hähnen nicht ganz vermieden werden; indem stets etwas Luft zwischen ihren Fugen, und durch die Zwischenräume des Kolbens und Stiefels auch bei den möglichst schnell auf einander folgenden Pumpenzügen, in den Raum des Recipienten eindringt. Eine gute Luftpumpe muß möglichst schnelle Verdünnung und gehörige Leichtigkeit zur Anstellung der verschiedenen Versuche gewähren; ihre Kolben müssen ohne grossen Kraftaufwand bewegt werden können, und ihre Einrichtung muß auf Einfachheit Anspruch machen. Bei Compressionsversuchen wählt man statt der lose aufgesetzten Recipienten solche, die auf das Ende des Luftpumpenhalbes luftdicht aufgeschraubt werden können.

7) Um den Grad von Luftverdünnung zu beurtheilen, hat man verschiedene Proben; dahin gehören: a) die Barometerprobe, die auch bei der stärksten Verdünnung noch immer einigen Luftdruck vom Inneren des Recipienten anzeigt; der theils von wirklich noch vorhandener Luft, theils von entwickelten Dämpfen herrühret. Da sie eigentlich nur die Elasticität des noch übrigen Elastischflüssigen nicht aber seine Menge mißt, so heisst sie richtiger Elasticitätszeiger (Elaterometer). Hieher gehört MAIRANS Barometre tronqué, aus einem kleinen, unter den Recipienten zu stellenden Heber-

oder Gefäßbarometer bestehend, in welchem bei grossen Verdünnungen das Quecksilber bis auf 6", 5" herabfällt, und welches nur zur Messung starker Verdünnungen benutzt werden kann. Die andere Art wurde von HAWKSBEЕ zuerst angewendet und besteht aus einem ausserhalb der Pumpe befindlichen über 35" langen Gefäßbarometer, welches mit dem oberen Ende seiner Röhre mit dem Recipienten in nur für beide offene Verbindung gesetzt werden kann. Bei fortgesetzten Pumpenzügen steigt das Quecksilber endlich bis auf 26" bis 27", . . . jedoch ohne die ganze Höhe des Quecksilberstandes im gewöhnlichen Barometer zu erreichen. Je länger die Röhre über 27" ist, um so mehr wird das Uebersteigen des Quecksilbers in die Pumpe verhindert. Eine dritte Barometerprobe ist die SMEATONSche; sie besteht aus einem Heberbarometer, auf vorhin bemerkte Weise mit der Pumpe verbunden, dessen kürzerer Schenkel länger wie gewöhnlich und entweder zugeschmolzen oder sehr lang (für vierfache Verdichtung schon 84") ist. b) Die Birnprobe (engl. Peargage) von SMEATON erfunden und zuerst angewendet. Sie besteht aus einer kurzen cylindrischen, calibrirten, oben zugeschmolzenen, mit Quecksilber gefüllten Glasröhre (deren Durchmesser nicht über 0,5" betragen darf), die nach unten birnförmig erweitert, mit ihrem unteren offenen Ende über ein Glas mit Quecksilber schwebt, und mit einer Scale versehen ist. Nachdem die Verdünnung durch Auspumpen eine Zeit hindurch fortgesetzt, mithin auch die Luft in der Röhre ebenmässig verdünnt worden, drückt man die Birn in das Gefäß mit dem ausgekochten reinen Quecksilber (mittelst einer im Recipienten angebrachten Vorrichtung) und

läßt jetzt allmählig die äussere Luft in den Recipienten treten. Diese wird die etwa vorhandenen Dünste niederschlagen und das Quecksilber in die Röhre so weit hinauf treiben, bis die oben in der Röhre übrig bleibende Luft, der äusseren an Dichtigkeit gleich kommt; und dadurch die Möglichkeit gewähren: zu messen, wie viel z. B. Tausendtheile derjenigen Luft in der Birnprobe sind, welche sich vor dem Versuche in grösserer Menge darin befand. Vergl. SCHMIDT: über die Mittel die Trüglichkeit der Birnprobe zu vermeiden, in GRENS neuem Journ. d. Phys. III. 2. S. 150.

