Zur
Gräfl. vom Hagen'schen
Majorats - Bibliothek
MÖCKERN
gehörig.
№ 1729



Anweisung zur Experimental-Physik.

Aus dem Französischen des Herrn

Sigaud de la Fond,

Professors der Experimental-Physik und Lehrers der Mathematik auf der Universität zu Paris, der Königl. Societät der Wissenschaften zu Paris, Angers und Montpellier, wie auch der Churfürstl. Bayerischen Akademie Mitglieds,

übersetzt.

Zweyter Theil.

Mit Kupfern.

Mit gnädigstem Privilegio.

Dresden, 1774.
In der Waltherischen Hofbuchhandlung.

Anweisung
zur
Experimental-Physik.

Fünfter Abschnitt.
Von der Aerostatik.

§. 217.

Die Aerostatik, welche der Gegenstand dieses Abschnittes ist, handelt von der Natur, den Eigenschaften und den Wirkungen der Luft. Die Natur dieses flüßigen Körpers ist, wie es mir scheinet, bishero den Untersuchungen der geschicktesten Naturkundiger entwischet. Die verschiedenen Begriffe, welche diese Frage veranlasset hat, sind nicht gründlich genug, daß sie hier Platz finden könnten. Wir wollen uns dahero auf die Betrachtung der Eigenschaften dieses flüßigen Körpers und ihrer Wirkungen einschränken. Wesen der Luft.

§. 218.

Ihre Eigenschaften.

Jedermann räumet jetzt ein, daß die Luft ein flüßiger Körper ist; daß dieser flüßige Körper schwer und elastisch ist, und daß er vermittelst dieser drey Eigenschaften, welche unzertrennlich mit ihm verbunden sind, zu fast allen Naturbegebenheiten mitwirket.

Weil die Luft so außerordentlich flüßig ist, so lässet sie sich auch so leicht theilen; ihrer Schwere muß man alle diejenigen Eigenschaften zuschreiben, welche die Alten aus dem Abscheue der Natur vor dem leeren Raume herleiteten; ihre Schnellkraft sichert uns vor dem erstaunlichen Drucke, den sie beständig auf unsern Körper äussert: denn wir werden im Folgenden bemerken, daß ein Mensch von mittlerer Größe von Seiten der Luft einen Druck erfähret, der dem Drucke von mehr als 20000 Pfund gleich ist. Alle diese drey Eigenschaften machen aus der Luft einen Mittelkörper, der zur Fortpflanzung des Schalles sehr bequem ist; vermittelst desselben träget sie zur Hervorbringung und Unterhaltung des Feuers das ihrige bey; durch sie wird sie zur Unterhaltung des thierischen Lebens bequem, u. s. f.

§. 219.

Geschichte der Lehre von der Schwere der Luft.

Wir handeln in dem gegenwärtigen Abschnitt von der Schwere und von der Schnellkraft der Luft. Die Entdeckung der erstern kann mit unter die neuen Entdeckungen gerechnet werden; weil erst Galiläus Gelegenheit dazu gegeben hat, ob man gleich zugeben muß, daß Aristoteles, der 322 Jahr vor Christo starb, diese Eigenschaft schon kannte; (a) allein sie blieb bis zu der gedachten Zeit in Vergessenheit. Einige italiänische Pumpenma-

(a) Dict. de Moreri, in Art. *Aristotel.*

penmacher baueten ein Saugewerk; da sie aber sahen, daß sie alles ihres Fleißes ungeachtet, das Wasser nicht über 32 Fuß heben konnten, so fragten sie den berühmten Galiläus um Rath, der Mathematicus des Großherzogs von Toscana war. Dieser verwunderte sich über das, was sie ihm sagten, wollte aber seine Verwunderung nicht merken lassen, sondern sagte ihnen blos, daß solches daher käme, weil der Abscheu der Natur vor dem leeren Raume sich nur bis auf einen gewissen Grad erstrecke. Er starb würklich, ehe er die Ursache dieser Erscheinung entdecken konnte. Toricelli, sein Schüler, dachte hierüber nach, und kam auf den Gedanken, daß die Erhebung des Wassers in den Pumpen von einer äußern Kraft herrühre, welche das Wasser nöthigte, sich bis zu einer bestimmten Höhe zu erheben. Er schloß hierauf nach der Aehnlichkeit, und glaubte, daß diese Kraft einen flüßigen Körper, der schwerer sey als das Wasser, nur zu einer Höhe heben könne, die seiner Dichtigkeit gemäß sey. Die Erfahrung bestätigte seine Vermuthung. Er nahm eine Röhre von ungefähr 4 Fuß lang, welche auf einer Seite hermetisch versiegelt war. Er füllete sie mit Queckſilber, hielt die Oefnung mit dem Finger zu, und tauchte sie in ein Gefäß, in welches er eine gewisse Quantität Queckſilber und Wasser geschüttet hatte; da er denn bemerkte, daß sich die Queckſilbersäule zum Theile in das Gefäß stürzte, und nur in einer Höhe von 27 bis 28 Zoll in dem Innern der Röhre hängen blieb. Man kann diesen Versuch sehr leicht wiederholen, ohne daß man nöthig hätte, Wasser in das Gefäß zu thun, welches völlig unnöthig ist.

Der P. Mersenna, ein Minorit zu Paris, erhielt von dieser Erfahrung zuerst Nachricht. Man machte sie ihm 1644. aus Italien bekannt, und er breitete sie durch ganz Frankreich aus. (a) Pascal, Aufseher über die

(a) Traité de l'Equil. des Liqueurs de *Paschal*. Préf. p. XII.

Festungswerke, gab dem Paschal Nachricht davon, der sich damals zu Rouen befand, welches dem letztern Gelegenheit gab, verschiedene andere dahin gehörige Versuche anzustellen, die er 1647. in einem eigenen Werke bekannt machte.

In eben diesem Jahre erfuhr Paschal, daß Toricelli vermuthe, die Luft möchte wohl schwer seyn, und das gedachte Hängenbleiben des Queckſilbers in der Röhre, ingleichen das Steigen des Wassers in den Saugewerken, möchte eine Wirkung dieser Schwere seyn. Paschal stellte hierauf verschiedene Versuche an, welche bequem waren, diese Entdeckung zu bestätigen; worunter derjenige, den er über der Oefnung der Kuppel in Auvergne anstellete, der merkwürdigste ist, zumal da er zugleich eine völlige Ueberzeugung mit sich führet. Die Veranlassung zu diesem Versuche und dessen Erfolg bestanden kürzlich in folgendem:

Wenn man das Hängenbleiben des Queckſilbers in der Toricelliſchen Röhre der Schwere der Luft zuschreiben muß, so rühret solches ohne allen Zweifel von der Schwere einer Luftsäule her, welche mit der in der Röhre befindlichen Queckſilbersäule einerley Grundfläche hat, deren Länge aber der ganzen Höhe der Atmosphäre gleich ist. Wenn nun die Grundflächen einerley sind, so muß sich der Druck dieser Säule wie ihre Höhe verhalten. Folglich muß dieser Druck zu- oder abnehmen, so wie die Säule länger oder kürzer wird. Wenn man nun den Toricelliſchen Versuch an dem Fuße, und auf dem Gipfel eines Berges macht, so ist der Druck der Luft in dem ersten Falle stärker als in dem zweyten; die Queckſilbersäule wird daher an dem Fuße des Berges auch höher seyn, als auf dem Gipfel. Dieser Schluß bewegte den Paschal an den Perier zu schreiben, und ihn zu bitten, diesen Versuch an dem Fuße und auf der Höhe des Doms zu wiederholen. Dieser that solches den 19ten Sept. 1648.

1648. mit allem nur möglichen Erfolge. Er stellete ihn zuerst in dem Garten der Minoriten an, welcher fast an dem niedrigsten Orte der Stadt lieget, und fand daß die Queckſilbersäule 26 Zoll $3\frac{1}{2}$ Linie lang war. Er wiederholete ihn hierauf auf dem Gipfel des Doms, ohngefähr 500 Toiſen höher, als der jetztgedachte Garten war, und fand die Höhe des Queckſilbers 22 Zoll 2 Lin. Perrier machte verſchiedene Stationen in verſchiedenen Höhen, und bemerkte allezeit eine Veränderung in der Höhe des Queckſilbers. Er gab dem Paſchal von dieſem Verſuche Nachricht, (a) der ihn zu Paris an dem Fuße und auf der Höhe verſchiedener Thürme wiederholete. Da nun der Erfolg jederzeit einerley war, ſo beſtätigte er den Satz auf eine unwiderſprechliche Art, daß man das Steigen des Waſſers in den Saugewerken, und das Steigen des Queckſilbers in der Toricelliſchen Röhre allein dem Drucke der Luft zuſchreiben müſſe.

