

wolte: so würde die grosse noch einmal so lange warm bleiben, als die kleine. Denn gesetzt, es würde die kleine in einer Stunde kalt: so solte die grosse, welche 8 mal so viel Feuer in sich begreift erst in 8 Stunden kalt werden. Weil aber die Oberfläche der grossen Kugel 4 mal grösser ist als die Oberfläche der kleinen: so verliert die grössere in jedem Augenblicke 4 mal mehr Wärme als die kleine (§. 189. 245.). Derowegen muß sie in dem 4ten Theile von 8 Stunden, das ist, binnen 2 Stunden kalt werden. Solchergestalt verhält sich die Zeit, in welcher die kleine Kugel ihre Wärme verliert, zu der Zeit, in welchen die grössere derselben beraubt wird, wie 1 zu 2. Da sich nun der Diameter der einen Kugel zu dem Diameter der andern gleichfalls verhält, wie 1 zu 2: so verhalten sich die Zeiten der Erkältung wie die Diameter.

Das 7. Capitel,

Von der Luft.

§. 281.

Die Luft
ist ein
flüssiger
Cörper.

Man bewege in einem Raume, wo nichts vorhanden zu seyn scheint, die Hand gegen das Gesicht, doch so, daß die Hand das Gesichte nicht berührt: so wird man fühlen, daß etwas an das Gesichte anstößt. Niemand

mand zweifelt, daß dieses die Luft sey. Wie wolte aber die Luft an das Gesichte anstossen, wenn sie nicht ein Körper wäre? Diesen Körper kan man nicht sehen. Er muß also aus sehr subtilen Theilgen bestehen. Und weil man die Hand so frey durch die Luft bewegen kan: so müssen ihre Theilgen nicht merklich unter einander zusammenhängen. Wenn nun ein Körper, der aus subtilen Theilgen besteht, die nicht merklich unter einander zusammenhängen, ein flüssiger Körper ist: so gehört auch die Luft in die Zahl der flüssigen Körper.

§. 282. Die Luft hat man erst im vorigen Jahrhundert besser kennen lernen, nachdem man angefangen Experimente anzustellen, und dadurch die Natur zu zwingen, dasjenige zu zeigen, was sie sonst vor unsern Augen zu verbergen gewohnt ist. Allein, was ist es, das man durch so viele, ja ich möchte sagen unzählliche Versuche entdeckt hat? Zwey Eigenschaften der Luft sind dadurch auffer Zweifel gesetzt worden. Wir wissen nunmehr, daß die Luft schwer und elastisch ist,

§. 283. Die Luft kan vermöge ihrer Schwere und Elasticität solche Wirkungen hervorbringen, dergleichen man von ihr nimmermehr vermuthen würde. Es lassen sich aber dieselben nicht besser, als vermittelst der Luftpumpe zeigen. Dieses nützliche Instrument

Von der
Erfindung der
Luftpumpe.

ist

ist von einem Magdeburgischen Bürgermei-
 ster, Namens Otto von Guericke, erfun-
 den worden; und er hat seine Erfindung in
 einem Buche, unter dem Titel: Experimen-
 ta nova Magdeburgica, bekannt gemacht.
 Daher findet man, daß einige Franzosen sei-
 nen Namen mit der Stadt Magdeburg ver-
 wechseln, und die Erfindung der Luftpumpe
 dem Monsieur de Magdebourg zuschreiben.
 Diejenigen welche sich fest vorgesetzt haben,
 alle Erfindungen der Deutschen verdächtig
 zu machen, wollen behaupten, es sey Boyle
 der Erfinder der Luftpumpe. Allein, wenn
 wir uns nicht mehr um die Erfindung als um
 den Erfinder bekümmern wollen: so ließe
 sich leicht zeigen, daß dieses ungegründet sey.
 Boyle hat weiter nichts gethan, als daß er
 die Luftpumpe des Guericke's in einigen
 Stücken verbessert. Man eignet demnach
 jenem mit Unrecht zu, was diesem von Rechts
 wegen gehört. Ich will also nur kürzlich
 erzehlen, wie Guericke auf diesen Einfall ge-
 kommen. Weil man damals Wörter und
 Sachen nicht sonderlich von einander zu un-
 terscheiden gewohnt war, so behaupteten alle
 Gelehrte, die Natur hätte einen Abscheu vor
 dem leeren Raume, und sie wolte lieber, wer
 weiß was, leiden, als zugeben, daß ein leerer
 Raum in der Welt entstehen sollte. Gueri-
 cke wolte dieses nicht in den Kopf. Er dachte
 demnach darauf, wie er einen leeren Raum
 zurege

zumwege bringen möchte, und dadurch gerieth er nach einigen vergeblichen Versuchen auf die Erfindung der Luftpumpe, welche nachgehends in verschiedenen Stücken verbessert, und zum Gebrauche bequemer gemacht worden ist. Unser Vorhaben leidet es nicht, ihre Structur so genau zu beschreiben, wie dieselbe einem Künstler, der sie verfertigen soll, bekannt seyn muß; sondern wir wollen nur so viel davon betrachten, als unser gegenwärtiger Zweck erfordert. Die Luftpumpe ist von einer Messingenen Spritze gar wenig unterschieden. Denn AB ist ein hohler messingener Cylinder, in welchem sich der Stempel, DE, welcher aus ledernen Scheiben besteht, auf und nieder bewegen läßt. Es ist zu dem Ende an diesem Stempel eine eiserne Stange AD befestigt, welche mit Zähnen versehen ist, damit sie sich durch Hülfe des Stirnrades und Kreuzes aus- und einwinden läßt. In I befindet sich der Hahn; dieser hat eine doppelte Eröffnung, deren eine gerade durchgeht, daß der Cylinder AB mit der Röhre H. K. Gemeinschaft hat, die andere aber geht schief durch den Hahn durch, und endigt sich oben in l; durch dieselbe kan die Luft aus I in den Cylinder herüber kommen. Endlich wird an die Röhre HK ein messingener Zeller PQ angeschraubt, auf welchen man ein nasses Leder legt, und die gläserne Glocken, aus welchen man die Luft pumpet, darauf setzet. Sonst
hat

Tab. V.
Fig. 60.

Tab. V.
Fig. 60.

hat man auch Luftpumpen mit 2. Cylindern, bey welchen das Auspumpen der Luft, wie leicht zu erachten, noch einmal so geschwinde geschiehet.

Die Luft läßt sich zusammendrücken.

§. 284. Wenn man den Cylinder AB voll Luft zieht, und den Hahn dergestalt verschließet, daß die Luft nicht aus dem Cylinder herauskommen kan; so läßt sich dem ohngeachtet der Stempel DE ziemlich weit in den Cylinder hinunter treiben. Wenn der Cylinder AB voll Luft ist, und der Stempel DE wird hinunter getrieben: so muß die in dem Cylinder befindliche Luft in einen engeren Raum gebracht werden; wenn sich nun aber die einem Körper eigenthümliche Materie in einen engeren Raum bringen läßt; so läßt sich der Körper zusammendrücken. Es erhellet also hieraus, daß sich die Luft zusammen drücken lasse. Eben dieses sieht man an einer aufgeblasenen Blase.

Die Luft ist elastisch.

§. 285. Wenn man aufhöret die Luft zusammen zu drücken; so wird sich der Stempel DE von selbst wieder in die Höhe bewegen. Da er nun von der Luft in die Höhe getrieben wird; so muß die Luft, nachdem sie zusammen gedrückt worden, sich von selbst wieder ausdehnen, wenn die Kraft weggenommen wird, welche sie zusammengedrückt hat. Ein Körper, welcher sich zusammendrücken läßt und sich von selbst wieder ausdehnet, wenn man aufhöret, ihn zusammen

zu drücken, ist elastisch; dergleichen Eigenschaft wir bey einem gekrümmten Degen wahrnehmen. Es gehöret also die Luft unter die elastischen Körper.

§. 286 Man nehme eine gläserne Röhre, welche über 30. Zoll lang ist, man schmelze dieselbe in A zu, und fülle sie durch die Eröffnung C vermittelst eines kleinen Trichters mit Quecksilber. Ist dieses geschehen, so kehre man die Röhre um, daß die Eröffnung C unten zu stehen kommt; so wird etwas von dem Quecksilber herauslauffen, und es wird das Quecksilber aus A in D herunter fallen, in D aber wird es stehen bleiben, daß die Höhe des Quecksilbers DC beynähe 28. Zoll beträget. In denen Experimenten, da die Höhe des Quecksilbers grösser gewesen ist, hat man auf die anziehende Kraft des Glases zu sehen, welche verursacht, daß das Quecksilber daran hängen bleibt, daher es auch herunter fällt, wenn man die Röhre erschüttert, und nur in der Höhe von 28. Zollen stehen bleibt. Das Quecksilber, welches in der Röhre AC 28. Zoll hoch steht, solte vermöge seiner Schwere durch die Eröffnung C heraus lauffen: da nun aber solches gleichwohl nicht geschiehet; so muß ein Körper gegen die Eröffnung der Röhre C so stark drücken, als das Quecksilber DC durch seine Schwere niederwärts drückt. Kein Körper ist vorhanden, welcher gegen die Eröffnung der Röhre C drücken könnte,

Die Luft
ist schwer.
Tab. V.
Fig. 67.

fönte, als die Luft. Es muß also die Luft durch ihren Druck verhindern, daß das Quecksilber aus der Röhre AC nicht heraus fällt. Dieses Instrument, worinnen das Quecksilber durch den Druck der Luft erhalten wird, hat im vorigen Jahrhunderte Torricellius, ein Italiäner, welcher ein Schüler des Galiläi Mathematici des Groß-Herzogs zu Florenz war, erfunden, daher es auch von ihm die Torricellianische Röhre aus einer andern Ansicht aber ein Barometer genannt wird. Man nehme dergleichen Torricellianische Röhre, und steige auf einen hohen Berg hinauf: so wird man finden, daß das Quecksilber immer weiter von dem Puncte D herunter fällt, je näher man zu der Spitze des Berges kömmt. Viel Quecksilber zu erhalten, wird eine grössere Kraft erfordert, als wenn die Schwere von einer geringern Menge Quecksilbers soll getragen werden. Da nun das Quecksilber in der Torricellianische Röhre höher steht im Thale, als auf dem Berge; so muß die Luft auf dem Berge, keine so grosse Kraft zu drücken besitzen, als die im Thale, und demnach drückt die Luft einen Körper desto stärker, je höher sie über demselben steht. Die Kraft, mit welcher eine flüssige Materie drückt, und die mit ihrer Höhe ab und zunimmt, ist ihre Schwere. Es erhellet also hieraus, daß auch die Luft schwer seyn müsse. Ohngeachtet man bisweilen findet,

daß

Daß das Quecksilber viel höher als 28. Zoll in der Torricellianischen Röhre stehen bleibt: so kommt es doch bloß daher, weil es sich an die Röhre anhänget. Daher bleibt es dabei, daß die Luft nicht schwerer ist als 28. Zoll Quecksilber.

§ 287. Weil die Luft schwer ist (§. 286.): Die so muß die untere von der obern gedrückt wer- Dichtig- den. Nun läßt sich die Luft zusammen drücken, keit der also muß auch die untere Luft von der über ihr Luft nimm- stehenden zusammen gedrückt werden (§. 284.). in der Weil aber die Schwere der Luft mit ihrer Hö- Höhe ab- he ab und zunimmt, so muß die Luft desto stär- ker zusammen gedrückt seyn, je näher sie dem Erdboden ist. Da wir nun einen Körper dichte nennen, wenn seine Theile nahe beysammen sind; so ist die untere Luft dichter, als die obere; und dieses bestätigt auch die Erfahrung. Denn auf sehr hohen Bergen, dergleichen der Pico de Teneriffa ist, ist sie so dünne, daß man kaum Athem holen kan, in Bergwerken aber und unterirdischen Höhlen wird sie desto dichter befunden, je tiefer sie sind.

§ 288. Ein elastischer Körper wendet so Die Ela- viel Mühe an sich auszudehnen, als man sticität Kraft brauchet denselben zusammen zu drü- der Luft ken (§. 68.). Da nun die untere Luft von ist ihrer der über ihr stehenden zusammengedrückt Schwere gleich- wird; so muß ihre Bemühung sich auszudeh- nen eben so groß seyn, als die Schwere der Luft,

Luft, welche über ihr stehet. Die Bemühung der Luft sich auszudehnen, ist ihre elastische Kraft; derowegen ist die Elasticität der untern Luft so groß, als die Schwere der über ihr stehenden Luft, von welcher sie zusammengedrückt wird.

Wie das
Auspumpen der
Luft geschieht.
Tab. V.
Fig. 60.

§. 289. Diesem zu Folge ist die Luft, welche uns umgiebet, in einer beständigen Bemühung sich auszudehnen. Sie muß sich demnach wirklich in einen grössern Raum ausbreiten, so bald der Widerstand gehoben worden ist. Nun können wir deutlich begreifen, wie es möglich sey, vermittelst der Luftpumpe, die Luft aus einem Gefässe auszupumpen. Man setze eine gläserne Glocke auf das nasse Leder, welches auf dem Teller der Luftpumpe liegt: so ist so wohl über der Glocke, als innerhalb derselben Luft anzutreffen. Die Luft, welche über der Glocke steht, drückt die Glocke vermöge ihrer Schwere an den Teller der Luftpumpe. Weil aber die unter der Glocke befindliche Luft mit der äussern von einerley Art ist, und die Elasticität der eingeschlossenen Luft so viel vermag, als die Schwere der äussern, so drückt die unter der gläsernen Glocke befindliche Luft die Glocke vermöge ihrer Elasticität so stark in die Höhe, als sie die äussere Luft durch ihre Schwere niederdruckt (§. 288.). Und da die einander entgegen gesetzten Kräfte, wenn sie gleich sind, einander aufheben; so ist es eben so

so viel, als wenn die Glocke gar nicht von der Luft gedruckt würde. Wenn man sie also in die Höhe heben will, so hat man nicht mehr Kraft dazu vonnöthigen, als erfordert wird, den Widerstand, welcher von der Schwere der Glocke herrühret, zu überwinden. Ganz anders aber ist es beschaffen, wenn man die Luft aus der Glocke ausgepumpt hat. Damit nun dieses geschehen könne, so stelle man den Hahn dergestalt, daß der Cylinder der Luftpumpe mit dem Teller und der darauf gesetzten Glocke Gemeinschaft habe. Alsdenn winde man den Stempel in dem Cylinder in die Höhe, so sollte zwischen dem Stempel und dem Hahne ein leerer Raum bleiben. Da sich aber die Luft unter der Glocke ausbreitet, so bald der Widerstand gehoben ist: da ferner in dem leeren Raume, welcher zwischen dem Stempel und dem Hahne entsteht, nichts vorhanden ist, das dieser Ausbreitung der Luft unter der Glocke widerstehen könnte: so muß sie sich dahin ausbreiten. Solchergestalt erfüllet die Luft, welche vorher allein unter der Glocke befindlich war, jetzt die Glocke und den Cylinder zugleich. Nachdem dieses geschehen: so muß man den Hahn dergestalt herum drehen, daß die Communication des Cylinders mit der Glocke aufgehoben wird. Treibt man nun den Stempel in dem Cylinder wieder zurück; so kan die Luft, welche aus

der Glocke in den Cylinder herübergetreten war, nicht wieder unter die Glocke getrieben werden, sondern sie muß vielmehr durch die schief gebohrte Eröffnung des Hahnes aus dem Cylinder herausgehen. Man erkennt also hieraus, wie es möglich sey, die Luft vermittelst der Luftpumpe aus einem Gefäße heraus zu bringen. Je öfter man nun dieses Aus- und Einwinden des Stempels wiederholt, desto reiner kan man ein Gefäß von der Luft bekommen.