8) Um Verdichtungen der Luft zu messen, kann theils eine sehr lange TORRICELLISCHE Röhre, theils der von CUTHBERSON (GILBERTS Annal. XXX. Bd. 3. S. 285) angegebene Verdichtungsmesser dienen, d. i. eine gebogene doppelt heberförmige Röhre, deren kürzerer Schenkel nochmals umgebogen senkrecht in die Höhe steigt, in welchem Quecksilber die Luft sperrt, und dessen Scale anzeigt, wie viel mal die Luft im Inneren des Recipienten verdichtet ist. LESLIE (a. a. O. S. 260) hat neuerlichst ein eigenthümliches noch näher zu prüfendes Verfahren angegeben, die Dichtigkeiten oder specifischen Gewichte elastischer Flüssigkeiten zu bestimmen; welches vielleicht auch bei geringen Verdichtungen der Luft mittelst der Pumpe, anzuwenden wäret. Eine Blase voll Gas, stehe mittelst einer Röhre und eines Hahns von sehr feiner Durchbohrung mit einer Glocke voll Wasser in Verbindung, die sich auf einer sehr weiten pneumatischen Wanne befinde. Oeffnet man den Hahn, so strömt das Gas aus der Blase in den Recipienten; man bemerkt für jedes Gas die Zeit, welche erfor-

dert wird, bis das Wasser in der Glocke bis zu einem gegebenen Punkte herabgesunken ist. Die specifischen Gewichte der verschiedenen Gase, werden sich verhalten wie die Quadrate der dazu nöthigen Zeiten. — Mit diesen Methoden vergl. man §. 78. N. 10 etc.

9) Mit der Luftpumpe anzustellende Versuche.

- I. Zur Erläuterung früherer Untersuchungen: a) zur Lehre von der Porosität und von den umschwebenden Atmosphären der Körper (vergl. §. 24. N. 68. N. 2. b. §. 71. N. 5. §. 72. N. 2: Holz welches durch angehängtes Blei im Wasser zum Sinken gebracht ist, Metalle, Steine, Eier u. s. w. unter Wasser, entwickeln in der GUERIKESCHEN Leere eine Menge von Luftblasen; Wasser oder Quecksilber werden durch den äussern Luftdruck durch nicht zu dickes Holz getrieben, wenn dieses einen Recipienten schließt, dessen Luftgehalt gehörig verdünnt wurde. b) zu §. 32. N. 2.: in tropfbaren Flüssigkeiten gelöste oder mit weichen Massen verbundene Luftarten, entwickeln sich auch in der Leere in Gestalt zahlreicher kleiner Bläschen; vorzüglich zeigen dieses Milch, Bier, Seifenwasser, Champagner Wein, Sauerteig. c) zur Lehre von der oscillirenden Bewegung oder vom Schall (§. 46. N. 2.): der Klang einer Glocke die in der GUERIKESCHEN Leere steht, wird nicht mehr gehört; der Schall eines Schlagwerks z. B. einer Repetiruhr verschwindet endlich fast ganz. d) zur Lehre vom Falle (§. 48. N. 3.) ein Goldstück und eine Pflaumfeder fallen in der Leere zugleich nieder. e) zur Lehre vom Pendel und

vom Luftwiderstande (überhaupt, vergl. §. 59. u. N. 15.): ein Pendel schwingt in der Leere gleichmässiger und länger.