§. 220.

Fortſetzung. Dieſe Entdeckung breitete ſich ſogleich aus. Alle Gelehrten erhielten Nachricht davon, und jeder wiederholete ſie; einige, um ſich ſelbſt von dieſer Wahrheit zu überzeugen, welche diejenige Meynung, die ſeit ſo langer Zeit auf den Kathedern war behauptet worden, völlig über den Haufen warf; andere, um ſie zu widerlegen, und die alte Meynung in demjenigen Anſehen zu erhalten, welches ſie damals genoß. Hieraus entſtanden nun mancherley Hypotheſen, von welchen immer eine ſeltſamer war, als die andere. Dergleichen war die Hypotheſe des Linus, welcher behauptete, das Hängenbleiben des Queckſilbers rühre daher, weil es von den Netzen einer gewiſſen unſichtbaren Membrane Queckſilbers, welche ſich von der Oberfläche der Säule abſondert, und den ganzen obern, dem Anſcheine nach, leeren Theil der

(a) Traité de l'Equil. des Liqueurs, p. 177.

Röhre anfüllet, in der Röhre zurück gehalten würde. (a) Obgleich alle diese grundlosen Hypothesen keine Widerlegung verdienen, so wird es doch nicht undienlich seyn, einen Augenblick dabey stehen zu bleiben, weil sie sich insgesammt auf eine Erfahrung gründen, welche beweiset, daß, wenn man an einen Arm einer Waage, eine Toricellische, in der gewöhnlichen Höhe mit Queckſilber angefüllte Röhre hänget, deren Mündung in einem Kästchen voll Queckſilber stecket, man eben dasselbe Gewicht braucht, um es im Gleichgewichte zu erhalten, als wenn diese Röhre in der entgegen gesetzten Stellung aufgehänget wird, so daß ihre Mündung nach dem Arme der Waage zu gerichtet ist, und das andere versiegelte Ende in das Queckſilberbehältniß gestecket wird. (b) Hieraus schließet man nun, daß der Druck der Luft die Queckſilbersäule in dem ersten Falle nicht trage; weil man alsdenn nur die Schwere der Röhre, nicht aber der Queckſilbersäule unterstützen dürfe.

Man muß daher bemerken, daß es nicht die Schwere der Queckſilbersäule ist, der man in dem ersten Versuche ein Gegengewicht verschaffen, und die man unterstützen muß, sondern die Schwere der Luftsäule, welche sich auf den äußern Theil des Gewölbes dieser Röhre leget; welches man durch folgenden Versuch bestätigen kann.

Man nehme eine Röhre von 36 Zoll, die an beyden Enden offen ist, deren eine Oefnung aber ausgeschweift seyn muß. Man binde ein Stück nasser Blase sehr fest über diese letztere Oefnung, und wiederhole nunmehr den Toricellischen Versuch. Wenn die Säule Queckſilber die Länge in der Röhre erreicht hat, die sie haben soll, so wird die Blase eine Höhlung bekommen, deren erhabener Theil nach dem Innern der Röhre gerichtet ist. Diese

(a) Dissert. du D. *Power.*
(b) Exper. de *Wallis.*

Diese Gestalt aber kömmt von dem Drucke der äußern Luftsäule her, welche auf der Blase ruhet, und kein Gegengewicht hat, weil die obere Höhlung der Röhre leer bleibet, oder wenigstens mit einem sehr verdünnten flüßigen Körper angefüllet ist, der dem Drucke der Luft das Gegengewicht nicht halten kann. Folglich wirket in dem vorigen Versuche blos die Schwere dieser Säule auf das Gewölbe der Röhre, nicht aber die Schwere des Queckſilbers.

Einen neuen Beweiß von dem Daseyn und dem Drucke dieser Luftsäule bekömmt man, wenn man die Blase mit einer Nadel durchsticht, weil alsdenn die Säule Queckſilber sogleich in das Behältniß fällt. Dieß rühret daher, weil die Luftsäule, welche alsdann durch diese Oefnung dringet, fast die ganze Kraft des Druckes der Luft, der das Queckſilber in der Röhre hält, ersetzet; daher denn das letztere wegen seiner überwiegenden Schwere niedersinket.

§. 221.

Erfindung des Barometers.

Unter den verschiedenen Gelehrten, welche sich mit der Wiederholung des Toricellischen Versuches beschäftigten, ließ Otto von Gericke, Bürgermeister zu Magdeburg, diese Röhre in seinem Zimmer hängen, und bemerkte dabey, daß die Höhe der Queckſilbersäule von Zeit zu Zeit verändert wurde, und daß diese Veränderungen von den Veränderungen in der Atmosphäre begleitet würden. Er bemerkte, daß es schönes und heiteres Wetter wurde, wenn die Säule länger wurde, und daß Regen, Sturm, u. s. f. erfolgte, wenn sie kürzer ward. Dieß brachte ihn auf die Gedanken, daß man diese Röhre als ein meteorologisches Werkzeug ansehen könne, welches bequem sey, die Veränderungen der Witterung anzuzeigen. So ward nun das so allgemeine Werkzeug erfunden, welches unter dem Namen des Barometers so bekannt ist.

§. 222.

Nutzen der Luftpumpe.

Toricelli war also der erste, der die Schwere der Luft bewies, und erst nach den Zeiten dieses großen Mannes fieng man an, eine der unläugbarsten Ungereimtheiten, welche seit langer Zeit in großem Ansehen stand, aus der Naturlehre zu verbannen. Man nahm also seit dieser glücklichen Entdeckung seine Zuflucht nicht mehr zu dem Abscheue der Natur vor dem leeren Raume, und man gestand nunmehr, daß wir alle Erscheinungen, welche man vorher einer so ungereimten Ursache zuschrieb, dem Drucke der Luft zuzuschreiben haben.

Heut zu Tage sind wir noch mehr im Stande das Daseyn dieser Eigenschaft der Luft zu beweisen, als man es damals war. Die Luftpumpe giebt uns darzu ein Mittel an die Hand, welches sich auf mancherley Art vervielfältiget.

§. 223.

Beschreibung der Luftpumpe.

Wir haben die Erfindung dieser Maschine dem Otto von Gericke zu danken, der sie im Jahre 1654. erfand und beschrieb. (a) Der P. Schott hat sie gleichfalls sehr umständlich beschrieben. (b) Allein sie kam sehr unvollkommen aus den Händen des Otto von Gericke. Boyle, sein Zeitgenosse, verbesserte sie gar sehr, und man kann behaupten, daß sie erst unter den Händen des letztern eine Luftpumpe ward. Indessen verbesserte er sie nur nach und nach, wie man die Beschreibung davon in zwey sehr merkwürdigen Schriften findet. (c) Papin, Hauxbee, s'Gravesande haben gleichfalls das ihrige zur Vollkommenheit derselben

(a) Experim. nova Magdeburg. de Spatio vacuo.
(b) Mechan. hydraul. pnevmat.
(c) Experim. phyſ. mech. de vi aerio-elaſtica, und in der ersten Fortsetzung seiner Exper. phyſ. mech.

selben beygetragen. Heut zu Tage ist sie folgender Gestalt beschaffen.

Sie bestehet aus der Stiefelröhre A, (Fig. 71.) aus einem Teller B, aus einem Hahne C, und aus dem Stämpel D, dessen Schweif sich mit einem platten Ringe E endiget, über welchen ein in die Höhe gehender Arm F angebracht ist. Alle diese Stücke sind in einem Gestelle befestiget. Taf. 13. Fig. 71.

Der Stiefel bestehet aus einem hohlen Cylinder, der in seiner ganzen Länge auf das genaueste ausgebohret ist. In demselben beweget sich ein Stämpel, der ungefähr 3 Zoll dick ist, aus Stückchen Kork mit darzwischen gelegten fettem Leder bestehet, und sehr gedränge in die Pumpe passet, doch so, daß man ihn auf- und niederwärts bewegen kann. Dieser Stämpel ist an einem eisernen Schweife befestiget, der sich mit einer Art eines Steigbügels endiget, damit man den Stämpel mit dem Fuße niedertreten könne. Der in die Höhe gehende Arm F, an welchem sich oben eine Handhabe befindet, dienet, den Stämpel wieder in die Höhe zu ziehen.