Kein Gefäß kan ganz voll kommen von Luft ausgeleeret werden.

S. 290 Doch ist es nicht möglich, alle Luft aus einem Recipienten so herauszupumpen, daß gar keine zurück bleiben sollte. Denn gesetzt, der innere Raum des Recipienten wäre dem Cylinder der Luftpumpe am Inhalte gleich: so dehnt sich die Luft auf den ersten Zug dergestalt aus, daß diejenige, welche vorher den Recipienten allein erfüllte, iezzo den Recipienten und den Cylinder zugleich einnimmt. Solchergestalt bleibt nur die Hälfte der Luft auf den ersten Zug zurück. Weil nun auf den andern Zug wieder die Hälfte der vorigen Luft herausgehet: so bleibt nur noch $\frac{1}{4}$ übrig. Da nun ferner klar ist, daß auf den dritten Zug $\frac{1}{8}$, und auf den vierten $\frac{1}{16}$ zurück bleiben müsse: so geschiehet die Verdünnung der Luft in diesem Falle nach folgender Progression $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \frac{1}{64} + \frac{1}{128}$ u. s. w. Ein jeder sieht, daß sich diese Reihe der Brüche ohne Ende fortführen lasse, und, daß also die

die

die Luft niemals völlig ausgepumpt werde. Weil aber doch diese Brüche immer kleiner werden, je weiter die Progression fortgesetzt wird: so folgt, es könne die Luft durch wiederholtes Auspumpen so sehr verdünnet werden, daß die rückständige für nichts zu achten, und daß man alsdenn ohne Irthum annehmen könne, es sey dergleichen Recipient völlig von Luft gereinigt. Wolte man eine andere Verhältniß des Recipienten gegen den Cylinder annehmen; so würde zwar eine andere Progression dadurch entstehen, welche aber ebenfalls ohne Ende fortgehen würde. Man hat also nicht zu zweifeln, daß der Beweis allgemein sey.

§. 291. Wenn man auf diese Weise die Luft aus der gläsernen Glocke herausgepumpt hat: so wird dieselbe mit dem Teller der Luftpumpe so fest zusammenhängen, daß man sie mit der größten Gewalt nicht losreißen kan. Und wie ist es anders möglich? Die äussere Luft druckt die Glocke durch ihre Schwere beständig gegen den Teller der Luftpumpe (§. 286.). Hat man nun die inwendige Luft hinweggenommen, oder zum wenigsten durch Auspumpen ihre Elasticität geschwächt: so muß alsdenn der Druck der äussern Luft merklich werden, und ein starkes Zusammenhängen der Glocke mit dem Teller der Luftpumpe verursachen (§. 167.). Damit wir aber erkennen, wie stark die Glocke mit dem

Wie man
den Druck
der Luft
ausrech-
nen kan.

Zeller der Luftpumpe zusammenhängt: so wollen wir bestimmen, wie stark die Luft auf die Glocke drücke. Ich habe erwiesen, daß die Luft durch ihren Druck das Quecksilber 28. Zoll hoch erhalten könne (§. 286.). Derowegen muß eine Luftsäule, welche mit der Torricellianischen Röhre gleiche Grundfläche hat, eben so schwer seyn, als das Quecksilber, welches die gläserne Röhre erfüllt (§. 159.) Eine Quecksilbersäule, welche 28. Zoll hoch ist, würde mit dem Wasser die Wage halten, wenn dieses 14 mal so hoch stünde als das Quecksilber (§. 159.). Derowegen muß die Luft so stark drücken, als eine Wassersäule, welche 14 mal 28 Zoll, das ist, 392 Zoll, oder wenn man mit 12 dividiret, 32 bis 33 Rheinländische Schuh hoch ist. Sturm und Mariotte haben dieses versucht, und eine gläserne Röhre, die über 32 Rheinländische Schuh hoch war, mit Wasser gefüllt: so ist das Wasser bey nahe in einer Höhe von 32 Rheinländischen Schuhen stehen geblieben, eben so, wie wir oben gesehen, daß das Quecksilber in der Torricellianischen Röhre von dem Drucke der Luft 28 Zoll hoch erhalten wird. Solchergestalt wird der Erdboden von der Luft eben so stark gedrückt, als wenn er mit einem Wasser beschweret würde, welches 32 Rheinländische Schuh hoch stünde, oder als wenn er mit einem Quecksilbermeere bedeckt wäre, das eine Höhe von

von

von 28 Zollen hätte. Nun werden wir bestimmen können, wie stark die Glocke an den Keller der Luftpumpe angedrückt werden müsse, wenn die Luft rein ausgepumpt ist. Denn es ist eben so viel, als wenn sie von einer Wassersäule gedrückt würde, welche eben die Grundfläche hätte, und 32 Rheinländische Schuh hoch wäre. Man darf also nur die Schwere dieser Wassersäule ausrechnen, wenn man den Druck der Luft finden will. Der Mathematicus zeigt uns, wie man den körperlichen Inhalt eines Cylinders ausrechnen solle. Dadurch erfahre ich, wie viel Cubicruthen und Schuhe diese Wassersäule, welche der Schwere der Luft gleich ist, in sich halte. Ist mir nun bekannt, daß ein Cubischuh Wasser 64 Pfund wiege: so bin ich im Stande, die Schwere dieser Wassersäule, und also auch den Druck der Luft gegen eine gegebene Grundfläche zu bestimmen. Es sey der Diameter der Grundfläche 1 Schuh, oder 100^{'''}: so ist die Peripherie 314^{'''} (§. 129. Geom.) und wenn man diese Peripherie mit dem vierten Theile des Diametri = 25 multiplicirt: so findet man die Grundfläche 7850^{'''} (§. 128. Geom.). Die Höhe der Wassersäule, welche eben so stark drückt wie die Luft, ist 32 Rheinländische Schuh. Wir wollen aber jetzt annehmen, daß sie nur 31 Schuh hoch sey, damit wir den Druck der Luft lieber zu klein als zu

groß heraus bringen. Wenn man demnach die Grundfläche $7850''''$ mit der Höhe $3''$, oder $3100''''$ multipliciret: so findet man den Inhalt der Wassersäule $24335000''''$ (S. 197. Geom). Nun wiegt ein Cubischuh Wasser 64 Pfund, derowegen kan man aus dem gefundenen Inhalte der Wassersäule ihre Schwere bestimmen, und man bekömmt dieselbe nach der Regel Detri $1557\frac{1}{2}$ Pf. Man schließt nemlich: $1000'' : 24335'' = 64. \text{ Pf. } 1557\frac{1}{2} \text{ Pf.}$ Wenn also der Diameter einer gläsernen Glocke ein Schuh wäre: so würde dieselbe, nachdem die innere Luft hinweggepumpt worden, mit einer Kraft von $1557\frac{1}{2}$ Pfunde an den Zehler der Luftpumpe angedrückt werden. Und so viel Gewichte würde man auch nöthig haben, sie davon los zu reißen.

Von den Halbkugeln. S. 292. Hieraus läßt sich der Versuch mit denen beyden Halbkugeln, welchen Orte von Guericke zuerst angestellt hat, beurtheilen. Man läßt sich zwey hohle halbe Kugeln von Messing gießen. Diese setzt man an einander, und verschmieret die Fugen mit ein wenig Unschlit. Sodan schraubet man sie vermittelst des daran befindlichen Hahnes auf die Luftpumpe, und pumpt die Luft heraus. Nachdem dieses geschehen: so verschließt man den Hahn, damit keine Luft von aussen wieder hinein kommen kan. Will man nun diese Halbkugeln von einander reißen: so kan solches

ches

Es durch die Kraft vieler Personen kaum erhalten werden. Denn, weil die Luft aus dem inwendigen Raume der Halbkugeln heraus gepumpet ist, so drückt sie die äussere Luft von beyden Seiten so stark an einander, als zwey Wassersäulen drücken würden, welche zu ihrer Grundfläche den grössten Cirkel der Kugel, und zu ihrer Höhe 32. Rheinländische Schuhe hätten. Ist nun 3. C. der Diameter der Kugel 1. Schuh: so ist der Druck der Luft von beyden Seiten 1557. Pfund (S. 191.), und eben so viel wird auf jeder Seite Kraft erfordert, die Halbkugeln von einander zu reissen; im luftleeren Raume aber fallen sie entweder durch ihre eigene Schwere von einander, oder sie können doch von einem sehr kleinen Gewichte von einander gerissen werden. Denn die Luft hat durch ihren Druck das Zusammenhängen der Halbkugeln verursacht. Nimt man nun diese hinweg: so muß auch ihr Zusammenhängen aufgehoben werden. Im übrigen ist leicht zu erachten, daß dergleichen Halbkugeln desto stärker zusammenhängen müssen, je grösser sie sind. Daher hat sie Otte von Guericke, als er auf dem Reichstage zu Regensburg die Probe machte, mit 16. Pferden von einander reissen müssen, weil die seinigen von einer außerordentlichen Grösse gewesen. Und dieses wird niemand befremden, wenn man nur bedenkt, daß die Kraft, mit welcher die Halbkugeln

an

an einander gedrückt werden, dem Quadrate ihres Diameters proportional ist. Denn, das Zusammenhängen der Halbkugeln ist dem Drucke der Luft, der Druck der Luft aber der Schwere einer Wassersäule, welche 32 Schuh hoch ist, gleich (§. 291.). Wenn sich nun Cylinder von gleicher Höhe, wie ihre Grundflächen (§. 210. Geom.), die Grundflächen aber wie die Quadrate ihrer Diameter verhalten (§. 131. Geom.): so wird auch der Druck der Luft dem Quadrate des Diameters der Halbkugel proportional seyn müssen. Solchergestalt werden zwey Halbkugeln viermal so stark zusammenhängen, wenn sie im Diameter noch einmal so groß sind, sie werden 9mal so stark zusammenhängen, wenn sie im Diameter 3 mal so groß sind u. s. w. Wenn man die Luft nicht aus den Halbkugeln auspumpet, sondern sie nur an einander setzt, und die äussere Luft, welche sie umgiebet, zusammendrückt: so werden sie ebenfalls zusammenhängen. Hängt man sie aber unter einen Recipienten, und ein kleines Gewicht unten daran: so werden sie, wenn die äussere Luft, so sie umgab, hinweggenommen wird, von einander fallen, zum unwidersprechlichen Beweise, daß der Druck der äussern Luft, welcher unmerklich wird, wenn die Luft aus den Halbkugeln hinweggenommen ist, die einzige und wahre Ursache ihres Zusammenhängens sey; wie solches auch dar-

aus

aus erhellet, daß sie von einander fallen, so bald man so viel Gewichte daran gehängt hat, als der Druck der Luft beträgt.

§. 293. Man setzt bey diesem allen als gewiß Experiment voraus, daß die Luft so stark drücke als das Quecksilber in der Torricellianischen Röhre, und daß sie also dieses durch ihren Druck in einer Höhe von 28. Zollen erhalten könne. Wollte man hieran zweifeln: so würde man sich dessen durch die Erfahrung folgendergestalt versichern können. Man setze die Torricellianische Röhre unter eine gläserne Glocke, und pumpe die Luft vor der Eröffnung hinweg; so wird auf jeden Zug das Quecksilber in der Röhre herunterfallen, und endlich ganz heraus gehen, nachdem man die Luft völlig ausgepumpt hat. Steht nun die Eröffnung der Röhre C im Quecksilber: so darf man nur wieder Luft unter die Glocke lassen, so steigt sogleich das Quecksilber in die Röhre CA hinauf, bis es wieder auf seine vorige Höhe in D gekommen ist. Daß das Quecksilber in der Röhre AC herunterfällt, ist desto weniger zu verwundern, da es von seiner Schwere beständig niedermwärts getrieben wird. Da aber dieses nur alsdenn erfolgt, wenn die Luft hinweggepumpt wird: so muß ja die Luft durch ihre Gegenwart das Fallen des Quecksilbers verhindert, und es also so stark in die Höhe gedrückt haben, als das Quecksilber niederzusinken gesucht hat.

Man

ment mit
der Tor-
ricellia-
nischen
Röhre.

Tab. V.
Fig. 67.

Man sieht also, daß das Quecksilber darum in die Torricellianische Röhre hineinsteiget, wenn man Luft unter die Glocke läßt, weil diese Luft durch ihre elastische Kraft, welche ihrer Schwere gleich ist (§. 288.), auf das Quecksilber im Gefaße drücket, und es durch diesen Druck in die von Luft leere Röhre hinein treibt. Es ist ohne mein Erinnern klar, daß dieses mit dem Wasser eben so, wie mit dem Quecksilber, angehen müsse: nur daß hier die Röhre viel länger seyn kan, weil der Druck der Luft daß Wasser höher als das Quecksilber zu erhalten vermögend ist (§. 291.) Kan nun die Luft durch ihren Druck das Wasser 32 Rheinländische Schuhe hoch erhalten: so werden wir uns nicht wundern, wenn es aus einer Bouteille nicht herausläuft, wenn man sie umkehret, und mit der Eröffnung ins Wasser stecket. Wir werden es für nichts besonders halten, daß das Wasser aus einem Glase nicht herausläuft, wenn man ein Papier über das Wasser legt, und das Glas umkehrt. Wäre oben ein Loch in dem Glase: so würde das Wasser ohnfehlbar herauslauffen, indem es von oben eben so stark als von unten von der Luft gedrückt würde. Da nun dieses außser allen Zweifel ist: so scheint es desto seltsamer, daß das Wasser wirklich in einem Glase bleiben kan, ohngeachtet es oben und unten offen ist. Die Beschreibung des Experiments wird die

Grün-

Gründe seiner Erklärung erhalten. Man
nimmt ein weites Glas A, an welchen oben
ein Haarröhrgen C ist. Man erfüllet das
Glas mit Wasser, und setzt es mit der weiten
Eröffnung ins Wasser: so wird nichts heraus
laufen. Jedermann sieht, daß das Wasser
in dem weiten Glase durch den Druck der
Luft so lange erhalten werde, als keine Luft durch
das Röhrgen C hinein kommen kan. Dieses
geht aber darum nicht an, weil sich das Was-
ser stärker an das Haarröhrgen anhängt, als
die Luft auf dasselbe drückt. Da nun solcher-
gestalt das Wasser die Eröffnung C so zu-
sagen verklebt: so ist es eben so viel, als
wenn das Glas oben zu wäre.