II. Zur Erläuterung bisheriger Untersuchungen dieses II. Cap.: a) zu §. 71. N. 3 u. §. 72. N. 3.: die Abtröpfung erfolgt schneller in der Leere als in der gewöhnlichen Luft und Tropfenbildung findet bei vielen veränderlich elastischen Flüssigkeiten in der Leere gar nicht statt; sondern es wird vielmehr darin (nur mässig erwärmtes) Wasser zum Sieden gebracht, dasselbe erfolgt bei Naptha und Weingeist. Kaltes Wasser wird unter gleichen Umständen in vollkommen durchsichtigen Dampf gewandelt; hinzugelassene äussere Luft schlägt den Dampf zu Dunst nieder und bringt ihn endlich zur Tropfengestalt zurück. b) von Luft entleertes Holz sinkt im Wasser unter. c) Fallen und Steigen des Quecksilbers in der Barometerhöhe, bei den Barometerproben und bei der Birnprobe, nach Massgabe der Luftverdünnung oder Zulassung der äusseren Luft. d) Befindet sich zwischen dem inneren mehr elastischen und dem äusseren minder elastischen Flüssigem: ein liquider Körper z. B. Wasser, so wird er herausgetrieben; hieher gehören der Heronsball (Pila Heronis, nach HERON von Alexandrien benannt) der auch unter dem Recipienten der Luftpumpe springt, der Heronsbrunnen (Fons Heron.), die magische Tonne; über eine Anwendung dieser Einrichtung bei Grubenbergwerken, dargestellt in der HÖLLSchen Maschine in Amalienschacht zu Schemnitz zur Förderung der Grubenwasser, vergl. NIC. PODA: Beschreibung der bei dem Bergbau zu Schemnitz in Niederrungarn errichteten Maschinen.

Prag 1771. 8. e) ist im vorigen Falle statt des Liquiden ein fester Körper gegeben, so wird er herausgeworfen: der genau passende aber kurze Stöpsel eines weiten Metall (oder starken Glas-) Cylinders, wird unter dem Recipienten gestellt, bei gehöriger Verdünnung der umgebenden Luft, herausgetrieben; dasselbe erfolgt, wenn die innere Luft des Cylinders stark comprimirt war, in der gewöhnlichen atmosphärischen Luft, hieher gehört die Windbüchse. f) eine dünne über einen Metallcylinder gespannte Kalbs- oder Schweinsblase, wird durch den äusseren Luftdruck mit starken Knall zersprengt (aufliegendes Wasser wird durchgetrieben); eben so wird eine Glasplatte zersprengt. g) der Recipient steht nach vorgenommener Auspumpung unbeweglich fest. h) zwei magdeburgische Halbkugeln von Messing von etwa 3—4 Zoll Durchmesser von Luft entleert hängen stark zusammen. i) eine schlaffe, fest gebundene Blase, die noch etwas atmosphärische Luft enthält, schwellt auf, in dem Maas wie umher (unter dem Recipienten) die Luft verdünnt wird. k) CARTESIANISCHEN Täucherchen, welche an freier Luft im Wasser sinken, schwimmen bei verdünnter Luft. l) aus einem im Wasser stehenden Gefässe mit enger Mündung, tritt die Luft beim Auspumpen hervor, und die äussere hinzugelassene Luft, drückt darauf das Wasser in das Gefäss hinein.

III. Zur Erläuterung noch folgender Untersuchungen.

a) Ein mit Quecksilber gefüllter Heber, dessen höchster Punct höchstens 2 Zoll über dem Quecksilberspiegel steht, hört auf zu laufen, wenn die Luft so weit verdünnt ist, dafs sie keine Quecksilbersäule