An dem obern Theile des Stiefels befindet sich eine Decke, welche längst ihrer Achse durchbohret ist, deren obere Oefnung in dem Mittelpunkte des Tellers B, gesehen wird. Die untere Oefnung gehet in den Stiefel. Gegen das Ende dieser Decke befindet sich der Hahn, der 3 bis 4 Zoll lang und 15 Linien ungefähr dicke ist. Der Schlüssel C, der ihn schließet, ist ein wenig konisch und passet seiner ganzen Länge nach, genau an den Hahn. Dieser Schlüssel, den wir hier besonders vorstellen, hat in G ein kleines, perpendiculär auf seiner Achse stehendes Loch, welches ganz durchgehet. Vermittelst dieses Loches erhält man eine Gemeinschaft zwischen dem Stiefel und den Gefäßen, die man auf den Teller B setzet. Ausserdem siehet man in H den Anfang eines schiefen Canales, der sich an einem der Puncte des Umkreises des

Schlüssels öfnet, und längst seiner Achse gehet, bis er sich endlich an dem äußersten Ende des Schlüssels endiget. Vermittelst dieses Canales, den man so drehet, daß er mit dem Stiefel Gemeinschaft hat, leeret man die Luft aus, welche in die Pumpe gedrungen ist, indem man nur den Stämpel in die Höhe ziehen darf.

Die äußere Oefnung des Canales, welcher längst dem Schlüssel hingehet, wird beständig von einem Deckel-Ventile b verschlossen, welches von einer Feder gedrücket wird, die man nach Belieben öfnen kann, wenn man mit dem Finger auf den Schweif des Deckels drücket. Man hat die Erfindung dieses Ventiles dem Abt Nollet zu verdanken. Es verhindert die äußere Luft in die Pumpe zu dringen, wenn man den Schlüssel umdrehet, die Luft auszuleeren; so, daß derjenige, welcher pumpet, nur diejenige Quantität Luft hinaustreibet, die er aus dem Recipienten gezogen hat, wobey ihm noch die äußere Luftsäule zu Hülfe kommt, welche sich gegen die Grundfläche des Stämpels stützet. Die Bemühung, welche die Luft anwendet, zu entwischen, ist hinlänglich, das Ventil zu öfnen. Man darf es nicht eher mit dem Finger öfnen, als wenn man Luft unter den Recipienten bringen will, wobey man nur den Schlüssel umdrehen darf, so daß der innere Anfang des schiefen Canales gegen die Oefnung des Tellers zu stehen komme.

§. 224.

Wie die Luft unter dem Recipienten verdünnet wird.

Wenn man einen Recipienten auf den Teller der Luftpumpe setzet, so hänget sich dieser Recipient auf keine Weise an den Teller an; weil er eine Masse Luft enthält, welche eben so dick ist, als die Luft der Atmosphäre, und deren Schnellkraft der Kraft der Luftsäule, welche auf das äußere Gewölbe des Recipienten drückt, das Gegengewicht hält, wie wir zeigen werden, wenn wir von der

der Schnellkraft der Luft handeln werden. Allein, wenn man den Schlüssel des Hahnes so stellet, daß die Pumpe mit der Höhlung des Recipienten eine Gemeinschaft hat, und alsdenn den Stämpel niederziehet, so öfnet man einen leeren Raum, in welchem sich ein Theil der unter dem Recipienten befindlichen Luft stürzet. Wenn dieser Theil Luft hinaus getrieben worden, so ist die unter dem Recipienten befindliche Luft nicht mehr so dick als vorher. Ihre Schnellkraft wird nach eben dem Maße geschwächet, und sie ist nicht mehr im Stande, dem Drucke der äußern Luft das Gegengewicht zu halten. Diese bekömmt also das Uebergewicht, und drückt nunmehr den Recipienten fest an den Teller an, und wenn er klein ist, so hängt er so fest an demselben, daß man die ganze Maschine mit ihm in die Höhe heben kann.

Ich setze hier einen kleinen Recipienten zum voraus, damit die gedachte Wirkung nach dem ersten Zuge des Stämpels statt habe; die Ursache ist folgende: Die Luft ist ein dehnbarer flüßiger Körper, der sich nach Maßgebung der Räume, in welche er dringen kann, ausdehnet, der aber, weil er jederzeit das Gleichgewicht zwischen seinen Theilen erhält, in dem ganzen Raume, in welchem er eingeschlossen ist, beständig eine gleichförmige Dichtigkeit behält. Wenn man nun den Stämpel der Luftpumpe niederziehet, und die leergewordene Höhe des Stiefels mit der Höhe des Recipienten Gemeinschaft bekömmt, so dehnet sich die unter letzterm befindliche Luft aus, und steiget in dem Stiefel, so, daß diese Luftmasse in beyden Räumen einerley Dichtigkeit bekömmt. Wenn also der Raum des Recipienten dem innern Raume der Stiefelröhre gleich ist, so wird sich die Luftmasse in beyde Räume zur Hälfte vertheilen. Allein, wenn der Raum des Recipienten zehnmal größer ist, als der Raum des Stiefels, so wird nur ein Zehntheil der unter dem Recipienten befindlichen Luftmasse in den letzten dringen. Die Dichtigkeit der Luft, und folglich auch ihre Schnellkraft

wird

wird also in dem ersten Falle um die Hälfte, in dem zweyten aber nur um ein Zehntheil verringert und geschwächet werden. Da nun die äußere Luft dem Recipienten nur vermittelst des Uebermaßes ihres Druckes an den Teller andrücket, und zwar nach eben dem Maße, nach welchem die Schnellkraft der innern Luft abnimmt, so wird die äußere Luft in dem erstern Falle mit der Hälfte ihrer Schwere, in dem zweyten aber nur mit $\frac{1}{10}$ derselben auf den Recipienten wirken. Hieraus folget nun augenscheinlich, daß, wenn man die gedachte Wirkung auf dem ersten Zuge des Stämpels hervorbringen will, man sich eines kleinen Recipienten bedienen müsse.

Aus dem, was jetzt gesaget worden, folget zugleich, daß man unter keinem Recipienten einen vollkommenen leeren Raum hervor bringen könne. Denn da sich die Luft nach Maßgebung der Räume, in welchen sie sich ausdehnen kann, verdünnet, so wird sie nur in geometrischer Progreßion ausgeleeret, und die Luftmasse, welche man in einem Stämpelzuge ausziehet, verhält sich zu der Luftmasse, welche vor dem Stempelzuge unter dem Recipienten befindlich ist, allemal, wie der innere Raum des Stiefels zu dem innern Raum des Recipienten und des Stiefels zusammen genommen.

Wir haben bemerket, daß, wenn der innere Raum des Recipienten dem innern Raume des Stiefels gleich ist, man auf den ersten Stämpelzug die Hälfte Luft herausziehen würde. Allein da sich dieser flüßige Körper nach Maßgebung des Raumes, den man ihm einzunehmen giebt, ausdehnet, so dehnet sich die Hälfte der Luftmasse, welche nach dem ersten Zuge unter dem Recipienten bleibet, daselbst aus, und füllet ihn mit einer freylich noch einmal so sehr verdünnten Luft. Da nun aber dasselbe Verhältniß zwischen der Stiefelröhre und dem Recipienten bleibet, so ziehet man mit dem zweyten Stämpelzuge nur die Hälfte dieser letztern Luftmasse heraus, wel-

welche der vierte Theil der erstern ist, und sofort. Die Ausleerung der Luft geschiehet also in diesem Falle nach der geometrischen Progreßion $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, u. s. f. Wenn man also den Recipienten vollkommen auspumpen wollte, so würde eine unendliche Zahl von Stämpelzügen nöthig seyn, weil die Summe aller dieser Hälften $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ . . . . o = 1, welches zu bewerkstelligen unmöglich ist. Man findet in den physikalischen Vorlesungen des Cotes (a) Tabellen, worinnen die Zahl der Stämpelzüge angezeiget ist, welche man zur Verdünnung der Luft in einem gegebenen Verhältnisse eines jeden Recipienten von bekanntem Gehalte, thun muß.

§. 225.

Versuche zum Beweise der Schwere der Luft.

Wenn man über die Gewalt nachdenket, mit welcher ein Recipient an den Teller der Luftpumpe gedrücket wird, wenn man die darunter befindliche Luft verdünnet, so wird man sich vielleicht verwundern, daß ein so zerbrechliches Gefäß einen so heftigen Druck ertragen kann, ohne zu zerbrechen. Diese Wirkung kommt von der Figur her, welche man dergleichen Gefäßen giebt. Sie sind auf allen Seiten in Gestalt eines Gewölbes zugerundet. Ihre Theile bilden also so viele kleine Keile, deren Kopf nach dem Aeußern des Gefäßes gekehret ist. Diese Theile unterstützen also einander, so wie die Theile eines Gewölbes, welches man nicht so leicht eindrücken kann, welches nicht geschehen würde, wenn man ihnen eine andere Gestalt gäbe. Denn alsdann würden sie dem Drucke der äußern Luft nachgeben und zerbrechen.