Tab.
XIV.
Fig. 6.

§. 294. Das Quecksilber in der Torricel-
lianischen Röhre kan weder steigen noch fal-
len, wenn man sie unter ein mit Luft erfülltes
Gefäß setzt, obgleich aller Zufluß der äussern
Luft verhindert wird. Denn es ist allemal
die Elasticität der eingeschlossnen Luft der gan-
zen Schwere der äussern Luft gleich (§. 288.).
Nun kan die Luft durch ihre Schwere das
Quecksilber in der Torricellianischen Röhre er-
halten (§. 286.); warum sollte sie es nicht
auch durch ihre Elasticität erhalten können?
Zum andern, wird man hieraus abnehmen
können, daß die Torricellianische Röhre ein
Instrument sey, dadurch man die Schwere
der Luft an verschiedenen Orten und zu ver-
schiedes

Fernere
Betrach-
tung des
Barome-
ters.

schiedenen Zeiten ausmachen könne. Denn
 wenn die Luft schwerer wird: so drückt sie
 stärker auf das Quecksilber, und also muß
 dieses höher hinauffsteigen. Eben so ist klar
 daß es fallen müsse, wenn die Luft leichter
 wird, und also nicht so stark drückt. Zu
 dem Ende befestigt man die Toricellianische
 Röhre an ein Bret und hinter dieselbe ein
 Papier, auf welchem die Grade abgetheilt
 werden, damit man das Steigen und Fallen
 des Quecksilbers daran wahrnehmen könne.
 Da nun also das Steigen und Fallen des
 Quecksilbers in der Toricellianischen Röhre
 der Schwere der Luft jederzeit proportional,
 und diese mit der Witterung genau verbun-
 den ist: so sieht man die Ursache, warum dies-
 ses Instrument ein Wetterglas oder Baro-
 meter genennt zu werden pflegt. Es muß
 demnach in einem guten Barometer über
 dem Quecksilber in AD gar keine Luft vor-
 handen seyn, weil sie sonst durch ihre Elastic-
 cität oben auf das Quecksilber drücken, und
 also verursachen würde, daß es nicht so hoch
 stünde, als es billig stehen sollte. Man möch-
 te vielleicht meynen, es müsse das Quecksilber
 gar aus der Röhre herunterfallen, wenn
 etwas Luft in den obern Theil der Röhre ge-
 kommen wäre; allein, wenn man bedenket,
 daß das Quecksilber, indem es herunterfällt,
 einen leeren Raum in der Röhre über sich zu-
 rücke läßt: so wird sich die Luft durch diesen

Raum

Raum ausbreiten müssen. So bald sie anfangen sich auszubreiten, so bald wird auch ihre elastische Kraft geschwächt. Ist nun diese geringer, als der Druck der äussern Luft: so sieht man wohl, daß dieser verhindern müsse, daß das Quecksilber nicht ganz aus der Röhre herausfällt; denn es muß aufhören heraus zu lauffen, wenn die Elasticität der über dem Quecksilber in D befindlichen Luft und der Schwere des Quecksilbers zusammengenommen der Schwere der äussern Luft gleich ist. Doch wird es im Augenblicke herunter fallen, wenn man oben in A, wo die Röhre zugeschmelzet ist, etwas davon abbricht. Denn weil sodann die Luft nicht nur von unten, sondern auch von oben auf das Quecksilber drückt, und beyde Kräfte einander entgegen gesetzt und gleich sind: so muß eine die andere verhindern (§. 27.); und solchergestalt ist es eben so viel, als wenn die Luft gar nicht gegen das Quecksilber drückte. Es fällt also vermöge seiner Schwere herunter.

§. 285. Dieses alles kan man vorhersehen, wenn man einmal weiß, was die Ursach sey, daß das Quecksilber in der Torricellianischen Röhre verbleibet. Allein dieses scheint was seltsames zu seyn, daß das Quecksilber mit wiegt, wenn man die Torricellianische Röhre an eine Wage hängt. Wie, möchte man denken, soll das Quecksilber von der Luft getragen werden, und gleichwohl auf die Wage

Warum
das
Quecksilber
in der
Torricellianischen
Röhre
mit wiegt.

Krüg. Naturl. I. Th. A a drü-

Tab. IV. drücken? Allein, es ist auch nicht eigentlich
 Fig. 67. das Quecksilber, welches die Wage beschre-
 ret. Wir wollen die Sache nur ein wenig ge-
 nauer betrachten. Man bindet um das Baro-
 meter in A einen Faden, und hängt es an
 die Wage. Die Luft drückt oben in A auf
 das Barometer, sie drückt auch unten in C;
 allein der Druck, welchen sie unten gegen C
 äussert, widerstehet keinesweges dem Drucke
 der Luft in A; sondern er wird angewendet,
 das in der Röhre befindliche Quecksilber zu
 tragen (§. 293.). Sölchergestalt ist ja offen-
 bar, daß der Druck der Luft in A keinen Wi-
 derstand hat, und also seine Wirkung in die
 Wage, an welche das Barometer gebunden
 ist, äussern muß. Es ist demnach eigentlich
 die Luft, und nicht das Quecksilber, welches
 den Ausschlag in gegenwärtigem Falle bey
 der Wage verursacht; allein, weil der Druck
 der Luft der Schwere des Quecksilbers jeders-
 zeit gleich ist (§. 486.): so wird das Baro-
 meter um so viel schwerer befunden als das
 Quecksilber wiegt, welches die Röhre erfüllet.

Die Luft
 trägt ei-
 nen Theil
 von der
 Schwere
 der Cör-
 per.

§. 296. Weil die Luft ein schwerer flüssiger
 Cörper ist (§. 286.): so muß sich das auf sie
 anwenden lassen, was oben von dem Drucke der
 flüssigen Materie erwiesen worden. Nun haben
 wir gesehen, daß eine flüssige Materie so viel
 von der Schwere eines andern Cörpers, der
 sich darinnen befindet, trägt, als der Theil
 der flüssigen Materie wiegt, welcher von der
 gleichen

gleichen Körper aus der Stelle getrieben wird (§. 160). Derwegen werden alle Körper in der Luft so viel von ihrer Schwere verlieren, als die Luft wiegt, welche den Raum erfüllen kan, den sie einnehmen. Es bestätigt dieses die Erfahrung. Denn wenn man eine mit Luft erfüllte Blase an eine Schnellwage hängt: so giebt sie einen Ausschlag, nachdem die Luft ausgepumpt worden. Da sie nun solchergestalt schwerer befunden wird, wenn man die umstehende Luft hinweggepumpt: so muß diese einen Theil ihrer Schwere getragen haben.

§. 297. Hieraus werden wir urtheilen können, wie es möglich sey, die Luft abzuwägen. Denn eine hohle gläserne oder kupferne Kugel muß in der Luft so viel von ihrer Schwere verlieren, als die Luft wiegt, welche die Kugel erfüllet (§. 296.). Ist nun die Kugel voll Luft: so wird durch die in der Kugel befindliche Luft ihre Schwere so stark vermehret, als sie durch den Druck der äußern vermindert worden war. In diesem Falle kan also die Kugel nichts merkliches von ihrer Schwere verlieren. Allein, wenn man die Luft aus der Kugel herauspumpt, daß sie ihre Schwere nicht mehr vermehren kan: so wird sich deutlich zeigen, wie viel die Kugel in der Luft von ihrer Schwere verliert. Derwegen wird die Kugel leichter werden, wenn die Luft herausgepumpt ist; sie wird schwerer

Die Luft
läßt sich
abwägen.

werden, wenn die Luft wieder hineindringet, und man darf sie nur an eine Wage hängen: so kan man finden, um wie viel sie leichter und schwerer geworden, und also entdecken, wie viel die Luft, welche die Kugel erfüllet, gewogen hat. Daß man aber die Luft innerhalb der Luft abwägen könne, ist desto weniger zu verwundern, da dieses auch mit dem Wasser angehet (§. 185.). Wolte man sich einbilden, daß die vermehrte Schwere der Kugel denen in der Luft befindlichen Dünsten zuzuschreiben wäre: so dürfte man nur sal tartari vor die Eröffnung der Kugel legen, wenn man die Luft hineingehen liesse: weil alle wässerige Dünste darinnen hängen bleiben. Man hat durch dieses Abwägen der Luft die Verhältniß ihrer Schwere gegen das Wasser zu bestimmen gesucht. Es wird hierzu weiter nichts erfordert, als daß man erst die Schwere der Luft bestimmt, welche die Kugel erfüllet. Hernach füllet man die Kugel voll Wasser, und wieget sie: so findet man die Schwere des Wassers, welches eben so viel Raum einnimmt. Auf diese Weise haben einige gefunden, daß sich die Schwere der Luft zu der Schwere des Wassers verhalte, wie 1: 922. und daß also die Luft bey nahe 900 mal leichter sey als das Wasser. Es kommen zwar nicht alle Naturkündiger hieinnen mit einander überein; allein es ist auch nicht wohl möglich, daß sie darinnen völlig mit

mit einander einig seyn sollten. Denn es ist die Luft zu einer Zeit schwerer, als zu der andern. Ein Wasser ist schwerer, als das andere. Es ist im Winter von schwererer Art, als im Sommer (§. 256.); und wer will uns gut dafür seyn, daß diejenigen, so die Schwere der Luft sehr geringe ansetzen, ihre Gefäße recht rein ausgepumpt und von der Luft gereinigt haben. Man kan daher behaupten, daß die Luft nicht unter 800 und nicht über 1000 mal leichter sey als Wasser.

§. 298. Es haben einige versucht, die Luft mit Rindsblasen abzuwägen. Wir wollen un-
 tersuchen, was hievon zu halten sey. Freylich scheint es, als müste die Blase schwerer seyn, wenn sich Luft darinnen befindet, als wenn keine darinnen ist; allein, wenn man bedenkt, daß die Luft von einer aufgeblasenen Blase viel, von einer zusammengedrückten aber sehr wenig trage (§. 296.): so muß die Blase, wenn sie mit Luft erfüllt ist, um so viel leichter werden, als die Luft wieget, die die Blase erfüllt. Ist keine Luft in der Blase: so wird die Blase, weil sie alsdenn sehr wenig Raum einnimmt, auch dadurch nicht merklich leichter (§. 162.). Solchergestalt ist dieses kein richtiger weg, die Schwere der Luft zu erkennen. Wenn man aber die Blase sehr stark aufbläset, sie an den Wagebalken hängt, und mit dem Federmesser hineinsicht: so wird man finden, daß nicht nur ein

Ob man die Luft in Blasen abwägen kan?

Theil Luft aus der Blase herausfähret; sondern die Blase wird auch alsdenn um etliche Gran leichter werden. Denn, weil in dem gegenwärtigen Falle die Luft in der Blase dichter gemacht wird (§. 284.): so muß dieselbe um so viel schwerer werden, als die Luft wieget, so man über dieselbe, welche die Blase ihr selbst gelassen erfüllt, hineingepréßt hat. Und weil diese Luft stärker, als die äußere zusammengedrückt ist: so muß sie sich stärker auszudehnen suchen, als ihr die äußere widerstehen kan (§. 285. 288.). Sie muß demnach durch die in der Blase gemachte Eröffnung herausfahren, und die Blase also um so viel leichter werden, als dieser Überschuß der Luft gewogen hat.

Warum
man den
Druck
der Luft
nicht füh-
let.

§. 299 Freylich kommt es einem wunderlich vor, wenn man höret, die Luft sey so sehr schwer, und man empfindet doch nichts weniger, als das sie drucket. Denn wenn die Haut eines Menschen in eine geradelinichte Fläche ausgebreitet würde: so würde sie ohngefehr 20. Quadratschuhe erfüllen. Es wäre also der Druck der Luft gegen dieselbe $20 \times 31 \times 64 = 39680$ Pfund (§. 291.). Da nun dieses gilt, die Haut mag eine geradelinichte oder krummlinichte Fläche haben: so kan man annehmen, es werde ein Mensch um und um von der Luft zum wenigsten mit einer Kraft von 39680. Pfunden gedrückt. Solte man es nun nicht fühlen, wenn man ei-

ne Last von etlichen Centnern auf seinem Leibe trüge? Aber warum fühlt ein Fisch den Druck des Wassers nicht, da doch bisweilen etliche Centner Wasser über ihm stehen? Dieses darf uns gar nicht befremden, nachdem wir gesehen haben, daß eine flüssige Materie auch den allerzerbrechlichsten Körper nicht zerdrücken könne, wenn sie ihn von allen Seiten umgiebet (§. 166.). Ich geschweige, daß in allen Hölen und selbst in den Säften unsers Körpers Luft anzutreffen ist, welche durch ihre Elasticität dem Drucke der äussern Luft widersteht (§. 288.). Will man aber den Druck der Luft empfindlich machen: so darf man nur die Luft von der einen Seite hinwegnehmen. Denn man kan die Schwere der Luft ganz merklich fühlen, wenn man einen hohlen Cylinder, welcher unten und oben offen ist, auf den Teller der Luftpumpe setzt, die Hand auf die oberste Eröffnung des Cylinders legt, und sodann die Luft aus demselben herauspumpet. So bald dieses geschieht, so wird man merken, daß die Hand sehr stark von der äussern Luft an den Cylinder angedrückt werde. Bindet man eine Blase über die Eröffnung des Cylinders, und pumpet die Luft aus, so wird sie von der äussern Luft in den Cylinder hineingedrückt, und mit einem Krachen zersprenget werden. Eben dieses wiederfähret einer Glascheibe, wenn man sie auf den Cylinder anküttet. Sie bie-

get sich etwas ein, wenn die Luft ausgepumpet wird, sie zerspringt mit einem Knalle, und die Stücken davon schlagen gewaltsam an den Feller der Luftpumpe an. Und weil die Luft, als eine flüssige Materie, nach allen Seiten gleich stark drücket (S. 154.): so zerdrückt sie die Glascheibe nach einer jeden Direction, ihr Druck mag von oben, von unten, oder von der Seite geschehen. So wie die Luft die Glascheibe zerdrücken kan, so zerdrückt sie auch eine dünne und breite eckigte Flasche, wenn man die Luft heraus pumpet.

Warum die gläserne Glocken nicht von der Luft zerdrückt werden.