von dieser Höhe mehr tragen kann. b) bei der Umwandlung des Wassers in Dampf (vergl. B, a oben) erzeugt sich Kälte, und bei der Niederschlagung des Dampfes Wärme, wie dieses ein empfindliches Luftthermometer nachweist. Es sind diese Thermometerveränderungen den Veränderungen der Dichtigkeit der Luft proportional; wird ein vollkommen luftleerer Raum (z. B. die TORRICELLISCHE Leere) plötzlich vergrößert oder verkleinert, so erfolgt nach GAY-LUSSAC (vergl. GILBERT a. a. O. XXX. 3. S. 259) gar keine Temperaturveränderung. Nach demselben Beobachter, entstehen unter ganz gleichen Umständen, durch Veränderung des Volums der Gase, desto grössere Temperaturveränderungen, je kleiner das spezifische Gewicht des Gases ist. Sie sind geringer beim kohlen-sauren Gase als beim Sauerstoffgas; bei diesem geringer als in der atmosphärischen Luft, und am größten beim Wasserstoffgase. Setzt man nach G. L. zwei rings umschlossene Räume, deren einer leer, der andere mit einem Gase gefüllt ist, mit einander in Verbindung so sind die Temperaturveränderungen, welche in beiden entstehen, der Grösse nach gleich (Vergl. a. a. O. S. 266). c) ein unter dem Recipientes befindliches Thermometer, nimmt nach DE LUC (Neue Ideen über Meteorologie Bd. I. S. 115) an der äusseren Veränderungen der Temperatur Antheil. Die Fortpflanzung der Wärme durch die Leere, haben auch die Beobachtungen eines BAUME, PICTET und RUMFORD bestätigt. d) der electriche Funke verbreitet sich in der G. Leere schneller und stärker, und erscheint gewöhnlich mit einem röthlichen

oder rothen Lichte. Hieher gehört auch das Leuchten des Quecksilbers in der TORRICELLISCHEN Leere. e) nach v. HUMBOLDT und RITTER isolirt der leere Raum die GALVANISCHE Thätigkeit und nach DAVY (GILBERT a. a. O. VIII. 1. S. 6) hört darin alle Wirkung der GALV. Säule auf. f) eine brennende Kerze verlischt in der G. Leere; und g) warmblütige Thiere sterben schnell in der verdünnten Luft.

10) Zusammen gedrückte Luft widersteht endlich jeder andringenden Kraftäusserung, welche den Druck zu vergrößern strebt. Beispiele gewähren: wohlgeölte Stempel, die man in den am entgegengesetzten Ende verschlossenen Pumpenstiefel schiebt, der CARTESIANISCHE Taucher, das Springen der Windbüchsen bei zu weit getriebener Einpumpung, die sogenannten Bällerbüchsen (ein Spielgeräth der Kinder vorzüglich im nord-östlichen Deutschland), die Wirkung des Knallpulvers, des eingeschlossenen oder in grossen Massen angehäuften Schiefspulvers, die Explosionen des Knallgolds, Knallquecksilbers, Knallsilbers, der oxydirt salzsauren Alcalin mit Inflammabilien, des salpersauren Silbers mit Phosphor und alle detonirenden Gemische; der Gebrauch der Handspritzen, die Feuerspritzen und der Nutzen des Windkessels, die gewöhnliche Compressionspumpe, der Heronsball mit verdichteter Luft etc. Auch die veränderlich elastischen Flüssigkeiten, widerstehn dem ferneren Drucke, wenn sie in einer gehörig hohen Temperatur erhalten werden, bis auf einen gewissen Grad; z. B. CHAPTALS Dampfbleiche, die Einrichtung der Dampfmaschine, die Einrichtung und Wirkung des PAPIANISCHEN Topfes (VAN MARUMS Verbesserung des-

selben, Knochenbouillon) etc.; die heissen Quellen auf Island (so wie vielleicht die meisten) scheinen hingegen zu zeigen, daß bei unverhältnismässig grossem Drucke, auch der vollkommenste Wasserdampf tropfbar wird, woraus zum Theil die hohe Temperatur dieser Quellen abzuleiten ist.