Man nehme eine flache Bouteille, dergleichen die sind, worinnen man das Wasser von Forges zu verfahren pfleget. Man kütte sie auf einen Recipienten, so daß

(a) Leçons de Physique expérim. par *Cotes*, p. 262. 265.

daß man die Luft auspumpen kann; wenn man den Recipienten auf den Teller der Luftpumpe setzet, so wird die Bouteille nach einigen Stämpelzügen zerbrechen.

In Ermangelung einer solchen Bouteille nehme man einen an beyden Enden offenen Recipienten, und kütte auf dessen eine Mündung eine Glasscheibe, setze den Recipienten auf den Teller der Luftpumpe und leere die Luft aus, so wird die Glasscheibe gleichfalls zerbrechen.

Wenn man den Fortgang des Druckes der äußern Luft, so wie die Luft unter dem Recipienten verdünnet wird, bemerken will, so leime man ein nasses Stück Blase in die Oefnung des vorhin gedachten Recipienten. Man fange an zu pumpen, so wird die Blase einwärts gedrückt werden. Bey jedem Stämpelzuge wird sich diese Höhlung vergrößern, bis sie endlich mit einem Knalle platzen wird.

§. 226.

Otto von Gerickens Versuch.

Nachdem **Otto von Gericke** bey einem ähnlichen Versuche die Gewalt entdecket hatte, mit welcher der Recipient an den Teller der Luftpumpe gedrücket wird, so kam er auf den Einfall, zwey hohle metallene Halbkugeln, welche $\frac{3}{4}$ Magdeburgische Ellen im Durchmesser hielten, durch den bloßen Druck der Luft mit einander zu verbinden. Er legte zwischen ihren Rändern ein fettes Leder, damit die äußere Luft nicht hinein dringen konnte. Als er hierauf die Luft ausgepumpet hatte, so hiengen sie so fest zusammen, daß 16 Pferde sie nicht von einander reißen konnten. a) Wenn man diesen Versuch mit Halbkugeln von $3\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser wiederholet, und die Luft so rein, als möglich ist, auspumpet, so ist ein Gewicht von 140 Pfund nöthig, sie zu trennen. (b)

§. 227.

(a) Experim. nova Magdeb. de Spatio vacuo, L. 3. cap. 23. pag. 104.

(b) *Hauxbee* Exper. phys. mech. P. 1. p. 60.

§. 227.

Wie Gericke die Luft wog.

Otto von Gericke trieb seine Untersuchungen der Luftschwere noch weiter, und zeigete durch einen Versuch, daß man dieses Fluidum, so wie einen jeden andern Körper mit einer Waage wägen könne. (a) Er nahm einen Ballon, den er sehr genau wog, und pumpete die Luft aus, worauf er bemerkte, daß er neues Gewicht zu dem Ballon legen mußte, um das Gleichgewicht wieder herzustellen. Vermittelst eines ähnlichen Ballons entdeckte der berühmte **Burckard von Valder** daß ein Cubikfuß Luft 2 Unzen und 27 Gran wog. (b) Indessen kann man sich auf diesen Versuch nicht sehr verlassen: 1) weil man kein Gefäß vollkommen rein auspumpen kann; (§. 224.) 2) weil eine und eben dieselbe Luftmasse nicht immer einerley Schwere hat, wie wir an einem andern Orte zeigen werden.

§. 228.

Seitendruck der Luft.

Die bisher angeführten Versuche beweisen die Schwere der Luft, und ihren Druck von oben niederwärts unstreitig. Allein die Luft ist ein flüßiger Körper, man muß daher ihre Wirkung nicht blos auf diese einige Richtung einschränken, indem sie wie ein jeder anderer flüßiger Körper nach allen Seiten wirken muß. (§. 175.) Man kann dieses durch folgende Versuche beweisen.

Man stelle eine Art einer sehr beweglichen Windmühle unter einen Recipienten, der auf der Seite ein Loch hat, welches gerade auf die Flügel der Mühle gehet, setze ihn auf den Teller der Luftpumpe, halte das Loch mit dem Finger zu, und thue einige Züge mit dem Stämpel.

Wenn

(a) Exper. nova Magdeb. de Spatio vacuo, L. 3. c. 21. p. 101.
(b) Queſt. acad. ſur la Gravité de l'Air, Theſe 48. p. 50.

Wenn man hierauf das Loch öfnet, so dringet die Luft mit Gewalt von der Seite hinein, stößet an die Flügel der Windmühle, die sie auf ihrem Wege antrift, und treibet sie herum.

Man fülle einen gläsernen Cylinder mit Wasser, lege auf dessen Mündung ein Stück Papier, und kehre ihn um, so daß seine Oefnung perpendiculär auf dem Horizonte zu stehen kommt, so wird die Wassersäule in dem Cylinder schweben; welches den Druck der Luft von unten nach oben zu unleugbar beweiset, indem sie sich dem Bestreben zu fallen widersetzet, welches das Wasser von seiner Schwere erhält.

Man kann den Druck der Luft von der Seite, von unten nach oben zu, und von oben niederwärts mit einem einigen Versuche beweisen.

Man nehme eine Röhre, wie diejenige ist, vermittelst welcher man den Toricellischen Versuch zu wiederholen pfleget. Man durchbohre sie auf der Seite, so daß man diese Oefnung mit einem Stücke nasser Blase verstopfen könne. Man fülle sie hierauf mit Quecksilber, und wiederhole den Toricellischen Versuch, so wird die Quecksilbersäule in der gewöhnlichen Höhe stehen bleiben, und der obere Theil der Röhre wird leer seyn. Hierauf durchsteche man die Blase mit einer Nadel, so wird die Luft durch ihren Seitendruck die Quecksilbersäule in zwey Theile theilen, deren einer über, der andere aber unter dem Loche stehen wird. Sie wird alsdenn durch ihren Druck nach oben den obern Theil der Säule in die Höhe der Röhre treiben, den untern Theil dieser Säule aber durch ihren Druck nach unten zu in das Behältniß stürzen.

§. 229.

§. 229.

Verhältniß der Schwere der Luft zur Schwere des Wassers.

Die Schwere der Luft wechselt oft ab, wie man aus den, vermittelst des Barometers, dessen wir unten gedenken werden, angestellten Beobachtungen sehen kann. Riccioli verglich die mittlere Schwere der Luft mit der Schwere des Wassers, und fand daß sich jene zu dieser wie 1 : 1000 verhielt. Boyle stimmte mit dem Riccioli überein; indessen haben doch die Versuche, die man zu verschiedenen Zeiten angestellet hat, verschiedene Resultate gegeben. Man fand in der Königlichen Gesellschaft zu London, daß das Verhältniß wie 1 : 840 war; ein anderesmal wie 1 : 852; und wieder ein anderesmal wie 1 : 860. (a) Hauxbee giebt das Verhältniß wie 1 : 885 an; (b) der D. Jurin, der seine Versuche in einer mittlern Temperatur anstellete, fand das Verhältniß wie 1 : 800. Muschenbroek, dessen Genauigkeit jedermann bekannt ist, nahm zwey Grade an, deren einer wie 1 : 606, der andere aber wie 1 : 1000 ist.

§. 230.

Nutzen der Schwere der Luft.

Es ist unmöglich, alle Vortheile anzuführen, welche uns die Schwere der Luft gewähret. Man muß, wie wir bereits oben bemerket haben, (§. 218.) dieser Eigenschaft alle diejenigen Erscheinungen zuschreiben, welche die Alten aus dem Abscheue der Natur vor dem leeren Raume herleiteten. Sie macht, daß die Gefäße der Pflanzen und Thiere durch den heftigen Zufluß ihrer Säfte und durch die Schnellkraft der darinnen befindlichen Luft nicht zu sehr ausgedehnet werden; (c) welches man durch folgenden Versuch bestätigen kann.

Man

(a) Transf. philos. n. 181.
(b) Exper. phys. mech. P. I. p. 49.
(c) Dict. encyclop. Art. *Air.*

Man setze einen kleinen, an beyden Enden offenen Recipienten auf den Teller der Luftpumpe, halte das obere Ende mit der Hand zu, und lasse den Stämpel spielen. Die Hand wird sich wegen des überwiegenden Druckes der äußern Luft auf den Rücken der Hand nicht nur an die Mündung des Recipienten anhängen, (§. 224.) sondern sie wird auch inwendig gelinde aufschwellen, und der fleischige Theil der Hand wird in den Recipienten getrieben werden. Denn da sowohl die Luft, welche in den Säften, so in den Gefäßen dieses Theiles der Hand circuliren, befindlich ist, als auch die in dem zellenförmigen Gewebe eingeschlossene Luft, nicht mehr so sehr als vorher gedrücket wird, so dehnet sie sich aus, und schwellet die Gefäße, worinnen sie befindlich ist, auf.