§. 300. Wenn man dieses betrachtet: so solte man denken, die Luft müste die gläsernen Glocken oder Recipienten eben so wohl als diese Flasche zerdrücken, welches gleichwohl nicht geschiehet. Die Ursache davon müssen wir aus der Figur dieser Glocken herleiten. Denn, weil sie oben rund und gewölbet sind: so kan man sich rund herum lauter Circul gedenken. Soll nun die Glocke zerdrückt werden: so müssen sich entweder alle Theile dieser Circul mit gleicher Geschwindigkeit gegen den Mittelpunct bewegen, oder es muß sich ein Theil geschwin- der bewegen, als die übrigen. Der letztere Fall ist darum nicht möglich, weil alle Theile der Glocke von der Luft gleich stark gedrückt werden. Sollen sich aber alle Theile der Circul, woraus die Glocke besteht, mit gleicher Geschwindigkeit gegen den Mittelpunct bewe-

bewegen: so müßten alle diese Circul kleiner werden. Da nun aber dieses wegen der Inpenetrabilität der Materie ebenfalls nicht angeht: so kan auch eine solche Glocke oder Kugel von dem Drucke der Luft nicht zerbrochen werden. Es scheint zwar, als liesse sich dieser Schluß auch bey einer andern Figur der Glocke anbringen; damit aber das Gegentheil erhelle, so wollen wir setzen, es wäre die Glocke oben nicht gewölbt, sondern vielmehr mit einer geraden Circulfläche bedeckt: alsdenn ist klar, daß alle Radii dieses Circuls als lauter Hebel betrachtet werden können, deren Ruhepunct in der Peripherie des Circuls anzutreffen ist (§. 60.) Nun mag die Luft immerhin auf alle Theile der Oberfläche gleich stark drücken, so erhalten doch allemal diejenigen Theile, so dem Mittelpuncte am nächsten sind, und also die größte Entfernung haben, eine grössere Geschwindigkeit, als die übrigen (§. 61.). Wenn sich aber ein Theil eines Körpers geschwinder bewegt, als der andere: so ist es leicht möglich, daß sie sich von einander absondern, und der Körper zerbrochen wird.

§. 301. Man fütte in einen Recipienten eine krumgebogene Röhre ABC, welche über 30. Zoll lang ist. Man setze die unterste Eröffnung der Röhre C ins Quecksilber, und pumpe die Luft aus dem Recipienten A heraus: so wird sogleich das Quecksilber in die

Wie das
Saugen
geschieht.
Tab. V.
Fig. 68.

A a 5

Röh-

Röhre hinaufsteigen, und bey jedem Zuge höher kommen; wenn es aber eine Höhe von 28. Zollen erreicht hat: so mag man so lange mit Pumpen fortfahren, wie man will: so wird man es niemals dahin bringen, daß es höher hinaufstiege. Wodurch aufs neue bestätigt wird, daß die Luft durch ihren Druck das Quecksilber nicht höher als 28. Zoll bringen könne. Bedient man sich aber des Wassers an statt des Quecksilbers: so wird es durch die ganze Röhre hinaufsteigen, und in den leeren Recipienten in A hineinlauffen. Die Ursache dieser Wirkung ist so leicht zu finden, daß ich sie mit Stillschweigen übergehen könnte. Denn wer weiß nicht, daß die Luft auf das Wasser oder Quecksilber drücke, und durch ihren Druck das Wasser in die Röhre hineinzu treiben bemühet sey (S. 286.). Ist nun die Röhre ABC voll Luft: so drückt diese durch ihre Elasticität das Wasser so stark nieder, als es von der äuffern in die Höhe getrieben wird. Pumpet man aber die Luft auf der einen Seite in A hinweg: so ist nichts vorhanden, das dem Drucke der äuffern Luft widerstehen könnte. Es muß also dadurch das Wasser in die Röhre hinauf getrieben werden. Warum es höher, als das Quecksilber steigt, läßt sich aus seiner Schwere, welche 14 mal geringer ist, als die Schwere des Quecksilbers begreifen. Eben so steigt das Wasser

Wasser

Wasser in eine Röhre hinein, wenn man an dem einen Ende sauget. Was ist aber das Saugen anders, als ein Auspumpen der Luft, vermittelst des Mundes? Noch viele Wirkungen erfolgen aus einer gleichmäßigen Ursache. Ein Pferd würde nicht trinken können, wenn keine Luft vorhanden wäre. Denn wenn es trinken will: so steckt es das Maul ins Wasser, es erweitert die Brust, damit sich die im Maule befindliche Luft in einen grössern Raum ausdehne, und also an ihrer Elasticität geschwächt werde. Sogleich drückt die äussere Luft das Wasser in den Mund. Ohne Luft würden wir unsere erste Nahrung, die Muttermilch, schwerlich genießen können. Denn, wenn ein Kind saugen will: so legt es den Mund um die Warze der Mutter, es erweitert seine Brust, dadurch dehnet sich die Luft, welche in dem Munde ist und die Warze umgiebet, in einen grössern Raum aus, und wird verdünnet: die äussere Luft, welche alsdenn stärker ist, drückt auf die Brust der Mutter, und treibt die Milch in den Mund des Kindes, da der geringste Widerstand ist. So geschieht auch das Tobacksräuchen vermittelst der Luft. Denn man verdünnet auf die gedachte Art die Luft in der Röhre der Tobackspfeife: so kan die äussere Luft vermöge ihrer Schwere durch den Kopf der Tobackspfeife hineindringen, und den Rauch
mit

mit sich dem Munde zuführen. Daher kan auch eine Luftpumpe Toback rauchen. Da ferner die Luft durch ihren Druck ein Zusammenhängen der Körper verursachen kan (§. 291.): so sieht man, warum ein Schlüssel an den Lippen hängen bleibt, wenn man die Luft herausgesogen hat. Durch den Druck der Luft dringt das Wasser in eine Spritze. Denn wenn man den Stöpsel in die Höhe zieht: so entstehet innerhalb der Spritze ein luftleerer Raum. Weil nun daselbst kein Widerstand ist: so treibt die äussere Luft durch ihren Druck das Wasser in die Spritze. Daher kan kein Wasser in die Spritze dringen, wenn die Luft reine ausgepumpt ist, und mit dem Plumpen hat es eine gleichmäßige Bewandniß.

Von dem
Heber.
Tab. V.
Fig. 69.

§. 302. Zu denen Wirkungen, welche von dem Drucke der Luft ihren Ursprung haben, zählt man mit Recht den Heber. Ein Heber ist aus zwey Röhren zusammengesetzt, deren eine jederzeit länger seyn muß, als die andere, ja man trifft auch daselbst die Eigenschaften eines Hebers an, wo man sich nur zwey solche Röhren in einer flüssigen Materie vorstellen kan, wenn sie gleich nicht wirklich vorhanden sind. Will man nun einen Heber gebrauchen: so setzt man die kurze Röhre in eine flüssige Materie, z. E. in das Wasser, und sauget aus der langen Röhre in C die Luft aus: so steigt das Wasser aus dem Gefässe in die Höhe, und erfüllet die Röhre

Röhre ABC. Daß dieses darum geschehe, weil die Luft das Wasser in den Heber durch ihren Druck hineintreibt: ist aus dem vorigen abzunehmen (§. 301.). Ich sage aber ferner, wenn die Eröffnung C tieffer stehet, als A: so wird das Wasser so lange in C herauslaufen, bis die Eröffnung A nicht mehr unter dem Wasser stehet. Denn die Luft drückt das Wasser A beständig in den Heber; nun drückt sie zwar eben so stark, als die Luft in C, weil aber die Wassersäule BC stärker drückt als AB: so muß das Wasser in C herauslaufen. Wir wollen setzen, es drückt die Luft in A mit einer Kraft von 20. Pfund das Wasser in die Röhre AB hinauf: so drückt sie das Wasser in C gleichfalls mit einer Kraft von 20. Pfunden nach der Direction CB in die Höhe. Wären nun beyde Röhren gleich hoch: so würde das Wasser weder in C, noch in A herauslaufen können. Allein weil die Röhre CB allemal länger ist, als AB: so wird die Wassersäule CB auch stärker niederwärts drücken, als die andere AB. Wenn wir nun annehmen, daß dieses sey: so wiegt z. E. das Wasser in der Röhre AB 1. Pfund, das Wasser in der Röhre BC 6 Pfund. Es bemüht sich also das Wasser in der Röhre AB mit einer Kraft von 1. Pfunde nach der Direction BA niederzusenken; weil es aber von der Luft nach der Direction AB mit einer Kraft von
20 Pfund

20 Pfunden in die Höhe gedruckt wird: so dürfen wir nur den Widerstand des Wassers = 1 Pfund vom Drucke der Luft = 20 Pfund abziehen: so finden wir, daß die Luft das Wasser mit einer Kraft von 19 Pfunden in den Heber treibe. Ziehen wir ferner die Kraft, mit welcher das Wasser in die Röhre BC nach der Direction BC niederzusinken sucht = 6 Pfund von der Kraft, mit welcher es die Luft zurücke hält, = 20 Pfund ab: so sehen wir, daß die Luft der Bewegung des Wassers in C nur mit einer Kraft von 14 Pfunden widerstehe. Da nun also der Widerstand der Luft in C = 14 Pfund geringer ist, als der Druck der Luft in A, welcher 19 Pfund ausmacht: so muß nothwendig das Wasser in C, da der geringste Widerstand ist, herauslauffen.

Der Heber läuft nicht fort im luftleeren Raume.

§. 303. Was sollte nun wohl erfolgen, wenn sich der Heber in einem luftleeren Raume befände? Es wird nicht schwer fallen, solches auszumachen. Denn, wenn die Luft weder in A, noch in C auf das Wasser in dem Heber drücken kan: so ist leicht zu schließen, daß das Wasser aus der Röhre BA nach der Direction BA und das Wasser aus der Röhre BC nach der Direction BC vermöge seiner Schwere herunter sinken, und der Heber also seinen Lauf nicht fortsetzen werde. Eben so und nicht anders erfolget es, wenn man einen Heber unter einen Recipienten setzt

setzt und die Luft auspumpet. Es ist aber wohl zu merken, daß man sich dazu eines etwas hohen Hebers bedienen müsse; denn wenn er kurz ist: so steigt das Wasser nicht nur wegen der anziehenden Kraft ziemlich hoch in die Röhre AB hinauf, indem man gemeinlich etwas enge Röhren hiezu zu gebrauchen pflegt (§. 214.), sondern es kan auch leicht noch so viel Luft unter dem Recipienten verbleiben, welche macht, daß das Wasser durch den Heber fortläufft (§. 290.). Und aus diesen Ursachen, glaube ich, sey es gekommen, daß es verschiedene Naturkündiger nicht dahin bringen können, daß der Heber im lustleeren Raume aufgehöret hätte zu lauffen. Es ist mir anfangs selbst so gegangen, da ich mich eines kurzen Hebers bediente. Wenn es nun solchergestalt gewiß ist, daß das Wasser darum durch den Heber läufft, weil es von der Luft hinein getrieben wird; wenn es ferner ausgemacht ist, daß die Luft das Wasser nicht höher als 32 Schuh, das Quecksilber aber kaum 28 Zoll hoch erhalten könne; so darf kein Heber, dadurch Quecksilber lauffen soll, über 28 Zoll hoch seyn, und nicht über 32 Schuh, wenn er Wasser führen soll (§. 286.). Es ist demnach eine vergebliche Bemühung wider die Natur, wenn einige mit Porta, vermittelst eines Hebers, das Wasser über hohe Berge hinüber leiten wollen. Wie könnte man aber anders schlies-

sen,

sen, da man die Furcht, welche die Natur für dem leeren Raum haben sollte, als die Ursache von der Bewegung des Wassers durch den Heber ansah?

Warum einige Teiche im Sommer voll und im Winter leer sind.

§. 304. Nicht nur die Kunst, sondern die Natur selbst pflegt sich des Hebers öfters zu bedienen. Woher kömmt es, daß einige Seen und Teiche des Winters bey der starken Regenzeit leer, im Sommer aber und bey dem trockensten Wetter mit Wasser erfüllet sind? Man wird mir zugeben, daß es viele unterirdische Canäle von verschiedener Direction gebe. Und nun wüßte ich nicht, was man wider folgende Auflösung der vorgelegten Frage einwenden wolte. Es sey AB ein Teich, CDE aber ein unterirdischer Canal: so wird dieser Teich zur Regenzeit anfangs mit Wasser erfüllet; so bald aber das Wasser höher, als der Punct D liegt, angewachsen ist, so bald ist auch der unterirdische Canal CDE, welcher einen Heber vorstellet, voll Wasser. Es muß also alles Wasser bis an den Punct C aus dem Teiche durch diesen Heber herauslauffen. Da aber das Wasser im Sommer und bey trockenem Wetter nicht leicht so stark anwächst, daß es im Teiche höher als der Punct D stehen sollte: so wird alsdenn der Heber CDE nicht dergestalt mit Wasser erfüllet, daß es durch ihn aus dem Teiche herauslauffen könne: es bleibt also in dem Teiche stehen. Solchergestalt

Tab. V.
Fig. 70.

hergestalt ist es möglich, daß ein Reich bey feuchtem Wetter leer, bey trockenem aber mit Wasser erfüllet seyn kan. Was ferner der Diabetes vor eine artige Erfindung sey, ist bekannt. Er ist aber ebenfalls nichts anders, als ein versteckter Heber.

§. 305. Wer nach dem allen, was hier von dem Drucke der Luft angeführt worden, nicht glaubt, daß die Luft schwer sey, von dem weisse ich, ob er jemals davon werde überführt werden. Ich achte es demnach nicht für nöthig, mich weiter dabey aufzuhalten. Wir wollen vielmehr noch betrachten, was es mit der Elasticität der Luft für eine Beschaffenheit habe, und was dieselbe für Wirkungen hervorbringe. Es ist schon erwiesen worden, daß die Luft eine beständige Bemühung anwende, sich in einen größern Raum auszubreiten, und daß sie sich wirklich ausbreite, so bald nur der Widerstand gehoben wird (§. 288. 289.). Will man dieses augenscheinlich zeigen: so nehme man eine Blase, drücke alle Luft heraus, das nur sehr wenig in den Falten der Blase zurückbleibt, man binde sie feste zu, hänge sie unter eine gläserne Glocke auf, und pumpe die Luft aus der Glocke. So bald man anfängt die Luft auszupumpen, so bald fängt auch die Blase an aufzuschwellen, und wird immer mehr und mehr aufgeblasen, je länger man mit dem Auspumpen fortfähret. Wenn man

Elasticität der Luft mit Experimenten bestätigt.