11) Werden hingegen gasförmige Flüssigkeiten mit Körpern zusammengedrückt, zu welchen sie (durch den Druck) vermöge der innigeren Berührung und grösseren Massenanhäufung wachsende) chemische Anziehung besitzen, so wird die Luftform überwunden, und durch die eintretende Verbindung aufgehoben. Hieher gehören verschiedene Operationen der Alchemisten, sonst undurchdringliche und unlösliche feste Körper mit dampfförmigen, in hermetisch versiegelten (zugeschmolzenen) Gefässen zu mischen; ferner: die Einrichtung und Wirkung der pneumatischen Feuerzeuge (vergl. GILBERTS Annal. XVIII, 240 u. 407; ebendas. XXV, 118 u. XXX, 268 ff.); BIOTS Wassererzeugungsversuch durch Compression des Sauer- und Wasserstoffgases; NORTHMORE'S Versuche etc. (vergl. GILBERT a. a. O. S. 283 ff.). Oftmals ist auch die chemische Anziehung allein hinreichend die Luftform aufzuheben; dahin gehören alle Oxydationen in Sauerstoffreichen Luftarten, die merkwürdigen Verschluckungen der meisten elastischen Flüssigkeiten durch frisch ausgeklühte Holzkohle. Wärme (z. B. das Anschwellen der lufthaltigen fest zugebundene Blasen in der Nähe eines heissen Ofens) und Electricität erhöhen hingegen die Ausdehnung und Elasticität elastisch-flüssiger Materien. Hierüber in der Folge genauere Untersuchungen.

12) Das specifisch leichtere Gase oder Dämpfe in schwereren aufsteigen, und selbst Körper mit in die Höhe nehmen können, die für sich schwerer als das tragende Fluidum sind, wenn sie mit ihnen in dem Maasse verbunden werden, daß die mittlere Dichtigkeit beider vereint geringer ist, als die Dichtigkeit der tragenden Flüssigkeit, folgt schon aus §. 72. N. 1, 2, 5. §. 77. §. 78. N. 11. §. 80 u. 81. Hieher gehören ausser den schon in den cit. Stellen angeführten Erscheinungen, die Einrichtungen und das Steigen der Aerostaten, welche Luftballons heissen, wenn sie eine abgerundete Gestalt haben. Versuche hierüber mit einem kleinen Ballon; nähere Beschreibung ihrer Verfertigung und Zurichtung, Vorsichtsregeln beim Füllen, beim Aufsteigen, Sinken, willkührliche Bewegungen in höheren Regionen; über ROZIERs und d'ARLANDES (den 21. Nov. 1783). CHARLES, BLANCHARDS, ROBERTSONs, JUNGNITZ's, GAY-LUSACS und des kühnen ZAMBECCARI's, u. m. a. Luftreisen; über den Nutzen des von BLANCHARD 1787 erfundenen Fallschirms (§. 40. N. 4.) etc. mündlich.

13) Schon in C. SCHOTTs Werken findet man Vorschläge zum Luftballon und zu der Kunst in der Luft zu schiffen (vergl. dessen *Magia hydrostatica* Lib. V.); ausserdem haben darüber MENDOZA, ALBERTUS SAXONIUS und der Pater FRANZ LANA (*prodromo dell' arte maestra*. Brescia 1670. Fol.), vor der Erfindung der Gebrüder STEPHAN und JOSEPH MONTGOLFIER (Papierfabrikanten zu Annonoy in Vivarois) geschrieben. LANA schlug eine grosse dünnblechige kupferne Kugel zum Ballon vor, sein Vorschlag war unausführbar; die beiden MONTGOLFIER stellten endlich 1782 im August den ersten Luftbal-