Der Druck der Luft auf die äußern Theile unsers Körpers erhält ferner den Kreislauf der flüßigen Theile, und macht, daß sie nicht zu häufig ausdunsten. Man bemerket daher, daß Reisende, welche den Gipfel sehr hoher Berge besteigen, immer träger werden, und endlich Blutspeyen und Blutflüsse bekommen.

Die Schwere der Luft befördert die Vermischung derjenigen Körper, welche einander berühren. Oel und Salz lassen sich in der freyen Luft sehr leicht mit einander vermischen, welches in einem luftleeren Raume unmöglich ist.

Der Druck der Luft ist auch zur Wirksamkeit der Auflößungsmittel unentbehrlich. In einem luftleeren Raume bleiben sie todt und kraftlos. Die wirksamsten Dinge sind in einer allzusehr verdünnten Luft taub und unwirksam. Pfeffer, Weingeist, u. s. f. verlieren auf dem Gipfel der höchsten Berge fast allen ihren Geschmack, weil ihre Theile daselbst nicht so stark auf die Knoten der Nerven der Zunge gedrücket werden, daß sie die gewöhnliche Empfindung hervorbringen könnten.

§. 231.

§. 231.

Die Kenntniß der Luftschwere hat viele verschiedene Maschinen veranlasset, wovon einige dem Menschen nützlich sind, andere aber blos zur Belustigung dienen. Wir wollen von beyden etwas weniges sagen. Maschinen, die sie veranlasset hat.

§. 232.

Zu den ersten rechnen wir den Stechheber, und die gemeinen Heber. Der erste ist ein Werkzeug, dessen man sich gemeiniglich bedient, den Wein zu kosten, ohne die Fässer anzubohren. Er bestehet aus einer Röhre AB (Fig. 72.) die nach unten zu einen Bauch C hat, an beyden Enden aber offen ist. Wenn man dieses Werkzeug durch das Spundloch in ein Faß mit Wein stößet, so steiget der Wein in die Kugel des Hebers C. Wenn diese voll ist, so hält man die Oefnung A mit dem Daumen zu, und hebt auf diese Weise den in der Kugel befindlichen Wein aus dem Fasse, ohne daß er auslaufe, weil die Luftsäule, welche auf die Oefnung B drücket, durch die Wirkung ihrer Schwere nach oben zu das Auslaufen des Weines verhindert. Wenn man aber den Stechheber ausleeren will, so darf man nur die Mündung A öfnen, so läuft der Wein in das darunter gehaltene Glas, weil die auf diese Oefnung wirkende Luftsäule der Kraft der von unten auf drückenden Luft großentheils das Gleichgewicht hält, daher der Wein durch das Uebermaß seiner Schwere ausfließet. Der Stechheber. Fig. LXXII.

Auf ähnliche Art verfertiget man gewisse Sprengkannen, deren Boden viele Löcher hat, und welche oben mit einer Oefnung versehen sind, die man nach Belieben zuhalten kann. Fig. 73. stellet eine solche Sprengkanne vor. Fig. LXXIII.

§. 233.

Gemeine Heber. Fig. LXXIV.

Der gemeine Heber ist nichts anders als eine krumme Röhre ABC, (Fig. 74.) deren einer Arm kürzer ist, als der andere. Man stößet den kurzen Arm in den flüßigen Körper, und sauget an dem längern Arme C, wodurch denn der flüßige Körper in den Bogen gezogen wird, und durch die Oefnung C ausfließet.

Wenn man den kurzen Arm des Hebers in eine Masse Wasser stößet, so steiget dasselbe in diesem Arme so hoch, als es in dem Gefäße selbst stehet, z. B. bis in a. Der lange Arm des Hebers und dessen Krümmen sind alsdann mit einer Luftsäule angefüllet, welche der obern Luftsäule das Gleichgewicht hält, ja solche desto mehr drücket, je weniger sie von den äußern Luftsäulen gedrücket wird, welche auf die Oberfläche des Wassers in dem Gefäße wirken. Es bleibet also alles in diesem Zustande unverändert. Allein wenn man an der Oefnung des langen Arms C sauget, so verdünnet man die in diesem Arme befindliche Luft. Diese verdünnte Luft kann dem Drucke der äußern Luft nicht das Gegengewicht halten. Die letzte bekömmt also das Uebergewicht und nöthiget die Wassersäule in die Krümme zu steigen, und durch den langen Arm abzufließen.

Aber warum fähret das Wasser fort zu fließen, da der Abfluß doch nur von dem Drucke der äußern Luft herrühret, welche auf die Oberfläche des in dem Gefäße befindlichen Wassers wirket; eine weit längere Luftsäule aber, nämlich diejenige, welche auf die Oefnung des langen Armes C wirket, sich diesem Ausflusse wiedersetzet? Folgendes ist die Ursache dieser Erscheinung.

Beyde Säulen sind, wenn man sie beyde bis zur Oberfläche des Wassers in dem Gefäße betrachtet, einander gleich, und stehen mit einander im Gleichgewichte. Allein

Allein derjenige Druck, welcher von dem Uebermaße der Länge der in C wirkenden Säule herrühret, findet an dem Gewichte der in dem langen Arme des Hebers befindlichen Säule ein überflüßiges Gegenwicht, weil sich die Dichtheit des Wassers zu der Dichtheit der Luft wenigstens wie 800 : 1 verhält.

Vermittelst des Hebers kann man einen flüßigen Körper abziehen, ohne ihn in Bewegung zu setzen, oder ohne ihn zu rühren. Man bedienet sich desselben sehr häufig in den Kellern, den Wein abzuziehen. Man braucht ihn auch in der Chymie, und findet den Vortheil dabey, daß nur derjenige Theil des flüßigen Körpers abfließet, welcher sich vor der Mündung des kurzen Armes befindet. Man kann sich daher dieses Werkzeuges bedienen, wenn man flüßige Körper von verschiedener Dichtheit, welche über einander stehen, absondern will. Man darf alsdenn den kurzen Arm nur in denjenigen Theil stecken, welchen man abziehen will.

Allein der Gebrauch dieses Werkzeuges kann in sehr vielen Fällen eine Unbequemlichkeit bey sich führen, welche dasselbe unnütz machen würde; z. B. wenn man vermittelst desselben giftige Flüßigkeiten, oder scharfe Geister abziehen wollte, in welchem Falle derjenige, der dieses Werkzeug in Bewegung setzet, nothwendig einige Tropfen von dem schädlichen flüßigen Körper in den Mund bekommen würde.

Um nun diese Unbequemlichkeit zu ver- Fig. LXXV.
meiden, läßet man in C (Fig. 75.) gegen
das untere Ende des langen Armes eine Communicationsröhre CD löthen, vermittelst welcher man die Luft des Hebers aussauget, und indessen die untere Oefnung des langen Armes mit dem Finger zuhält. Da sich alsdenn das Auge über der Biegung des Hebers befindet, so kann man den Liquor in B steigen sehen, wenn er in

den langen Arm treten will. Man darf alsdenn nur aufhören zu saugen, sobald er in diesen Arm tritt.

§. 234.

Wasserstrahlen vermittelst eines Hebers.

Wir haben bewiesen, daß jeder Körper, der über die Oberfläche der Erde gehoben ist, und sich selbst überlassen wird, seine Bewegung im Fallen beschleuniget, und eine hinreichende Quantität Bewegung erhält, um wieder bis zu eben derselben Höhe hinauf zu steigen. Die flüßigen Körper sind diesem Gesetze eben sowohl als alle übrige Körper unterworfen. Wenn man also diese Eigenschaft der Schwere nutzen will, so kann man vermittelst der Heber Wasserstrahlen vorstellen. Man darf alsdann nur das Ende des langen Armes eines Hebers so krümmen, daß es eine Art eines Aufsatzes vorstellet, wie Fig. 76. wo das Ende C nach D gekrümmet ist. Das Wasser, welches durch den langen Arm BC fällt, bemühet sich, sich bis nach B zu erheben, indem es durch den Aufsatz D spritzet. Es würde auch wirklich bis in B steigen, wenn es nicht den Widerstand der Luftmasse, in welcher es sich erhebet, sein eigenes Gewicht, indem es auf sich selbst drücket, und die Reibung in dem Aufsatze D zu überwinden hätte. Indessen steiget es doch hoch genug, um einen Strahl zu bilden. Man kann dem Ende D allerley Figuren geben, und dadurch mehrere Strahlen hervorbringen, welche sich durchkreutzen, und mancherley Gestalten vorstellen.

Fig. LXXVI.

§. 235.

Diabetes.

Man hat den Mechanismus des Hebers bis auf diejenigen Trinkgefäße ausgedehnet, welche man in der Naturlehre unter dem Namen Diabetes kennet. Man verfertiget sie auf zwey verschiedene Arten.