Krüg. Naturl. I. Th. B b aber

aber wieder Luft unter die Glocke läßt: so wird die Blase wiederzusammen fallen, und in den Stand gesetzt werden, darinnen sie war, ehe man die Luft ausgepumpet hatte. Die Luft in den Falten der Blase ist von eben der Beschaffenheit, wie die Luft, die uns umgiebet. Von der Luft, die uns umgiebet, habe ich erwiesen, daß ihre Elasticität der ganzen Schwere der Luft gleich sey (§. 288.). Weil nun eben dieses von der Luft gilt, die in den Falten der Blase befindlich ist: so muß die Luft in der Blase eine beständige Bemühung anwenden, die Blase auszudehnen. So lange nun die Luft, welche die Blase von außen umgiebet, mit der, welche sich in der Blase befindet, von einerley Art ist, so lange drückt dieselbe die Blase von aussen so stark zusammen, als sie die eingeschlossene Luft auszudehnen sucht; wenn man aber anfängt die äussere Luft wegzupumpen, so wird sie durch das Auspumpen verdünnet (§. 290.), und ihre Elasticität geschwächet. Wenn nun solchergestalt die Elasticität der in der Blase eingeschlossenen Luft stärker ist, als die Elasticität der äussern; wenn ferner die Bewegung allemal nach der Direction der stärkeren Kraft erfolgt (§. 28.): so ist nichts natürlicher, als daß die in der Blase befindliche Luft die Blase ausdehnet, und zwar desto stärker, je mehr die äussere Luft, welche die Blase umgiebet, verdünnet worden ist. Daß aber die

Luft

Luft desto weniger Elasticität besitze, je mehr sie verdünnet wird, ist leicht zu erweisen Ist die Luft dünner als die äussere, so uns umgiebet: so würde sie von der Schwere der äusseren Luft noch stärker zusammengedrückt werden (§. 287.). Weil sie nun solchergestalt dem Drucke der äussern Luft nicht vollkommen widerstehen kan: so muß ihre Elasticität geringer seyn, als die Schwere, und folglich auch geringer, als die Elasticität der äussern Luft. Weil sich nun die Luft in der Blase ausdehnet, und sich also in einen grössern Raum ausbreitet: so wird dadurch ihre Elasticität geringer, als die Elasticität der äussern Luft. Was ist es also Wunder, daß die Blase wieder zusammenfällt, wenn aufs neue wieder Luft unter die Glocke gelassen wird?

§. 306. Hieraus wird man nun viele andere Experimente beurtheilen können, z. E. wenn man eine gläserne Kugel A nimt, welche mit einer Röhre versehen, die Röhre ins Wasser steckt, und die Luft von aussen hinwegpumpt: so wird sich die Luft in der gläsernen Kugel ausdehnen, und unter der Gestalt der Blasen aus der Eröffnung der Röhre C herausfahren (§. 305.). Und weil dadurch die Luft in der Kugel sehr verdünnet, und ihre Elasticität geschwächt wird: so wird die äussere Luft durch ihren Druck das Wasser in die Kugel hineintreiben müssen, wenn man wie-

Experimente von der Elasticität der Luft. Tab. V. Fig. 72. Tab. V. Fig. 71.

derum Luft in die Glocke läßt. Man nehme ein Glas AB, stecke eine Röhre C hinein, welche beynahе bis an den Boden des Glases reicht, der Röhre giebt man oben in C eine kleine Eröffnung, das Glas aber wird halb voll Wasser gefüllt. Wenn es nun wohl verwahrt ist, das zwischen der Röhre keine Luft in das Glas kommen kan: so setzt man es unter eine gläserne Glocke, und pumpet die Luft aus. Die äussere Luft drückt, nachdem sie verdünnet worden, nicht so stark durch die Eröffnung der Röhre auf das Wasser, als die Luft in dem Glase durch ihre Elasticität auf das Wasser drücker. Es muß also die in den Glase befindliche Luft durch ihre Elasticität verursachen daß das Wasser durch die Röhre C heraus springet.

Die Elasticität der Luft wird durch Wärme vermehrt.

§. 307. Weil sich die Luft von der Wärme ausdehnet: so muß sie durch die Wärme eine stärkere Bemühung bekommen, sich auszudehnen (§. 263.). Derowegen wird die elastische Kraft der Luft durch die Wärme vermehrt. Dabey kömmt es, daß eine Blase, worinnen ein wenig Luft ist, sehr stark aufgeblasen wird, wenn man sie über ein Kohlenfeuer hält; hingegen wieder zusammenfällt, wenn man sie wieder kalt werden läßt. Die äussere Luft drückt mit ihrer ganzen Schwere auf die Blase. Da sie sich nun dem ohngeachtet weiter ausdehnt: so muß durch die Wärme die Elasticität der

in der
Blase

Blase befindlichen Luft stärker geworden seyn, als der Druck der äussern Luft. Weil sie aber wieder zusammenfällt, nachdem sie kalt geworden: so muß die Kälte die Elasticität der Luft schwächen. Wie nun hieraus erhellet, daß man durch Hülfe der Wärme die Luft aus einem Gefässe herausjagen könne; so kan man auf diese Art fast alle die Wirkungen hervorbringen, welche man vermittelst der Luftpumpe zu zeigen gewohnt ist. Da nun z. E. die Luft das Wasser in eine hohle Kugel hineintreibt, nachdem die innere Luft aus der Kugel herausgepumpt worden; so ist leicht zuerachten, daß das Wasser ebenfalls in die Kugel hineindringen müsse, wenn man die Luft durch die Wärme herausjaget, die Eröffnung der Röhre ins Wasser setzet, und darinnen kalt werden lässet (S. 306.). Das Wasser wird aus dem Glase durch die Röhre hinauspringen müssen, wenn man die Luft über dem Wasser erhitzt, und dadurch ihre Elasticität vermehret. Man wird ferner urtheilen können, warum man einen Mörser mit einem Weinglase aufheben könne. Denn wenn man auf den Mörser ein mit warmen Wasser befeuchtetes Leder legt, das Weinglas über das Licht hält, es auf das Leder drückt und kalt werden läßt: so kan man den Mörser vermittelst des Weinglases in die Höhe heben. Denn, weil durch die Wärme die Luft aus dem Weinglase herausge-

Tab. V.

Fig. 71.

jagt wird: so ist es eben so viel, als wenn die Luft aus dem Glase herausgepumpt wäre. Wir haben aber oben gesehen, daß die Luft durch ihren Druck ein starkes Zusammenhängen derer Körper verursacht, wenn man sie zwischen ihnen wegpumpet. Und wenn man den Druck der Luft gegen den Mörser berechnet; so findet sich, daß er stark genug sey, denselben zu tragen. Es gehet aber das Weinglas sogleich von dem Mörser los, so bald man etwas Luft darunter läßt. Eben diese Beschaffenheit hat es auch mit dem Schröpfen.

Von dem Zusammenhängen der Marmor.

§. 308. Nun ist man im Stande zu urtheilen, ob das Zusammenhängen zweyer glatten Marmor vom Drucke der Luft herkomme. Ich habe nemlich oben gedacht, daß zwey Marmor sehr stark zusammenhängen, wenn man sie über dem Feuer erwärmet, mit ein wenig Unschlit beschmieret, sie an einander drückt, und kalt werden läßt. Das vorher angeführte Experiment war allein hinreichend genug die Naturkündiger dahin zu verleiten, daß sie diese Wirkung dem Drucke der Luft zuschrieben. Wenn ein Weinglas und ein Mörser durch den Druck der Luft so stark zusammenhängen, wenn man vermittelst der Wärme die Luft aus dem Weinglase herausjaget, warum solten nicht auch zwey Marmor zusammenhängen, wenn man die Luft durch das Feuer zwischen ihnen hinweggetrie-

ben

ben hat? Allein, ist denn zwischen beyden Marmorn eine Höle, so wie hier in dem Weinglase befindlich, daraus die Luft vermittelst der Wärme vertrieben werden kan? oder hängen sie nicht desto besser zusammen, je glätter sie sind, und je genauer sie also auf einander passen. Gesezt aber auch, daß die Luft durch ihren Druck ein Zusammenhängen der Marmor verursachte; so folgt doch nicht, daß sie die vornehmste, vielweniger die einzige Ursache davon sey. Dieses würde nur alsdenn statt haben, wenn die Kraft, mit welcher die Marmor zusammenhängen, nicht grösser wäre als der Druck der Luft. Es muß ja die Wirkung der Ursache, welche sie hervorbringt, jederzeit gleich seyn. Da nun aber das Zusammenhängen der Marmor jederzeit grösser befunden wird, als der Druck der Luft: so ist mehr als zu gewiß, daß die Luft zum wenigsten nicht die einzige Ursache von dieser Wirkung seyn könne, ja alle Umstände zeigen, daß sie gar nichts darzu beytrage. Die Guericq'schen Halbkugeln hangen wegen des Drucks der Luft zusammen, sie fallen aber auch von einander, wenn man die äussere Luft wegpumpet. Nun hänge man die Marmor unter einem Recipienten auf. Man pumpe die Luft mit aller Sorgfalt hinweg: so wird man vergeblich erwarten, daß sie von einander gehen, wenn sie recht aneinander gesezt worden sind. Damit man aber destoweniger

ger zweifle, daß nicht alles Zusammenhängen der Körper von dem Drucke der Luft herrühre; so habe ich zwey bleyerne Cylinder im Durchmesser 1 Zoll nach Rheinländischem Masse an der Grundfläche mit einem Messer glatt gemacht, und in einer Presse fest auf einander drücken lassen. Der Druck der Luft gegen diese Grundfläche beträgt höchstens 11 Pfund (§. 291.). Ich brauchte aber 73 Pfund, diese beyde Cylinder von einander zu reißen. Und doch hatten sie einander noch lange nicht in der ganzen Grundfläche berührt.

Die Elasticität der Luft wird durch Zusammen- drücken vermehrt.

§. 309. Wie die Elasticität der Luft durch die Wärme vermehret werden kan, so läßt sich dieselbe auch durch Zusammendrücken grösser machen. Wir haben hiebey weiter nichts zu thun, als daß wir dasjenige bey der Luft wieder anbringen, was oben von dem Zusammendrücken eines elastischen Körpers überhaupt erwiesen worden ist. Ich habe nemlich dargethan, daß die Elasticität eines Körpers der Kraft, welche ihn zusammendrückt, jederzeit gleich sey (§. 61.). Hieraus folgt also, es müsse die Elasticität der Luft desto grösser seyn, je stärker sie zusammendrückt wird.

Nach welcher Proportion die Luft zusammen gedrückt wird.

§. 310. Es ist ferner erwiesen worden, daß die Raume, in welche ein elastischer Körper zusammengedrückt wird, sich verkehrt verhalten, wie die Kräfte, welche den Körper zusammendrücken (§. 69.). Alles dieses muß auch von der Luft gelten, und wird durch die

Er

Erfahrung genau bestätigt. Mariotte * Tab. V.
 und andere haben es versucht. Man schmelze Fig. 73.

eine gläserne Röhre an dem einen Ende D zu,
 und biege sie dergestalt, daß die beyden En-
 den ABCD einander parallel sind. Diese
 Röhre befestigt man an eine Wand, daß sie
 perpendicular daran stehet. Nachdem dieses
 geschehen, theile man die kurze Röhre CD
 in 14 die lange AB aber in 40 Pariser
 Zolle ein. Wenn man nun in die lange
 Röhre Quecksilber gießt: so drückt es durch
 seine Schwere die Luft in der kurzen Röhre
 CD zusammen, und vermehrt zugleich ihre
 Elasticität. Daher dergleichen Röhre nicht
 allzudünne seyn darf, wenn sie nicht durch
 die Gewalt der zusammengedruckten Luft soll
 zersprenget werden (§. 309.). Nach welcher
 Proportion das Zusammendrücken der Luft
 geschehe, wird folgende Tabelle zeigen:

Die Höhe des Quecksilbers in der langen Röh-
 re. Die Höhe des Quecksilbers in der kurzen Röh-
 re. Der Raum der in der kur-
 zen Röhre einge-
 schlossene Luft.

0	0	14
3 $\frac{1}{5}$	1	13
6 $\frac{7}{12}$	2	12
10 $\frac{1}{2}$	3	11
15	4	10
20 $\frac{1}{8}$	5	9
26 $\frac{1}{8}$	6	8
34 $\frac{1}{2}$	7	7

B b s

Hier:

* Grundlehren der Hydrostatick und Hydraulick, wel-

Hieraus erhellet unter andern, daß das Quecksilber einen Zoll hoch in die kurze Röhre hineingestiegen, wenn es in der langen $3\frac{1}{2}$ Zoll hoch steht. Weil nun 1 Zoll hoch Quecksilber in der kurzen Röhre mit eben so viel Quecksilber in der langen die Wage hält (§. 148.), diejenigen Kräfte aber, welche einander entgegengesetzt und gleich sind, einander verhin- dern (§. 27.): so muß man einen Zoll von der Höhe des Quecksilbers in der langen Röhre abziehen, wenn man die Höhe des Quecksilbers finden will, welches die Luft in der kurzen Röhre zusam- mendrückt. Wenn man nun 1 von $3\frac{1}{2}$ abzieht: so bleiben $2\frac{1}{2}$ übrig; derowegen ist die Höhe des Quecksilbers, wel- ches die Luft in der kurzen Röhre zu- sammendrückt, $2\frac{1}{2}$ weil aber die Luft ihr selbst gelassen bereits von der ganzen über ihr stehenden Luftsäule zusammen- gedrückt ist, und da diese Luftsäule in dem gegenwärtigen Falle eben so stark gedrückt hat, als eine Quecksilbersäule, welche $27\frac{1}{2}$ Zoll hoch ist (§. 286.): so findet man die Kraft, welche die Luft in der kurzen Röhre zusammendrückt, wenn man zu $2\frac{1}{2}$ noch $27\frac{1}{2}$ addiret. Dieses macht zusammen $29\frac{1}{2}$ oder $29\frac{8}{11}$ Wenn man

die zu Leipzig ins Deutsche übersetzt mit Anmerkun- gen herausgekommen sind. p. 156.

man nun schliesset, wie sich der Druck der Luft und des Quecksilbers in der langen Röhre zusammengenommen zum Druck der Luft alleine verhält: so verhält sich der Raum, welchen die Luft in dem letztern Falle erfüllet, zu dem Raume, den sie in dem erstern Falle einnimmt: so bekömmt man folgende Proportion: $29\frac{8}{17} : 27\frac{1}{2} = 14 : 13$. Derowegen bestätigt die Erfahrung, daß die Räume, in welche die Luft zusammengedrückt wird, sich verkehrt verhalten, wie die Kräfte, welche sie zusammendrücken. Will man sich von der Richtigkeit der gegebenen Proportion versichern: so darf man nur die beyden äussersten Glieder mit einander multipliciren: so kommt 385, heraus, multiplicirt man nun die beyden mittleren mit einander: so bekommt man eben so viel. Es ist nemlich dieses eine Eigenschaft einer richtigen Proportion, daß das Product der äussern Glieder dem Product der mittlern gleich ist (§. 8. Ar.). Ob es nun gleich seine Richtigkeit hat, daß die Luft von einer doppelten Kraft doppelt, und von einer dreysfachen dreymal so stark zusammengedrückt wird: so hat diese Proportion doch bey einer sehr grossen Zusammendrückung der Luft nicht mehr statt. Denn sie wird endlich, weil sie impenetrabel ist, auch von einer unendlich grossen Kraft nicht

nicht weiter können zusammengedrückt werden. Sie müßte ja endlich in nichts verwandelt werden, wenn dieses seyn sollte. Wer wolte sich aber überreden, daß dieses möglich wäre. So hat *Mäuschenbroeck* wahrgenommen, daß die Luft dieses Gefesse nicht mehr recht beobachtet, wenn sie in einen 4mal kleinern Raum zusammengedrückt worden.

Von der
Wind:
Büchse.