lon, eine sogenannte MONTGOLFIERE dar. Er hatte unten eine Oeffnung, unter welcher ein blechernes Kohlbecken mit brennendem Stroh, geöltem Papier etc. hing, wodurch die Luft des Ballons erwärmt und hinreichend ausgedehnt wurde, um den ganzen Apparat in die Höhe zu schnellen. CHARLES zu Paris und die Gebrüder ROBERT füllten 1783 zuerst, vollkommen verschließbare Luftballons (von Taffent mit Firnis aus elastischen Harz überzogen) mit brennbarer Luft (Wasserstoffgas). Das beste Wasserstoffgas zu diesen Füllungen, ist das aus dem (über glühendes Eisen geleiteten) Wasserdampfe gewonnene, und wirklich machte man vor 15 Jahren in Frankreich im Grossen von dieser Art des Wasserstoffgases zu obigem Zwecke Gebrauch. Das gewöhnlich angewendete, mittelst Eisen oder Zink und verdünnter Schwefel- oder Salzsäure entwickelte Wasserstoffgas, muß vor dem Füllen gehörig von anhängenden sauren, den Ballon zerfressenden Theilen durch Waschen befreiet werden; und die Füllung darf bei vorzunehmenden Luftreisen nie vollkommen statt finden, sondern es muß vielmehr der noch etwas schlaffe Ballon eine beträchtliche Höhe zu steigen im Stande seyn, damit in den sehr dünnen Luftschichten der höheren Regionen der Ballon nicht zerresse; in dem bei vermindertem Luftdruck, das innere Gas sich mit dem äusseren Luftdrucke ins Gleichgewicht zu stellen strebt. Vergl. TIB. CAVALLO: Geschichte der Aerostatik. Aus d. Engl. übers. Leipz. 1786.

§. 86.

XIV. Vers. Eine an beiden Enden offene, von der Art wie im IX. Vers. §. 76 angewendete

gebogene gläserne Röhre, werde mit Wasser gefüllt, mit den Fingern an beiden Mündungen verschlossen und so mit dem kürzeren Schenkel in eine Schaaale mit Wasser gebracht; entfernt man jetzt die Finger, so wird das Wasser so lange in den kürzeren Schenkel hinaufsteigen und aus dem längeren herausfliessen, als noch die Mündung des ersteren Schenkels in das Wasser der Schaaale taucht. Man nennt eine solche Vorrichtung einen Heber (Sypho), und statt die Röhre durch Eingiessen zu füllen, kann man ihn durch Saugen zum Fliessen bringen, nämlich wenn man den kürzeren Schenkel der leeren (lufthaltigen) Röhre ins Wasser taucht, und nun an der Mündung des längeren Schenkels die Luft der Röhre einsaugt. Der auf die Wasserfläche der Schaaale wirkende Luftdruck, wird das Wasser in die Röhre treiben, und da hier wie zuvor die Luft auf einerlei tropfbare Flüssigkeit ungleich drückt, indem die grössere Flüssigkeitssäule des längeren Schenkels den bei ihrer Mündung gegen sie gerichteten Luftdruck leichter aufhebt, als die kleinere Flüssigkeitssäule des kürzeren eingetauchten Schenkels (deren Höhe nur von dem Wasserspiegel an zu rechnen ist); so wird die tropfbare Flüssigkeit nach dem längeren Schenkel, als nach derjenigen Gegend hin fliessen, wo sie geringeren Luftdruck erleidet.

1) Ist der kürzere Schenkel dieses gemeinen Hebers mit einer specifisch-schwereren Flüssigkeit, der längere mit einer specifisch leichteren gefüllt, und ist das Verhältniß des specifischen Gewichts der ersteren Flüssigkeit zu der letzteren grösser, als das Verhältniß der senkrechten Höhe von dem längeren zu der des kürzeren Schenkels: so wird, wenn beide Mündungen geöffnet werden, der Ausfluß nicht aus dem längeren sondern aus dem kürzeren Schenkel Statt finden. Gießt man in obigem Versuch statt des Wassers Quecksilber, also eine specifisch schwerere Flüssigkeit in die Schaale, während der mit Wasser gefüllte Heber mit seinen kürzeren Schenkel eintaucht, so wird das Wasser aus dem längeren Schenkel zu fließen aufhören, sobald der senkrechte Druck der in dem kürzeren Schenkel hinaufgestiegenen Quecksilberwassersäule zusammen, dem Drucke der leichteren Wassersäule des längeren Schenkels gleich ist. Eben so hört auch der Heber zu fließen auf, wenn beide Schenkel, vom Wasserspiegel des eintauchenden gerechnet, gleich lang sind; oder wenn sich der kürzere Schenkel ausserhalb der Schaale befindet; oder endlich wenn der eintauchende kürzere Schenkel länger ist, als die Höhe, bei welcher die durch den Heber zum Fließen zu bringende Flüssigkeit in der TORICELLISCHEN Röhre durch den Luftdruck erhalten werden könnte.