1) Man

1) Man nimmt ein Glas, in dessen Schafte man eine Röhre anbringen lässet, deren eine Oefnung in den Kelch AB, die andere aber in den Fuß C gehet. (Fig. 77.) In dem Glase bringet man Fig. LXXVII. einen Heber ABC an, den man in d sorgfältig anküttet. Wenn man nun einen flüßigen Körper in das Glas giesset, so bleibet er in demselben so lange bis dessen Höhe der Biegung b des Hebers nicht gleich kömmt. Sobald aber der flüßige Körper über der Biegung bis nach DE steiget, so fließet der ganze in dem Glase befindliche flüßige Körper heraus. Die Ursache dieser Erscheinung wird man leicht einsehen, wenn man nur erwäget, daß das Saugen, welches man gemeiniglich an dem Ende des langen Armes des Hebers vornimmt, blos darzu dienet, die flüßige Säule, welche in dem kleinen Arm in die Höhe steiget, zu nöthigen, über die Biegung zu treten, und durch den langen Arm abzufließen, welches in einem Diabetes von sich selbst geschiehet, wenn das Wasser über den Bug des Hebers steiget.

2) Man nimmt ein dem vorigen ähnliches Glas, in welches man in C eine Röhre Fig. LXXVIII. ablöthet, (Fig. 78.) welche man mit einer breitern und nicht haarförmigen Röhre cd bedecket, welche an ihrem obern Theile hermetisch versiegelt ist. Der flüßige Körper bleibt alsdann so lange in dem Glase, bis er in fg kömmt, wo er anfängt, die Oefnung a der Röhre ab zu bedecken. Alsdenn fließt der ganze in dem Glase befindliche Körper heraus.

§. 236.

Obgleich diese Arten von Gläsern blos zur Belustigung dienen, so habe ich sie doch mit unter die nutzbaren Maschinen gesetzet, weil der Heber ihren ganzen Mechanismus ausmacht. Jetzt wollen wir nur etwas weniges von den Maschinen der zweyten Belustigende Maschinen.

ten Classe sagen, wir wollen uns aber dabey nur auf den periodischen Springbrunnen, und auf den magischen Trichter einschränken.

§. 237.

Der periodische Springbrunnen u. der Zaubertrichter.

Der periodische Springbrunnen bestehet aus dem Behälter AB, (Fig. 79.) der sich unten mit verschiedenen Ansätzen ab endiget. An dem untern Theile dieses Behälters G ist die Röhre cd gelöthet, welche sich oben einige Linien von dem Boden des Behälters endiget, und in der Dülle CD stecket, welche sich in der Mitte des Beckens EF befindet. Diese Dülle hat einen Ausschnitt g, welcher auf einen ähnlichen Ausschnitt in dem Untertheile der Röhre cd stößet. Endlich befindet sich in der Mitte des Beckens ein Loch p.

Fig. LXXIX.

Wenn der Behälter AB mit Wasser gefüllet und auf die Dülle CD gestecket wird, so fängt das Wasser an, durch die Ansätze a, b, abzufließen, weil der Druck, der unter ihren Oefnungen befindlichen Luftsäulen, durch den Druck derjenigen Luftsäule, welche durch den Ausschnitt g, vermittelst der Röhre cd, bis in den obern Theil des Behälters dringet, im Gleichgewichte erhalten wird. Das Wasser, welches in das Becken fällt, fließet durch die Oefnung p in ein unter dem Becken befindliches Behältniß. Allein da diese Oefnung p kleiner ist, als die Oefnungen der Ansätze a, b, zusammen genommen, so lässet sie nur einen Theil des Wassers durch, welches in das Becken fällt; der andere Theil bleibet in demselben, schwillet darinnen an, und verstopfet den Ausschnitt g. Wenn nun dieser verstopfet ist, so kann die äußere Luft nicht in den Behälter AB dringen; folglich widersetzen sich die Luftsäulen unter den Ansätzen durch ihren Druck dem Abflusse des Wassers und unterbrechen denselben. Allein, indem die Ansätze aufhören zu fließen,

so

so fähret das Wasser, welches sich in dem Becken angehäufet hatte, fort, durch das Loch p abzulaufen. Der Ausschnitt g wird also nach einiger Zeit wieder frey, die äußere Luft dringet wieder durch diese Oefnung in den obern Theil des Behälters AB, und bringet daselbst die vorige Wirkung hervor Die Ansätze fangen alsdann wieder an zu fließen, bis der Ausschnitt g von neuem verstopfet wird, und dieses gehet so lange fort, als noch Wasser in dem Behälter befindlich ist.

Der Zaubertrichter gründet sich auf eben diese Wirkung; er bestehet aus zweyen Trichtern, dem äußern AB (Fig. 80.) und dem innern cd, zwischen wel- Fig. LXXX.
chen sich ein leerer Raum befindet, der einen gewissen Theil Wasser fassen kann. Beyde Trichter haben einen gemeinschaftlichen Schweif I, und sind an dem obern Rande zusammen gelöthet. Gegen den Handgriff E ist indessen ein kleines Loch angebracht, welches in den innern Raum gehet. Außerdem befindet sich noch ein anderes Loch in a, zwischen dem innern Trichter und dem zwischen beyden befindlichen leeren Raume. Wenn man nun den innern Trichter mit Wasser anfüllet, und die Mündung des Schweifes D mit dem Finger zuhält, so dringet das Wasser in den leeren Raum, welches die Stelle eines Communicationsgefäßes vertritt; so, daß dadurch beyde Höhlungen angefüllet werden. Wenn man nun die obere Oefnung b mit dem Daumen zuhält, und die Mündung D öfnet, so fließet das in dem innern Trichter befindliche Wasser ab, und der Druck der Luft auf die Oefnung a ist hinlänglich, das in dem Zwischenraume befindliche Wasser zurück zu halten. Ob nun gleich der Trichter leer zu seyn scheinet, so kann man ihn dennoch wieder fließen machen, sobald man nur das Loch b öfnet.

§. 238.

Verschiedene Arten der Pumpen.

Ich will dasjenige, was ich von der Schwere der Luft zu sagen habe, mit einer Beschreibung der Pumpen, und ihrer Wirkungen beschließen.

Es giebt mehrere Arten von Pumpen. Einige sind saugende, andere hebende, und noch andere drückende. Aus diesen dreyen Arten der einfachen Pumpen entstehen verschiedene zusammengesetzte Arten, deren einige zugleich saugen und heben, andere saugen und drücken, und noch andere saugen, drücken und verdichten.

§. 239.

Beschreibung der einfachen Pumpen.

Die Pumpen saugen blos, wenn das Wasser allein durch den Druck der äußern Luft gehoben wird; wie geschiehet, wenn man die Spitze einer Spritze in das Wasser hält und den Stämpel zurück ziehet. Alsdann wird die zwischen dem Stämpel und der kleinen Wassersäule vor der Spitze der Spritze befindliche Luft verdünnet. Die kleine Wassersäule, welche alsdann von der äußern Luft, welche auf die ganze Wassermasse ruhet, stärker gedrücket wird, als von der verdünnten Luft in der Spritze, weicht alsdann dem erstern Drucke und folget dem Stämpel, so wie er sich erhebet.

Bloße hebende Pumpen sind diejenigen, in welcher das Wasser allein vermittelst des Stämpels gehoben wird. Dieß geschiehet, wenn man eine Pumpe A (Fig. 81.) bis zu einer gewissen Tiefe, z. B. bis a in das Wasser setzet. Da sie in D offen ist, so stößet das Wasser das Ventil C des Stämpels B auf, und dringet in die Pumpe hinein, bis es mit dem äußern Wasser gleich hoch stehet. Wenn man nun den Rahmen IGG in die Höhe ziehet, und dadurch den Stämpel hebet, so verschließet der Druck des Wassers das

Fig. LXXXI.

Ventil

Ventil C und das Wasser steiget bis in E, wo es das in dem Obertheile der Pumpe angebrachte Ventil E aufstößet. Es dringet alsdann über dieses Ventil und steiget in die Röhre E F, aus welcher es nicht wieder zurück kann, weil die Schwere der gehobenen Wassersäule hinlänglich ist, das Ventil so lange zu verschließen, bis eine zweyte Menge Wassers dasselbe öfnet, und sich mit der vorigen Menge vereiniget.

Bloß drückende Pumpen entstehen alsdann, wenn man eine Pumpenröhre A B (Fig. 82.) in das Wasser setzet, welche mit einem Stämpel C versehen ist, der in der Mitte ein Loch hat, an dessen unterm Ende sich ein Ventil D befindet, welches sich nach unten zu öfnet. In diesem Falle dringet das Wasser in die Pumpenröhre; denn wenn man den Stämpel aufziehet, so wird die darunter befindliche Luft verdünnet; die Wassermasse, welche auf das Ventil drücket, stößet dasselbe auf und dringet in den Stämpel. Drücket man ihn hierauf wieder niederwärts, so giebt das Wasser dem Drucke des Stämpels nach, öfnet das Seitenventil a und steiget in die Abzugsröhre, a b aus welcher es mit Gewalt heraus spritzet, nachdem der Stämpel mit Heftigkeit niedergedrucket wird. Fig. LXXXII.