§. 311. Aus dem was vorher gesagt worden, wird man ohne grosse Schwierigkeit abnehmen können, daß die Elasticität der Luft ganz ungemein vermehret werden müsse, wenn man viele in einen engen Raum hineinbringt, das ist, wenn man sie stark zusammendrückt (§. 309. 310.). Man darf nur durch die Röhre des oben (§. 306.) beschriebenen Glases hineinblasen, damit die Luft über dem Wasser zusammengedrückt und ihre Elasticität vermehret werde: so wird sie stärker auf das Wasser drücken, als die äussere widerstehen kan. Solcherge-
stalt muß das Wasser zu der Röhre heraus-
springen. Nimt man an statt des Glases einen messingenen Cylinder, welchen man auf die Luftpumpe schrauben kan; so kan man die Luft in dem Cylinder durch die Luftpumpe zusammendrücken. Wenn man dieses thut: so treibt die zusammengedrückte Luft das in dem Cylinder befindliche Wasser mit einer grossen Gewalt zu der Eröffnung desselben heraus. Und wer wolte alle Fälle anführen, in welchen die zu-

sammen-

sammengedrückte Luft eine Wirkung ver-
richtet, welche ihrer Elasticität proportional
ist? Eines der merkwürdigsten Instrumente,
die dieses bestätigen, ist die Windbüchse. Es
ist desto nöthiger von ihrer Beschaffenheit hier
etwas zu gedenken, je mehr man dadurch
pfliegt in Verwunderung gesetzt zu werden.

Die Figur stellt den Durchschnitt von der Tab. V.
Windbüchse vor. AB ist der Lauf, in wel- Fig. 74.
chem bey K die Kugel liegt. Dieser Lauf ist
mit einem andern Lauf CDRE umgeben, in
welchem die zusammengedrückte Luft aufbe-
halten wird. MN ist eine Pumpe in welcher
sich der an der eisernen Stange befestigte
Pumpstock befindet. Wenn der Stem-
pel herausgezogen wird: so dringt die
Luft durch das unten in der Röhre bey M
befindliche Loch herein, und erfüllet die Röhre
MN. Dreibt man nun den Stempel wie-
der hinein: so wird die Luft in der Röhre M
N zusammengedrückt, ihre elastische Kraft
wird vermehrt, sie stößt das Ventil P auf,
und dringet in den äußern Lauf CDRE hin-
ein. Weil nun das Ventil P die Luft nicht
wieder heraus läßt: so kan man dieselbe durch
anhaltendes Pumpen in den Lauf CDRE
sehr stark zusammendrücken. Wenn man
nun den Hahn losdrücker: so öffnet sich das
Ventil in L. Sogleich dehnt sich die zusam-
mengedrückte Luft dahin aus, und stößt die
Kugel K mit einer Gewalt fort, welche der
Kraft

Kraft des Schießpulvers wenig oder nichts nachgiebet. Weil ferner das Ventil L sich gleich wieder verschließt: so kan man etliche mal schiessen, ehe man nöthig hat wieder Luft einzupumpen doch sind die nachfolgenden Schüsse immer schwächer, als die vorhergehenden.

Die Kräfte, mit welchen die Lufttheilgen einander von sich stoßen, verhalten sich umgekehrt wie ihre Entfernungen. S. 312. Hieraus erhellet zur Gnüge, mit welcher Gewalt sich die Luft ausdehnet, wenn sie zusammengedrückt worden. Die Luft kan sich nicht ausdehnen, wenn sich nicht ihre Theile von einander entfernen. Derowegen müssen die Lufttheile eine beständige Bemühung anwenden, sich von einander zu entfernen, oder, welches gleich viel ist, sie müssen vor einander fliehen. Ich sage, die Kraft, mit welcher die Lufttheile vor einander fliehen, nimt in eben der Verhältniß zu in welcher die Eröffnung der Lufttheile abnimt. Um dieses zu beweisen, wollen wir uns zwey Würffel von gleicher Größe vorstellen, welche eine ungleiche Menge von Luft in sich halten. Wir wollen ferner setzen, es verhalte sich die Entfernung der Lufttheilgen in dem Würffel B zu der Entfernung der Lufttheilgen in dem Würffel A wie 1 zu 2; so werden die Lufttheilgen in dem Würffel B noch einmal so nahe beysammen seyn, als in dem Würffel A. Also wird sich die Anzahl derer Lufttheilgen, welche in der Linie HI befindlich sind, zu der Anzahl

zahl

zahl derer Lufttheile in der Linie DE verhalten, wie 2. zu 1. Derowegen muß sich die Anzahl derer Theile, welche gegen die Fläche DEFG wirken, zu der Anzahl derer Theile, welche ihre Wirkung gegen die Fläche HILM verrichten, verhalten wie 1 zu 4. Denn die Anzahl der Theile, welche gegen die Fläche DEFG wirken, verhalten sich wie die Quadrate derer Theile in denen Linien DE und HI. Da sich nun die Anzahl der Theile DE zu der Anzahl der Theile HI wie 1 zu 2 verhalten: so muß sich nothwendig die Anzahl der Lufttheile, welche ihre Wirkung gegen die Fläche CEFG verrichten, zu der Anzahl der Lufttheile, welche ihre Wirkung gegen die Fläche HILM äussern, verhalten wie das Quadrat von 1 zu dem Quadrate von 2, das ist, wie 1 zu 4. Wiederum, da sich die Anzahl derer Lufttheile in der Linie DE zur Anzahl der Lufttheile in der Linie HI verhält, wie 1 zu 2: so muß sich die Menge der Luft, welche der Würffel A in sich begreift, zu der Luft, welche in dem Würffel B enthalten ist, verhalten wie der Cubus von 1 zu dem Cubo von 2, das ist wie 1 zu 8. Solchergestalt enthält der Würffel B achtmal so viel Luft als der Würffel A, und wenn 3. L. die Luft in dem Würffel A ein Loth gewo-

gen

gen hätte, so würde die Luft in dem Würffel B 8 Loth wiegen müssen. Wenn die Räume, in welche die Luft zusammengedrückt wird, gleich groß sind: so verhält sich die Dichtigkeit der Luft wie die Menge der Theile, so den Raum erfüllen. Nun ist aber die Kraft, welche die Luft zusammendrückt, der Dichtigkeit der Luft jederzeit proportional (§. 309.); derowegen ist die Kraft, welche die Luft in dem Würffel B zusammendrückt, achtmal größer als die Kraft, welche die Luft in dem Würffel A zusammen zu drücken angewendet wird. Denn es ist die Luft in dem Würffel B 8 mal dichter als in dem Würffel A. Wenn man sich nun ferner einbildet, daß man gegen die Flächen DG und MH drücke, um der in den Würffeln A und B enthaltenen Luft den gehörigen Grad der Dichtigkeit zu geben: so ist nunmehrro ausgemacht, daß sich die Kraft, mit welcher man gegen die Fläche DG drückt, zu der Kraft, welche man gegen die Fläche HM anwenden muß, verhalte wie 1 zu 8. Da nun bereits oben erwiesen worden, daß die Kraft, mit welcher sich die Luft auszudehnen sucht, der Kraft, welche sie zusammendrückt, jederzeit gleich sey: so ist offenbar, daß sich die Kraft, mit welcher die Luft in dem Würfel

Würffel B gegen die Fläche HM würket sich verhalte wie 1 zu 8. Die Kraft, mit welcher die Luft gegen die Flächen DG und HM würket, ist desto grösser, je grösser die Anzahl der Theile ist (§. 56.). Es ist aber diese Kraft auch der Geschwindigkeit oder Kraft der Lufttheilgen proportional, mit welcher sie sich von einander zu entfernen suchen, oder vor einander fliehen (§. 64.). Denn wenn gleich eben so viel Luft in dem einen Würffel wäre, als wie in dem andern; es hätten aber die Lufttheilgen in dem einen Würffel eine grössere Gewalt wie in dem andern: so würden sie auch eine grössere Wirkung verrichten. Solchergestalt ist die Wirkung der Luft gegen die Flächen DG und HM in einer zusammengesetzten Verhältniß der Anzahl der Theile in diesen Flächen und der Wirkung derselben. Die Anzahl der Theile in der Fläche DG verhält sich zur Anzahl der Theile in der Fläche HM wie 1 zu 4. Derowegen muß sich die Wirkung der Lufttheile in dem Würffel A zur Wirkung der Lufttheile in dem Würffel B verhalten wie 1 zu 2. Denn wenn man die beyden Verhältnisse, 1 zu 2, und 1 zu 4, mit einander multipliciret: so kommet die zusammengesetzte Verhältniß 1 zu 8, welche der Kräg. Naturl. I. Th. C c Wür-

Wärkung der Luft in die Flächen DG und HM zukömmt, heraus. Wenn es nun solchergestalt gewiß ist, daß sich die Wärkung eines Lufttheilgens in dem Würffel A, zu der Wärkung eines Lufttheilgens in dem Würffel B verhält wie 1 zu 2: wenn ferner die Wärkung der Luft in dem gegenwärtigen Falle darinn besteht, daß sie sich auszudehnen, und also ihre Theilgen sich von einander zu entfernen suchen: so verhält sich die Kraft, mit welcher die Lufttheilgen in dem Würffel A vor einander fliehen, zu der Kraft, mit welcher die Lufttheilgen in dem Würffel B sich von einander zu entfernen bemühet sind, wie 1 zu 2. Es verhält sich aber die Entfernung der Lufttheilgen in dem Würffel B von einander zu der Entfernung, welche die Lufttheilgen in dem Würffel A von einander haben, wie 1 zu 2. Derowegen verhält sich die Kraft, mit welcher die Lufttheilgen vor einander fliehen, umgekehrt, als wie die Entfernung der Lufttheilgen von einander. Sie wird solchergestalt desto grösser, je näher die Lufttheilgen zusammen kommen, und desto kleiner, je weiter sie von einander entfernnet sind.

Allgemeiner Beweis des

S. 313. Man setze die Anzahl der Theile in der Linie DE = n, die Anzahl der Theile

Theile

Theile in der Linie $HI = nr$; so verhält ^{vorigen} sich die Entfernung der Theile in der ^{Satzes.} Linie HI zu ihrer Entfernung in der Linie DE wie n zu nr und die Elasticität der Luft im Würffel A zur Elasticität der Luft im Würffel B , wie n^3 : $(nr)^3$. Diese Verhältniß ist aus der Verhältniß der Menge der gegen die Flächen DE und HI wirkenden Lufttheilgen, und aus der Verhältniß der Wirkungen derselben oder der Geschwindigkeiten, mit welchen sie einander von sich stossen, zusammengesetzt. (§. 56.) Da nun die erstere Verhältniß ist wie n^2 zu $(nr)^2$: so muß nothwendig die letztere seyn n zu nr . Denn $(nr)^2 \times (nr) = (nr)^3$.

§. 314. Daß dieser Satz: die Lufttheilgen ^{Nöthige} stehen vor einander mit einer Kraft, welche ^{Erinne-} sich verkehrt wie ihre Entfernungen verhält; ^{zung.} nur von denen Lufttheilgen gelte, welche einander am nächsten sind, ist aus der Erfahrung zu schließen. Denn diese lehrt, daß die Elasticität der Luft unverändert bleibe, wenn nicht ihre Dichtigkeit verändert wird, es mag viel oder wenig Luft vorhanden seyn. So ist z. E. die Luft in einem grossen Gefässe nicht elastischer, als in einem kleinen, wenn sie beyderseits gleich dichte ist. Dieses aber müßte so seyn, wenn auch die entferntesten Lufttheilgen merklich in einander wirkten. Denn so würde die Wirkung vieler Lufttheilgen

stärker seyn, als wenn ihrer weniger wären. Zum andern gilt dieses, daß die Luft desto elastischer sey, je näher ihre Theilgen zusammen kommen, nur alsdenn, wenn ihre Elasticität aus keiner andern Ursache vermehret wird. Denn es ist erwiesen worden, daß die Elasticität der Luft durch die Wärme vermehret werden könne (§. 307.), ohne daß die Theilgen näher an einander gebracht werden.

Wie groß die Anzahl der Zwischenräumen in der Luft sey. §. 311. Wir müssen noch betrachten ob die Luft viele Zwischenräumen habe oder nicht. Wir können das erstere leicht vermuthen, wenn wir bedenken, daß sie sehr leichte sey. Je leichter aber ein Körper ist, desto weniger Masse und desto mehr Zwischenräumen hat derselbe (§. 56. 58.). Damit wir nun dieses etwas genauer erkennen: so wollen wir die Luft mit dem Golde vergleichen. Das Gold ist unter allen Körpern das schwereste, denn sie schwimmen insgesamt auf dem Quecksilber, nur dieses allein sinket darinnen zu Boden. Es ist also das Gold unter allen Körpern der dichteste, und hat folglich die kleinsten Zwischenräumen. Denn solten nicht die Zwischenräumen eines Körpers desto kleiner werden, je dichter er ist. Vielleicht hat aber das Gold gar keine Zwischenräumen, sondern seine Materie gehet in einem fort. Allein kan das Gold

Gold nicht erwärmet werden? Wie wolte es nun warm werden, wenn das Feuer nicht hineindränge, und wie wolte das Feuer hindringen, wenn das Gold keine Zwischenräume hätte? Wenn es also mehr als zu gewiß ist, daß sich im Golde Zwischenräume befinden: so fragt es sich nur, wie groß ihre Anzahl sey. Newton behauptete, daß das Gold mehr Zwischenräumen als Theile habe, weil er sahe, daß der Magnet seine Wirkung ganz frey und ungehindert ausserte, wenn man gleich den Raum, welcher zwischen ihm und dem Eisen war, das er an sich ziehen sollte, mit Golde erfüllete. Wir wollen nur setzen, das Gold habe eben so viel Zwischenräumen als Theile: so wird die Hälfte des Raums, welchen das Gold erfüllt, leer, die andere Hälfte aber mit den Theilen des Goldes angefüllt seyn. Weil sich nun die Schwere der Luft zur Schwere des Wassers verhält wie 1 zu 922. (§. 297); weil sich ferner die Schwere des Wassers gegen die Schwere des Goldes verhält, wie 1 zu $19\frac{1}{10}$ (§. 196.); so verhält sich die Schwere der Luft zur Schwere des Goldes, wie 1 zu 922. multipliciret mit $19\frac{1}{10}$, das ist, wie 1 zu 17518 multiplicirt mit $\frac{10}{1}$. Multiplicirt man nun diese beyde Brüche mit einander: so bekommt man $\frac{1807180}{100}$. Wenn man mit 100. wirklich dividirt: so findet man, daß sich die Luft zum Golde verhalte, wie 1 zu