2) Sind beide Schenkel des Hebers gleich lang, und taucht der eine in das Wasser der Schaale, so wird dieser Schenkel dadurch respective um so viel verkürzt, als er tief eintaucht, und der Heber fließt auf gewöhnliche Weise. Man nennt einen solchen Heber, den WIRTEMBERGISCHEN; weil ein Bürger

zu Stuttgart, JOH. JORDAN an ihm zuerst bemerkte, daß er Wasser aus einem Gefässe ins andere hin und wieder leiten könne, je nachdem der eine Wasserspiegel höher als der andere liegt. Vergl. SALOMON REISEL Siphon Wirtembergicus per majora experimenta firmatus. Stuttgart. 1690. 4. Auch brauchen die Schenkel gerade nicht rechtwinklig gebogen zu seyn, sondern es kann vielmehr das horizontal laufende Rohr zwischen beiden Schenkeln ganz wegfallen, und beide können divergirend auseinander gehen und so einen stumpfen Winkel einschliessen. — Ist bei dem Wirtembergischen Heber die Einrichtung getroffen, daß mehrere Schenkel einen mittleren umgeben, mit dem sie alle Gemeinschaft haben, so nennt man dieses die *fraterna caritas*; und ist bei irgend einem fließenden Heber, die Mündung des ausfließenden Schenkels aufwärts gebogen, so entsteht ein hydrostatischer Springbrunnen.

3) Hieher gehören noch: die Wirkung einiger natürlichen Brunnen und Landseen, die sich von Wasser entleeren, wenn es darin bis zu einer gewissen Höhe gestiegen ist. Vergl. MUSCHENBROEK a. a. O. T. II. §. 2100; die Einrichtung und Wirkung von SIEGLINGS pharmaceutischen Heber; vergl. TROMMSDORFFS Journ. der Pharmacie. VI. I. 3, des künstlichen Tantalus, Vexierbechers, des Diabetes und des KIRCHERSchen Hebers, vergl. MUSCHENBROEK a. a. O. und WOLFFS nützliche Vers. Th. III. S. 576 §. 126. — PORTA's Vorschlag, durch Heber das Wasser über Berge zu führen (*Pneumaticor.* III. c. 1.), wozu sich der Stoffsheber besser qualificirt. Die Einrichtung des VAN MARUMSchen Gasometers, vergl. GRENS Journal d. Phys.

V. 154 etc.; die Wirkung des unterbrochenen Hebers, KIRCHERS Brunnen etc. vergl. oben.

E) *Vom Verhältniß flüssiger und fester Körper im Zustande der Bewegung mit einander verbunden; oder von der Hydrodynamik.*

§. 87.

Jeder feste Körper der sich in einem flüssigen bewegt, und jeder tropfbare der sich in einem elastischflüssigen Medio fortbewegt, muß a) den Zusammenhang der Theile des Mediums trennen, b) dieselben zur Seite schieben, c) die Reibung überwinden, und d) ihnen dadurch eine grosse Geschwindigkeit ertheilen; wodurch seine Bewegung geschwächt und endlich ganz aufgehoben wird, wenn er nicht von aussen her immer neuen Zusatz von Bewegungskraft erhält. Vergl. §. 39 ff. Je stärker daher jener Zusammenhang, je grösser die Dichtigkeit des Mediums, je häufiger die Reibung, und je ausgedehnter die Flächengestalt des fortbewegten Körpers ist, um so grösser wird die Gegenwirkung des Mediums seyn, und um so eher wird der Körper zur Ruhe kommen. Ferner in dem Maasse wie die ertheilte Geschwindigkeit des bewegten Körpers zunimmt, wächst auch der Widerstand von Seiten des Mediums; indem in derselben Zeit eine grössere Menge von Massentheilen aus dem Wege geräumt und ihnen dabei eine grössere Geschwindigkeit ertheilt wird. Der Widerstand nimmt da-