§. 240.

Pumpen, welche zugleich saugen und heben.

Es geschiehet nur selten, daß man sich einer einfachen Pumpe bedienet; gemeiniglich braucht man zusammengesetzte. Am häufigsten kommen diejenigen Pumpen vor, welche zugleich saugen und heben, das Wasser aus einem Brunnen oder Behältnisse zu ziehen; ingleichen diejenigen, welche zugleich saugen und drücken, um das Wasser fortzuschaffen und es sehr hoch springend zu machen; z. B. wenn man eine Feuersbrunst löschen will.

Der

Der Mechanismus derjenigen Pumpen, welche zugleich saugen und heben, ist aus dem, was in dem vorigen von diesen beyden Arten der Pumpen gesagt worden, leicht einzusehen.

Fig. LXXXIII. Man stelle sich eine Pumpenröhre AB vor, (Fig. 83.) in welcher ein Stämpel C beweglich ist, der einen kegelförmigen Canal hat. In diesem spielet ein kupferner Kegel C, der der Weite des kegelförmigen Canales gemäß ist, und der durch einen kupfernen oder eisernen Stift d, der sich in einem Loche des Bandes e f befindet, in seiner Lage gehalten wird. Das jetztgedachte Band ist zwischen den Schenkeln des Bügels an dem Schweife des Stämpels befestiget. Die Pumpe hat unten eine Röhre DE, welche in das Wasser zu stehen kömmt, und an deren obern Ende sich ein Ventil befindet, welches dem bereits beschriebenen gleich ist. Nunmehr siehet man leicht, daß, wenn man den Stämpel C in die Höhe ziehet, die zwischen dem Ventil der Röhre DE und zwischen dem Stämpel befindliche Luft verdünnet wird, und daß alsdann die äußere Luft, die Wassersäule, welche sich unter der Oefnung der Röhre E befindet, nöthigen wird, das Ventil aufzustoßen und in den Raum zu treten, in welchem sich die verdünnte Luft befindet. Wenn man nun den Stämpel wieder niederdrücket, so drücket man zugleich diese Masse Wassers, welche durch ihren Druck das Ventil F verschließet, zugleich aber auch das Ventil C öfnet, und über den Stämpel tritt, über welchem es so lange steiget, bis es an die Abzugsröhe A kömmt, und aus derselben in das dazu bestimmte Behältniß fließet.

Man muß dabey bemerken, daß die Röhre DE eine der Luftschwere gemäße Länge haben muß. Denn das Wasser wird blos durch den Druck der äußern Luft in diese Röhre getrieben. Nun kann dieser Druck, so, wie man aus der Höhe des Queckssilbers, in dem Barometer, urthei-

urtheilen kann, nur einer Quecksilbersäule, von ohngefähr 28 Zoll, das Gleichgewichte halten. Sie kann also auch nur einer Wassersäule, von ohngefähr 32 Fuß, das Gleichgewicht halten; weil sich die Dichtigkeit des Quecksilbers zu der Dichtigkeit des Wassers, wie 14 zu 1, verhält. Wenn man nun annimmt, daß die Pumpe an einem Orte stehet, wo die Luftsäule ihre ganze Länge hat, so darf man diese Röhre nicht über 28 bis 29 Fuß lang machen; und zwar 1.) um die Abwechselungen zu ersetzen, denen die Stärke des Drucks der Luft ausgesetzt ist; 2.) damit der Stämpel im Niedersteigen in dem untern Theile der Pumpe eine hinlängliche Masse Wasser drücken könne. Hingegen giebt es viele Fälle, wo diese Röhre weit kürzer seyn muß.

§. 241.

Pumpen, welche zugleich saugen und drücken.

Eine Pumpe, welche zugleich sauget und drücket, ist von der jetzt beschriebenen nur darinnen verschieden, daß ihr Stämpel nicht hohl, sondern dicht ist, und daß sie sich vermittelst einer unten an der Pumpe angebrachten Seitenröhre ausleeret. Uebrigens bemerket man an derselben eben die Theile, als an der vorigen. Sie hat also eine Saugröhre AB, (Fig. 84.) welche mit einem Ventile C versehen ist, das Wasser in den untern Theil der Pumpe über den Stämpel zu leiten. Da nun dieser Stämpel dicht ist, so zwinget er, wenn man ihn niederdrücket, das Wasser, das in C befindliche Ventil, aufzustoßen, in die Röhre CD zu treten, und endlich durch die Oefnung D zu springen, welche man nach verschiedenen Seiten drehen kann, um das Wasser dahin zu bringen, wohin man es haben will.

Fig. LXXXIV.

§. 242.

Pumpen, welche zugleich saugen, drücken und verdicken.

Es giebt noch eine andere Art zusammengesetzter Pumpen, welche zugleich saugen, drücken und verdicken, in Betrachtung des Lufthälters, welchen man dabey

anbrin-

anbringet, in welchem die Luft verdicket wird, und alsdann durch die Wirkung ihrer Schnellkraft die Arbeit dieser Maschine erleichtert. Diese Pumpe ist von der vorigen nur darinnen verschieden, daß das Wasser, welches der Stämpel durch die Seitenöfnung treibet, in ein mit Luft angefülltes Behältniß AB (Fig. 85.) gehet, in welches die Röhre CD niedersteiget, durch welche das Wasser ausspritzet. Wenn man den Stämpel niederdrückt, so tritt das Wasser in dieses Behältniß. Die Luft, womit dasselbe angefüllet ist, weichet der Kraft des eindringenden Wassers, ziehet sich in den obern Theil des Behältnisses und verdicket sich daselbst, so, wie mehr Wasser eintritt. Indessen steiget das Wasser in der Röhre DE hinauf, und spritzet aus, so, wie bey der vorigen Pumpe. Indem man aber den Stämpel zurückziehet, und dadurch die Kraft, welche die Luft zusammendrückte, wegnimmt, so übet diese letztere ihre Schnellkraft, und treibet das Wasser vor sich her; so, daß der Wasserstrahl hier unaufhörlich fortspringet, dagegen er bey der vorigen Pumpe periodisch war.

Fig. LXXXV.

§. 243.

Anmerkung über die Ventile.

Die Ventile sind an einer Pumpe ein sehr wichtiger Theil, und verdienen desto mehr betrachtet zu werden, da man in Ansehung derselben von einem geschickten Künstler oft schlechter bedienet werden kann, als von einem mittelmäßigen; indem der Fehler eines Ventils oft daher kommt, weil es zu künstlich gearbeitet ist. Auf diesen Fehler fällt man oft am wenigsten; denn da das Ventil dazu bestimmt ist, die Oefnung, welche es bedeckt, zu verstopfen, so sollte man denken, daß man diese Absicht desto besser erreichen würde, je genauer das Ventil paßt. Allein die Erfahrung lehret dennoch das Gegentheil. Hr. Amontons hatte eine drückende Pumpe verfertigen lassen, (a) und

(a) Mem. de l'Acad. des Scienc. 1703.

und erstaunte, als er sahe, daß die kupfernen Ventile, welche sehr künstlich gearbeitet waren, und genau in ihre Hülsen paßten, ihm ihren Dienst versagten.

Anfänglich glaubte er, daß solches von einem zähen schleimigen Bodensatze herkommen könne, der die Ventile an ihre Hülsen anleimete. Er nahm sie daher auseinander, allein vergebens. Er kam endlich auf den Gedanken, daß der Fehler von der Anhänglichkeit herrühren könnte, welche man zwischen polirten Körpern bemerket, wenn man sie mit einander verbindet. Er konnte auch diesem Fehler wirklich nicht anders abhelfen, als daß er statt dieser Ventile lederne Klappen nahm. Es scheinet, daß man sich seit dieser Zeit von dieser Methode nicht entfernt hat. Indessen habe ich doch aus vielen Erfahrungen gelernet, 1.) daß diese Klappen sehr oft ausgebessert werden müssen; 2.) daß sie die Oefnung nicht genau genug verschließen; und 3.) daß das Gewinde an der Klappe rostet und oft zerbricht, so viel Sorgfalt man auch für dessen Erhaltung träget. Diese Betrachtungen haben mich bewogen, den gegossenen kegelförmigen kupfernen Ventilen den Vorzug zu geben, wenn sie nur in ihren Hülsen nicht allzugenau abgeschliffen sind.