18071, und solchergestalt ist das Gold 18071 mal schwerer, als die Luft. Nun ist die Anzahl der Theile in einem Körper seiner Schwere jederzeit proportional, also muß ein Cubiczoll Gold 18071 mal so viel Theilgen in sich fassen, als ein Cubiczoll Luft. Gleichwohl ist die Hälfte des Raums, welchen das Gold erfüllet, ledig. Wenn es also ein vollkommen dichter Körper wäre: so würde ein Cubiczoll Gold 2 mal 18071, das ist, 36142 mal mehr Theile haben, als ein Cubiczoll Luft. Gesezt demnach, es wäre so wohl der Cubiczoll Gold, als der mit Luft erfüllte Cubiczoll in 36142. gleiche Theile eingetheilt: so würden bey dem Golde 18071, bey der Luft aber 36141 Theile des Raumes ledig bleiben. Man darf ja nur die Anzahl der Theile von dem ganzen Raume, welchen der Körper einnimmt, abziehen, wenn man die Anzahl der Zwischenräumen zu wissen verlangt. Die Menge der Lufttheile war = 1, die Anzahl der Theile im Golde aber 18071. Zieht man dieses von 36142 ab: so bleibt im ersten Falle 36141, im andern aber 18071 übrig. Solchergestalt ist es gewiß, daß 36141 mal mehr Zwischenräumen, als Theile in der Luft anzutreffen sind. Sind nun aber so viel Zwischenräumen in der Luft, solten wohl die Lufttheilgen einander berühren? Vielleicht berühren sie einander nicht, ob sie schon vor einander fliehen. Man wird in dieser Meynung bestärkt, wenn man

man

man bedenkt, das hier von der Luft die Rede sey, welche uns umgiebet, von einer Luft, welche von der Schwere der ganzen Atmosphäre zusammengedrückt ist, die also viel dichter ist, und viel weniger Zwischenräumen hat, als sie sonst haben würde. Wie groß muß nicht die Anzahl der Zwischenräume bey der Luft seyn, die durch Auspumpen sehr verdünnet worden, oder die sich am Ende der Atmosphäre befindet? Gewiß, ihre Theilgen können einander unmöglich berühren. Berühren sie einander nicht: so hängen sie nicht merklich zusammen; hängen sie aber nicht merklich zusammen, und wie wolten sie zusammenhängen, da sie einander von sich stoßen (S. 312.)? so kan die Luft der Bewegung eines Körpers auch nicht wegen des Zusammenhängens ihrer Theile widerstehen. Sie widerstehet demnach bloß wegen ihrer Materie. Der erstere Widerstand ist der Geschwindigkeit, der letztere aber dem Quadrate der Geschwindigkeit des bewegten Körpers proportional (S. 142. 143.). Und die Erfahrung lehret, daß die Luft zwar nach der letztern, nicht aber nach der erstern Verhältniß der Bewegung der Körper widerstehe; sie bestätigt also, daß die Lufttheile nicht merklich zusammen hängen. Allein, streitet dieses nicht mit der gegebenen Erklärung des Körpers, vermöge welcher seine Theile in einer Verbindung seyn sollen? Denn hängen die Luft-

theilgen nicht mit einander zusammen, wie sind sie denn mit einander verbunden, und zählt man also die Luft wohl mit Recht unter die Körper? Ich habe hierauf nichts zu antworten, als daß man bedenke, was es heiße, die Theile eines Körpers stehen in einer Verbindung, Ein jeder sagt, daß A und B verknüpft oder verbunden sind, wenn in B etwas ist, das von A den zureichenden Grund in sich begreift. Habe ich aber nicht erwiesen, daß die Lufttheile einander von sich stossen (§. 312.)? Dieses setzt eine Wirkung voraus, wirken sie aber in einander: so stehen sie auch in einer Verbindung.

Die Luft
dringt
durch das
Holz.

§. 316. Daß die Luft durch die Zwischenräumen des Holzes hindurchdringe, kan man erweisen, wenn man sich einen hölzernen Recipienten machen läßt, und anfängt die Luft auszupumpen. Denn es wird eine solche hölzerne Glocke zwar anfangs an den Teller der Luftpumpe angedrückt werden; allein dieses kommt bloß daher, daß die Luft von außen nicht so geschwind durch die Zwischenräumen des Holzes hindurchdringen kan, als die innere ausgepumpt wird. Man kan es ganz deutlich hören, daß die Luft mit einem Geräusche durch das Holz hindurch dringet. So bald sie nun in den inwendigen Raum der Glocke hineingedrungen ist, so bald geht auch die Glocke von dem Teller der Luftpumpe los (§. 289.).

§. 317.

§. 317. **Müschbroeck** hat die Luft in einem Recipienten dergestalt verdünnet, daß sie das Quecksilber nicht höher als $\frac{1}{4}$ Zoll hoch durch ihre Elasticität in der Torricellianischen Röhre erhalten können. Diese verdünnete Luft ist nicht mehr im Stande gewesen, durch die Zwischenräumen des Buchenholzes hindurchzudringen, ob sie sich gleich frey durch die Zwischenräumen des lockern Holzes hindurch bewegte. Hieraus hat er geschlossen, daß die Lufttheilgen kleiner werden müssen, wenn die Luft zusammenge- drückt wird. Denn warum wäre sonst nur die dichte Luft, nicht aber die verdünnete durch die Zwischenräumen dieses Holzes hindurchgedrungen? Zum andern können wir hieraus die Größe der Lufttheilgen bestimmen. Denn als man den Diameter der Zwischenräumen dieses Holzes, durch welches die verdünnete Luft nicht mehr hindurchdringen wolte, durch ein Vergrößerungsglas mit dem Diameter eines Haares verglich: so fand man, daß sich jener zu diesem verhielt wie 1 zu 10. Deswegen verhält sich dergleichen Zwischenräumen zu der Dicke eines Haares wie 1 zu 100. Wenn also die Luft so sehr verdünnet ist, daß ihre Elasticität das Quecksilber nur $\frac{1}{4}$ Zoll hoch zu erhalten vermag: so muß ein Lufttheilgen im Durchschnitt nicht viel größer seyn als $\frac{1}{100}$ von der Dicke eines Haares. Weil aber die Luft von einer doppelten

Größe
der Luft
theilgen.

Kraft in einem doppelt kleinern Raum zusammengedrückt wird (§. 310.): so muß sie 37 mal mehr zusammengedrückt gewesen seyn, als diese gewesen, wenn sie von der ganzen über ihr stehenden Luftsäule beschweret worden. Denn der Druck der Luft ist so groß als die Schwere einer Quecksilbersäule, welche 28 Zoll hoch ist (§. 291.). Und 28. Zoll machen $\frac{12}{2}$ Zolle aus, wovon $\frac{1}{4}$ Zoll etwas mehr als der 37ste Theil ist. Ziehet aus 37 die Cubicwurzel aus; so findet ihr dieselbe = $\sqrt[3]{37}$. Wenn man nun annehmen wolte, daß sich die Räume, in welche die Lufttheilgen zusammengedrückt würden, umgekehrt wie die Kräfte verhielten, welche sie zusammendrückten: so verhielte sich der Diameter eines Theilgens von der Luft wie diejenige ist, welche uns jederzeit umgiebet, zum Diameter eines Lufttheilgens, welches 37 mal größer ist, wie 1 zu $\sqrt[3]{37}$. Weil sich nun der Diameter eines solchen ausgedehnten Lufttheilgens zum Diameter eines Haares verhält, wie 1 zu 10: so müste sich der Diameter eines Theilgens von der Luft, die uns umgiebet, zum Diameter eines Haares verhalten, wie 1 zu 33. Ohngefehr 600 Haare machen die Länge eines Zolles. Derowegen müßten 33 mal 600, das ist 19800 Lufttheilgen auf einen Zoll gehen. Es wäre also der Diameter eines Lufttheilgens $\frac{1}{19800}$ von einem Zolle, oder der 198ste Theil von einem Scrupel. Es läßt sich aber die Luft noch

noch

noch stärker zusammendrücken, als sie von einer Quecksilbersäule, welche 28 Zoll hoch ist, zusammengedrückt werden kan. Boyle hat sie schon 30, Zales 38, Galley 60, und die Petersburgische Academie 120 mal dichter gemacht.

S. 318. Wenn man auf einen Recipienten Der welcher oben offen ist, eine hölzerne Schüssel an Druck der füttet, die Schüssel voll Wasser gieffet, und die Luft kan Luft aus dem Recipienten herauspumpet: so wird durch den Druck der auf dem Wasser liegenden Luft das Wasser durch das Holz hin- u. Quecksilber in die durch getrieben werden, und in den leeren Recipienten hineinlauffen. Ich habe nicht nöthig, des Holzes hinein- weisläufig zu zeigen, wie dieses zugehe. Denn es wird niemand, der das vorhergehende mit Bedacht gelesen, zweifeln, daß dieses eine Wirkung sey, welche dem Drucke der Luft zuzuschreiben ist. Allein eben deswegen möchte man sich wundern, warum dieses Experiment nur mit Wasser, nicht aber mit Quecksilber angehet. Denn, wenn man gleich Quecksilber in die hölzerne Schüssel gieffet, und die Luft auspumpet: so läuft dennoch das Quecksilber nicht durch das Holz in den Recipienten. Wer mit dem Quecksilber viel ungehet, wird nicht darauf verfallen, daß es nicht zart genug seyn sollte, in die Zwischenräumen des Holzes hineinzudringen. Durchdringt es doch die Metalle, welche viel dichter sind, und also viel kleinere Zwischenräumen haben als das Holz. Es muß demnach eine andere

andere Ursache haben, warum das Quecksilber nicht so, wie das Wasser, von dem Drucke der Luft durch das Holz hindurchgetrieben wird. Es wird auch nicht schwer fallen, die Ursache davon zu entdecken, wenn wir uns nur erinnern, daß das Quecksilber, ihm selbst gelassen, nicht in die Zwischenräumen des Holzes hineindringe (§. 226.). Ist aber dieses: so befindet sich jederzeit Luft zwischen dem Quecksilber und dem Holze. Es kan also die Luft zwischen dem Quecksilber und dem Holze hindurchdringen, ohne das Quecksilber in die Zwischenräumen des Holzes hinzutreiben. Man sieht also zugleich, worauf es ankömmt, wenn das Quecksilber durch den Druck der Luft in das Holz getrieben werden soll. Man darf nur verhindern, daß sich zwischen dem Quecksilber und dem Holze keine Luft aufhalten kan. Wenn man daher Wasser und Quecksilber zugleich in die hölzerne Schüssel gießet, damit sich das Wasser zwischen das Holz und Quecksilber setzen könne, und den Stempel in der Luftpumpe bey verschlossenem Hahne heraufwindet, damit auf einmal ein lustleerer Raum unter dem Recipienten hervorgebracht werde: so wird das Quecksilber eben so, wie vorher das Wasser, von dem Drucke der Luft in die Zwischenräumen des Holzes hineingetrieben werden.

§. 379. Die Luft ist von leichterer Art als die meisten andern flüssigen Materien, welche in die Sinne fallen, als Wasser, Milch, Wein, Weingeist u. s. w. Nun aber dringt eine flüssige Materie von leichterer Art in die Zwischenräumen eines Körpers hinein (§. 221.). Dieses geht mit der Luft desto leichter an, je weniger das Zusammenhängen ihrer Theile dieser Bewegung widersteht. Solchergehalt muß sich die Luft in die Zwischenräumen der gröbern flüssigen Materien hineinbegeben, und sich mit ihnen vermischen, Daher wird es uns nicht befremden, daß man die Gegenwart der Luft in allen diesen Körpern durch Versuche entdeckt hat. Es lehret aber die Erfahrung hievon folgendes: Wenn man ein Glas mit kaltem, und ein ander Glas mit warmen Wasser unter den Recipienten setzt, und die Luft auspumpet: so wird sich eine Menge Luftblasen so wohl in dem kalten als warmen Wasser zeigen, und darinnen in die Höhe steigen. Allein die Blasen werden im warmen Wasser grösser seyn, und schneller in die Höhe steigen, als im kalten, dergestalt, daß die obere Fläche des warmen Wassers eben so unruhig wird, als wenn es kochte. Dergleichen wiederfähret auch dem Urine, wenn man ihn so warm unter den Recipienten bringt, wie er aus der Blase gelassen wird; da sich hingegen wenig Luft darinnen zeigt, wenn er kalt ist. Daß
im

Die Luft ist in den Zwischenräumen der flüssigen Materien anzutreffen.

im warmen Wasser mehr Luft seyn sollte, als im kalten, kan darum nicht statt haben, weil wir wissen, daß die Luft durch die Hitze aus dem Wasser herausgetrieben werde (S. 363.). Es muß demnach der Unterscheid blos darinnen zu suchen seyn, daß die Luft aus dem warmen Wasser leichter als aus dem kalten herausgehen kan. Die Luft, welche sich in den flüssigen Materien befindet, ist entweder gar dichter, oder sie ist zum wenigsten eben so dichte, als die äussere. Solchergestalt sind die Zwischenräumen des Wassers nicht anders anzusehen, als wenn sie lauter kleine mit Luft erfüllte Blasen wären. Von dergleichen Blasen ist erwiesen worden, daß sich die Luft in ihnen ausdehne; wenn die äussere hinweggenommen wird (S. 305.). Man begreift also so wohl, daß dieses auch mit der Luft erfolgen müsse, welche in den Zwischenräumen der flüssigen Materien angetroffen wird. Dehnt sich nun die Luft aus: so treibt sie desto mehrere Wassertheilgen aus der Stelle, je stärker sie sich ausdehnet. Sie wird demnach desto stärker von dem Wasser gedrückt, und muß folglich in ihm in die Höhe steigen (S. 175.). Hier hat es nun freylich das Ansehen, als müsse dieses eben so wohl im kalten, als im warmen Wasser erfolgen, wie es denn auch wirklich geschieht. Allein, weil sich die Luft von der Wärme ausdehnet (S. 263.): so wird die Luft im warmen Wasser

set stärker als im kalten ausgedehnt. Sie bewegt sich also in dem ersteren geschwinder, als in dem letztern, ja es steigt manches Luftbläsgen in dem warmen Wasser in die Höhe, das im kalten zurücke geblieben wäre. Hierzu kommt noch dieses, das Feuer verhindert durch seine Gegenwart, daß sich die Wassertheilgen in gnugsamen Puncten berühren. Wenn nun aber dieses nicht geschieht: so hangen die Theilgen des warmen Wassers nicht so stark als die Theilgen des kalten zusammen (S. 189.). Es wird demnach der Bewegung der Luft im kalten Wasser mehr als im warmen widerstanden. Es ist aber bekannt, daß die Bewegung desto langsamer geschieht, je grösser der Widerstand ist. Hieraus erhellet also, warum die Luft häufiger und geschwinder im warmen als im kalten Wasser in die Höhe steigt. Eben dieses geschieht mit dem warmen Blute und der warmen Milch, sonderlich aber giebt die letztere in dem luftleeren Raume eine solche Menge von Luftblasen, daß sie bey nahe ganz aus dem Gefässe hinausläufft. Denn weil die Milch zäher ist, als das Wasser, oder der Weingeist: so zerplazen die Blasen hier nicht so geschwinde, als bey dem Wasser, sie häuffen sich vielmehr, und machen, daß die Milch aus dem Gefässen herausläufft. Die Gegenwart der Luft in dem Wasser zeigt sich auch im folgenden Experimente. Man setzet auf

auf den Keller der Luftpumpe, welcher unten mit einem Hahne versehen seyn muß, eine gläserne Glocke, und pumpet die Luft aus derselben heraus. Wenn dieses geschehen, so verschließt man den Hahn, und schraubt den Keller mit der gläsernen Glocke von der Luftpumpe ab. Hierauf setzt man den Keller in das Wasser, und öffnet den Hahn. Sogleich springet das Wasser in den luftleeren Raum (§. 291.) mit einer grossen Gewalt hinein. Dieses Wasser sieht so weiß aus wie Milch, und wenn man es genauer betrachtet: so sieht man daß die weiße Farbe von einer Menge kleiner Luftbläschen ihren Ursprung hat. Das ist nun eben die Luft, welche sich im Wasser befindet, und die herausgeht, so bald es in einen luftleeren Raum kömmt. Da sie sich nun endlich oben über dem Wasser im Recipienten sammlet: so wird das durch das Wasser wieder klar, zugleich aber auch verhindert, daß nicht der ganze Recipient voll Wasser werden kan, wenn man die Luft schon noch so reine ausgepumpt hat.