her im Verhältniß des Quadrates der Geschwindigkeit zu,

1) Ein Pendel, welches mit der breiten Seite der Linse gegen die Luft schwingt, kommt eher zur Ruhe, als wenn es mit dem scharfen Theil der Linse die Luft durchschneidet. Es schwingt längere Zeit in der GUERIKESchen Leere (vergl. oben) als in der gewöhnlichen Luft, und in dieser länger als im Weingeist, und in diesem längere Zeit als im Wasser etc. Schnellsegelnde Schiffe haben eine vorn mehr zugeschärfte Gestalt; der vorwärts gestreckte mit dem Schnabel sich endende Kopf der Vögel, erleichtert ihren Flug; die Lage der Fische im Wasser ihr Fortschwimmen; der Nutzen der Fallschirme etc.

2) Auch der specifisch schwere Körper kann im Wasser, in der Luft etc. schwimmen (natara, nager) wenn er durch Geschwindigkeit im gleichmässigen Schlagen gegen die Wasser- oder Luftsäulen, den Widerstand derselben gehörig erhöht. So schwimmen die Vögel in der Luft, dadurch, daß sie mit ihren Flügeln die Luftsäulen schneller schlagen als diese auszuweichen im Stande sind. (Ueber den Widerstand, welchen die Flügel der Vögel in der Luft bilden, von J. J. PRECHTL in GILBERTS Annal. XXX. 3. S. 302 ff.) Nutzen der Schwanzfedern der Vögel, des Steuerruders der Schiffe etc. Daß die vierfüßigen Thiere leichter schwimmen als der Mensch, hat hauptsächlich in der Stellung ihres Kopfes und dem Ligamento nuchae seinen Grund, indem sie nicht gezwungen sind, einen Theil ihrer Muskelkraft darauf zu verwenden; den Kopf aus dem Wasser hervorragen zu machen (Vergl. BAZIN in Hamburg. Magaz. I. S. 327).

3) Ueber die Versuche der Menschen sich durch Flügel oder Flugmaschinen in der Luft zu erheben, und über DEGENS Flugmaschine (vergl. GILBERTS Annal. XXX. 3. S. 320 ff. u. 327 ff.) mündlich.

§. 88.

Bewegt sich eine Flüssigkeit gegen einen ruhenden festen Körper, oder eine elastische Flüssigkeit gegen einen tropfbaren Körper, so wird die Wirkung des Stosses wie in den vorhin berührten Fällen, theils von der Dichtigkeit, theils von der Grösse der gestossenen Fläche und von der Geschwindigkeit, theils von der Richtung abhängen. Sind beide Körper in Bewegung, so wird die Stärke der Bewegung im Ganzen genommen, zwar grösser seyn, aber die Art derselben wird vorzüglich von der Gleichartigkeit oder Verschiedenheit ihrer Bewegungsrichtungen bestimmt werden.

1) Rücksichtlich des ersteren Falls gehören hieher die Wirkungen der Ströme, Winde, des Schwellwassers; die Einrichtungen der Seegel, der Wind- und Wassermühlen. Rücksichtlich des zweiten Falls, das Seegeln mit und gegen den Strom, mit und gegen den Wind, das Laviren; das Ziehen der Wolken etc.

2) Merkwürdig ist es übrigens, das feste rauhe Körper z. B. Feilen, gegen weiche bewegt nach und nach noch glatter (stumpfer) werden, während sie gegen harte Körper (durch stets erneuerte Risse) rauh (scharf) bleiben.