Wie die
Luft in die
flüssigen
Materien
hinein-
kömmt.

§. 320. In das Blut, die Milch und den Urin, wird die Luft sonder Zweifel durch Essen und Trinken hineingebracht. Denn es pflöget sich in allen denen Speisen, welche wir geniessen, Luft aufzuhalten. Will man aber sehen, wie sich die Luft mit andern flüssigen Materien vermischt: so muß man, nach dem Exempel des Mariotte, Wasser oder Weingeist

geist von Luft reinigen, welches theils durch Kochen, theils vermittelst der Luftpumpe geschehen kan. Füllt man nun mit solchen von Luft gereinigtem Wasser oder Weingeiste eine gläserne Kugel, und läßt eine Luftblase darüber: so wird sich dieselbe unvermerkt verlieren, und die flüssige Materie wird alsdenn die ganze Kugel erfüllen. Diese Luft kann nicht durch das Glas hindurch gedrungen seyn, sie kan auch nicht im Wasser niedergestiegen seyn, weil sie leichter ist, als das Wasser. Wo wolte sie also hingekommen seyn, wenn sie sich nicht in die Zwischenräumen der flüssigen Materie hineinbegeben hätte? Man siehet aber auch zugleich die Ursache, warum die Luft geschwinder in den Weingeist als in das Wasser hineindringet. Denn die Theilgen des ersten hangen nicht so stark, als die Theilgen des letztern zusammen, und also widersteht der Weingeist dem Hineindringen der Luft weniger, als das Wasser. Wenn man diesen Versuch anstellt: so wird man ferner daraus erkennen, daß eine flüssige Materie nur einen gewissen Theil Luft anzunehmen geschickt sey. Denn wenn man es auf die gedachte Weise dahin gebracht hat, daß sich verschiedene Luftblasen mit dem Wasser oder Weingeiste vermänget haben: so wird man finden, daß sich die Luft anfangs geschwind hernach aber langsam, und auf die lezt gar nicht mehr mit den flüssigen Materien verkrög. *Naturl. I. Th. Dd mischet.*

mischer. Es kan sich freylich keine Luft mehr mit dem Wasser vermischen, wenn seine Zwischenräumen bereits alle damit erfüllt sind.

Luft in fe-
sten Cör-
pern.

§. 312. Wer da bedenket, was die Ursache sey, warum die Luft in die Zwischenräumen der flüssigen Materien hineindringt; der wird finden, daß dieses von den festen Körper eben so wohl als von den flüssigen gelten müsse. Es hängt sich also die Luft auch an die festen Körper an, und dringt in ihre Zwischenräumen, wenn sie groß genug sind, hinein. Denn in diesem Fall hat es mit der Luft fast eben die Beschaffenheit, als mit dem Feuer, welches wegen der ungemeynen Subtilität seiner Theile alles durchdringt. Weil aber doch die Luft nicht aus so kleinen Theilen, wie das Feuer, zusammengesetzt ist (§. 275); so findet man auch viele Körper in deren Zwischenräumen die Luft nicht hineinzudringen vermögend ist. Das Mehl ist ein sehr lockerer Körper und hat daher grosse Zwischenräumen, welche nothwendig mit Luft erfüllet seyn müssen. Da sich nun auch Luft in dem Wasser befindet, und ein Reich aus Mehl und Wasser zusammengesetzt ist: so muß in demselben sehr viele Luft enthalten seyn. Man sieht also die Ursache, warum er so stark aufschwellet, wenn man ihn unter einen Recipienten bringt, und die Luft aus-

pump

pumpet. Denn es hat damit keine andere Beschaffenheit, als mit dem Aufschwellen der Blase, worinnen ein wenig Luft ist (S. 305.). Und eben daher erkennet man, warum er wieder zusammenfällt, wenn man Luft unter dem Rezipienten läßt. Da es ferner einerley ist, ob sich die Luft ausdehnet, wenn die äuffere weggepumpet wird, oder ob sie von der Wärme ausgedehnt wird (S. 307.); und das letztere geschieht, wenn aus dem Teige Brod gebacken wird: so muß auch in diesem Falle der Teig von der Wärme aufschwellen, und dieses ist die Ursache, warum so grosse Lustlöcher in dem Brodte angetroffen werden.

§. 322. Verlanget man die Luft zu sehen, welche in einigen festen Körpern verborgen ist: so darf man sie nur in solch Wasser legen, welches von der Luft gereinigt worden, und die Luft auspumpen: so wird eine grosse Menge von Blasen aus ihren Zwischenräumen herausfahren, und in dem Wasser in die Höhe steigen. Dieses geschieht bey dem Holze und bey allen Arten der Früchte. Was insonderheit das Holz betrifft: so wird nicht nur die Luft durch das Auspumpen daraus vertrieben; sondern wenn man wieder Luft unter die Glocke läßt: so wird durch den Druck derselben das Wasser in die leeren Zwischenräumen des Holzes hinein gerrieben. Wenn dieses geschehn ist: so nimmt man

D d 2

man

man eine doppelte Veränderung bey dem Holze wahr. Einmal, daß es unterfinke, da es vorher auf dem Wasser schwamm. Zum andern, daß es durchsichtig wird, wenn es nicht gar zu dicke ist. Dieses zeigt sich auch bey denen Früchten. Denn wenn man einen Apfel schälet, ihn in Scheiben zerschneidet, die Luft auspumpet, und ihn hernachmals im Wasser liegen läßt, damit dieses in ihn hineindringen könne: so wird der Apfel ganz durchsichtig und weich werden. Die Ursache, warum diese Körper durchsichtig werden, wird sich unten bey der Betrachtung des Lichts geben lassen, da wir sehen werden, daß ein Körper durchsichtig werde, wenn seine Zwischenräumen mit einer Materie erfüllt werden, die mit dem Körper bey nahe eine Dichtigkeit hat. Daß aber der Apfel weich wird; kommt daher, weil das Wasser seine Theile von einander trennt, und also die Anzahl der Berührungspuncte und folglich das Zusammenhängen der Theilgen vermindert (§. 189.). Die Gegenwart der Luft in einem Apfel erhellet auch daraus, das er zerspringt, wenn man ihn unter einen Recipienten legt, und die Luft auspumpet.

Thiere
sterben im
luftleeren
Raume.

§. 323. Weil die Luft zu dem Athemholen vieler Thiere unumgänglich nöthig ist: so müssen alle Thiere in einem luftleeren Raume sterben, welche nicht ohne Athem zu holen leben können. Es kommt aber noch eine andere

dere Ursache hiezu, welche ihren Tod nicht
 nur befördert, sondern ihn auch schmerzhafter
 macht. Solches ist die Luft, die sich im
 dem Blute und den übrigen Säften, inglei-
 chen in der Höle der Brust und des Unter-
 leibes befindet. Diese dehnt sich aus, wenn
 die äussere weggepumpt wird. Daher schwel-
 len die Adern und der ganze Leib auf, und
 die Nerven werden auf eine empfindliche Art
 gedehnet. Man kan dieses Aufschwellen der
 Adern am allerbesten an einem Caninichen
 wahrnehmen, weil dieses durchsichtige Oh-
 ren und die Adern frey liegen hat. Es ster-
 ben nun zwar die Thiere meistens in ei-
 nem luftleeren Raume an Convulsionen, auf
 eben die Art, wie ein gehenkter; doch zeigt
 sich in zufälligen Dingen einiger Unterscheid.
 Die Vögel sterben gemeinlich eher, als die
 vierfüßigen Thiere, weil sie eine zartere Stru-
 ctur als diese haben. Unter den vierfüßigen
 Thieren sterben die Katzen sehr schwer, und
 insonderheit die jungen schwerer als die alten,
 weil die Blutgefäße der jungen Thiere viel
 beugsamer sind, und der Ausdehnung der
 Luft mehr nachgeben können, als bey den al-
 ten. Daß es mit dem Tode der Fische und
 Frösche so schwer hergehe, ist destoweniger zu
 verwundern, da diese Thiere in dem Wasser
 ohne Luft leben können. Dem ohngeachtet
 dehnt sich die Luft, welche in ihnen ist, sehr
 stark aus, und die Frösche werden von der
 D D 3 inwenz

inwendigen Luft dergestalt aufgeblasen, daß man auch bemerkt haben will, wie sie bisweilen zerplagen. Ich habe niemals bey den Fröschen Convulsionen wahrgenommen, wenn sie sich im lustleeren Raume befunden haben; sondern sie haben ganz stille geseffen, wenn sie gestorben sind. Denn weil sie die Luft nicht zum Athemholen gebrauchen: so wird auch durch die Beraubung derselben nicht eine so grosse Veränderung in dem Umlauffe des Bluts wie bey andern Thieren hervorgebracht. Indessen wir doch der Umlauf des G-blüts wegen der starken Ausdehnung der Blutgefäße immer langsamer, bis er endlich allmählig aufhöret. Bey denen Fischen ist dieses merkwürdig, daß sie gleich anfangen in dem Wasser in die Höhe zu steigen, und mit dem Rücken darauf schwimmen, wenn die Luft ausgepumpt wird. Wollen wir die Ursache davon finden: so dürfen wir nur bedenken, daß ein Fisch eine mit Luft erfüllte Blase im Leibe habe, deren er sich zum schwimmen bedienet. Wird nun die Luft ausgepumpt: so dehnt sich die Luft in der Fischblase aus, der Fisch wird von leichterem Art als das Wasser, und steigt also auch wider seinen Willen in dem Wasser in die Höhe. Weil ferner die Luftblase unten in dem Bauche des Fisches liegt, und diese, wenn sie sich ausdehnet, so weit aus dem Wasser herausgeheth, als sie kan; so kommt der Fisch auf den Rücken zu liegen.

liegen. Es hat demnach hiermit eben die Beschaffenheit, als wenn man einen Stein an eine Blase binden wolte: so würde der Stein in dem Wasser den untersten, die Blase aber den obersten Ort einnehmen.

§. 324. Ehe wir die Betrachtung der Luft von den beschließen, müssen wir noch etwas von den ^{Cartesia-} Täucherlein, oder Cartesianischen Teufeln sagen. ^{nischen} Sie werden von Glase gemacht, sind inwendig ^{Teufeln.} in dem Bauche hohl, und haben in dem Fusse oder sonst unten eine kleine Eröffnung, welche mit der Höhle des Bauchs Gemeinschaft hat. Will man einen Versuch mit ihnen anstellen: so wirft man sie in ein Glas Wasser. Ist nun das Täucherlein nur ein klein wenig leichter als das Wasser: so taucht es sich bey nahe völlig darinnen ein. Es wird hierauf das Glas ganz voll Wasser gegossen, und nachdem dieses geschehen, mit einer Blase zugebunden. Wenn man nun mit dem Finger auf die Blase drückt: so sinkt das Täucherlein in dem Wasser unter; so bald man aber mit Drücken nachläßt, so bald steigt es auch in dem Wasser wieder in die Höhe. Giebt nun der Zuschauer nicht darauf acht, daß derjenige, welcher das Glas hält, allemal mit dem Finger auf die Blase drückt, wenn das Täucherlein untersinkt: so läßt er sich, wenn er ein wenig einfältig ist, überreden, daß es dem Commando des andern gehorsam sey. Laßt uns untersuchen,

wie dieses zugehet. Wenn man mit den Finger auf die Blase, und vermittelst dieser auf das Wasser drückt, so muß das Wasser durch die in dem Täucherlein befindliche Eröffnung in den Bauch desselben hineindringen. Indem dieses geschieht: so wird die in dem Bauche befindliche Luft zusammengedrückt (§. 284.), ihre Elasticität wird vermehrt (§. 309.), und vermöge derselben verhindert sie das fernere Hineindringen des Wassers. Da aber gleichwohl etwas hineingedrungen ist: so wird das Täucherlein von schwererer Art als das Wasser ist, und sinkt folglich in demselben zu Boden (§. 171.). Wenn man mit dem drücken auf die Blase nachläßt, so dehnet sich die in dem Täucherlein befindliche Luft, welche vorher durch das hineingedrungene Wasser zusammengedrückt worden war, wieder aus. Sie stößt das Wasser, welches in das Täucherlein hineingedrungen war, durch die in demselben befindliche Eröffnung wieder heraus. Der vorige Zustand wird wieder hergestellt, das Täucherlein wird von leichterem Art als das Wasser, und muß folglich in demselben in die Höhe steigen. Hieraus erhellet demnach, daß die Bewegung des Täucherleins mit dem Auf- und Niedersteigen der Fische eine große Ähnlichkeit habe (§. 180.). Nur dieser Unterschied ist darzwischen, daß in dem Täucherlein die Luft durch den Druck des Wassers zusam-

zusammengedruckt wird, welches bey der Fisch-
blase durch die musculösen Häute, die sie um-
geben, geschiehet.

§. 325. Daß aber die angegebene Ursache ih-
rer Richtigkeit habe, kan man nicht besser erken-
nen, als wenn man sich eines Täucherlein be-
dient, das nicht hohl inwendig ist, sondern an
dessen statt an einem gläsernen hohlen Kugelgen
hängt, das unten eine kleine Eröffnung hat.
Denn, wenn man so viel Wasser in das Kū-
gelgen hineinbringt, daß das Täucherlein mit
dem Wasser, darinn es schwimmt, bey nahe
einerley Art der Schwere hat, und im übrigen
verfähret wie vorhin: so wird man mit Augen
sehen können, daß mehr Wasser in dem gläser-
nen Kugelgen ist, wenn es untersinkt, als wenn
es wieder in die Höhe steigt. Hieraus aber
folgt, daß es in dem ersten Falle von schwere-
rer, in dem letztern aber von leichterem Art seyn
müsse, als das Wasser. Ich habe gesagt,
man müsse ein wenig Wasser in das gläserne
Kugelgen hinein thun; damit das Täucherlein
mit dem Wasser bey nahe einerley Art der Schwe-
re bekäme. Dieses kan am leichtesten ge-
schehen, wenn man das gläserne Kugelgen
warm macht, und alsdenn ins kalte Was-
ser taucht. Denn so dringt dieses von selbst
hinein.