§. 244.

Druck der Luft bey den Saugwerken.

Nachdem ich bisher die Verfertigung der Pumpen und die Art beschrieben habe, wie das Wasser in denselben steiget, damit es nach unsern Bedürfnissen vertheilet werden kann; so wird es nicht undienlich seyn, den Satz, daß wir die Erhebung des Wassers in den saugenden Pumpen blos der Schwere der Luft zu danken haben, durch die Erfahrung zu bestätigen. Der überzeugendeste Beweis, den man anführen kann, ist ohne Zweifel der Mangel des Steigens dieses flüßigen Körpers, wenn man den Druck der Luft hemmet. Dieses bemerket man aber, wenn die

Sauge-

Saugeröhre einer Pumpe in einem luftleeren Raume in das Wasser gestecket wird.

Man setze auf einen offenen Recipienten eine saugende Pumpe, deren Röhre von Glas ist und in das Innere des Recipienten hineingehet. Auf den Teller der Luftpumpe setze man ein zum Theile mit Queckſilber angefülltes Gefäß, welches man mit dem gedachten Recipienten bedecket; so, daß die Pumpenröhre in dem Queckſilber stehet. Wenn man nun, indem der Recipient noch voller Luft ist, den Stämpel in die Höhe ziehet, so wird das Queckſilber in die Pumpe treten. Drücket man den Stämpel nieder, so wird auch das Queckſilber wieder in das Gefäß fallen. Pumpet man aber die Luft so rein als möglich ist, aus, so wird das Queckſilber nicht mehr in die Höhe steigen, wenn man gleich den Stämpel bis oben hinan in die Höhe ziehet.

§. 245.

Schnellkraft der Luft.

Nachdem wir bisher von der Schwere der Luft und von den verschiedenen Vortheilen geredet haben, welche diese Eigenschaft dem Menschen verschaffet, so wollen wir nunmehr von ihrer Schnellkraft, deren Wirkungen und Nutzen handeln.

Die Schnellkraft der Luft ist diejenige Eigenschaft, welche macht, daß die zusammen gedruckte oder ausgedehnte Luft sich in ihren ersten Zustand wieder herstellet, sobald die zusammendrückende oder ausdehnende Kraft aufhöret, auf sie zu wirken.

Man drücket die Luft zusammen, wenn man sie in einen engern Raum bringet. Dieß geschiehet, entweder wenn man eine neue Menge Luft in einen bereits mit Luft angefüllten Raum bringet, oder wenn man sie außer dem Drucke, den sie schon auf sich selbst äußert, mit einer neuen Last beschweret.

Die

Die Luft wird ausgedehnet, wenn man sie nöthiget, einen größern Raum einzunehmen. Dieß geschiehet, entweder, wenn man sie von einem Theile des Druckes befreyet, welchen sie von Natur auf sich selbst äußert, oder wenn man sie mit einem fremden flüßigen Körper verbindet, der im Stande ist, ihre Theile von einander zu entfernen.

Man mag nun die Luft zusammen drücken oder ausdehnen, so empfindet man doch allemal unleugbare Beweise ihrer Schnellkraft. Wir wollen uns die verschiedenen jetzt angezeigten Erscheinungen zu Nutze zu machen suchen.

§. 246.

Druckbrunnen. Fig. LXXXVI.

AB (Fig. 86.) ist ein meßingenes Gefäß, dem man, in Betrachtung der Ursache, die dasselbe zum Spielen bringet, den Namen eines **Druckbrunnens** giebet. Man füllet dieses Gefäß ungefähr bis auf zwey Drittel seines Raumes mit Wasser, und bringet hierauf in demselben die Röhre CD an, welche bis auf eine Linie von dem Boden reichet, und vermittelst eines darzwischen gelegten fetten Leders sehr fest in F sitzet. Man nimmt den Aufsatz C weg, und schraubet an dessen Stelle eine Pumpe auf, vermittelst welcher man eine gewisse Menge Luft hinein bringet, nachdem man den Hahn E geöfnet hat. Diese Luft gehet durch die Oefnung D in das Gefäß, und steiget durch das Wasser in den obern Theil, der bereits mit einer eben so dichten Masse Luft angefüllet ist, als sich in der Atmosphäre befindet. Wenn beyde Luftmassen sich mit einander vereinigen, so drücken sie sich zusammen, und drängen einander in einen engern Raum. Dieser Druck spannet ihre Schnellkraft nach dem Maße, nach welchem man viel Luft durch die Röhre CD hinein bringet. Wenn die Luft nach Belieben zusammen gepresset ist, so verschließet man den Hahn E, man schraubet die Luftpumpe

ab, und stecket den Aufsatz C wieder auf. Wenn man nun den Hahn öfnet, so wird die Wassersäule unter und in der Röhre CD von der äußern Luft weniger gedrückt, als von derjenigen, welche inwendig in dem Behältnisse befindlich ist. Sie giebt also der Wirkung der letztern nach, und springet mit mehr oder weniger Heftigkeit heraus, nachdem die innere Luft viel oder wenig ist zusammen gepresset worden. Allein so wie das Wasser heraus springet, so nimmt auch der Wasserstrahl an Höhe ab, weil die innere Luft immer mehr Raum gewinnet, ihre Schnellkraft also auch immer mehr abnimmt.

§. 247.

Die Windbüchse. Die Windbüchse bestätiget diese Wirkung gleichfalls. Sie bestehet aus einem hohlen eisernen Schafte, der vermittelst eines kegelförmigen Ventiles, welches in seiner Hülse spielet, genau verschlossen wird. Gegen die äußere Oefnung wird es von einer Spiralfeder gedrücket, welche auf dem innern Boden des Schaftes ruhet. In den innern Raum dieses Schaftes bringet man die Luft vermittelst einer Pumpe, welche der vorigen ähnlich ist, die man in eine Mutter über dem Ventile schraubet. Die Kraft der von dem Stämpel dieser Pumpe gedrückten Luft ist hinreichend, das Ventil nieder zu drücken, worauf die Luft in das Innere des Schaftes dringet. Wenn nun die Luft in demselben, so sehr als nöthig ist, zusammen gepresset worden, so schraubet man die Pumpe ab, und schraubet dafür den Lauf auf, dessen eine Oefnung, vermittelst eines kleinen Canales, mit dem Ventile Gemeinschaft hat. Dieser Lauf hat ein Schloß, welches so zubereitet ist, daß, wenn man den Hahn abdrücket, derselbe auf einen Stift schläget, und vermittelst desselben das Ventil aufstößet. Die in dem Schafte zusammen gepreßte Luft findet nunmehr einen Ausgang, daher sie zum Theil entwischet

wischet und in den Lauf fähret, wo sie die Kugel mit fortreißet, womit man denselben vorher geladen hatte. Die Luft fähret mit so vieler Heftigkeit heraus, daß die Kugel oft in einer Entfernnng von zwanzig Schritt ein sechs Linien dickes fichtenes Bret durchbohret.

Die Spiralfeder, von welcher die Bewegung des Ventiles abhänget, stößet solches mit vieler Heftigkeit wieder an seinen Ort, und verschließet die Oefnung so geschwinde, daß der erste Schuß nur einen Theil der in dem Schafte verschlossenen Luft verzehret. Man kann also mit einer einigen Ladung mehrmals hinter einander schießen; allein, da die Luft immer mehr verdünnet wird, so werden auch die Schüsse immer schwächer und schwächer.

§. 248.

Unveränderlichkeit der Schnellkraft der Luft.

Ist aber die Schnellkraft der zusammen gepreßten Luft einiger Veränderung ausgesetzet, oder behält sie den Grad der Spannung, den man ihr durch die Verdickung gegeben hatte, beständig? Ich glaube, daß man das letztere behaupten könne, und es ist mir niemand als Haurbee (a) bekannt, der für das Gegentheil war, obgleich die Erfahrung, worauf er sich berufet, nicht überzeugend genug ist, und man solche endlich noch sehr gut erklären kann, ohne eine Veränderung in der Schnellkraft der Luft anzunehmen. Fast alle Naturlehrer sind meiner Meynung, die überdieß mit den Versuchen des Boyle und Muschenbroek sehr gut übereinstimmet, als welche eine Masse Luft dadurch zusammen presseten, daß sie ihr, außer dem Drucke, den sie ordentlicher Weise schon auf sich selbst äußert, noch eine neue Last zu tragen gaben.

Der letztere nahm eine gläserne Röhre, ABC (Fig. 87.) welche 8 Fuß lang, unten Fig. LXXXVII.

(a) Exper. phys. mech. T. I. p. 75.

gekrümmet, und am Ende des kürzesten Armes hermetisch versiegelt war. Er füllete diese Röhre mit Queckſilber, und verdickte dadurch die kleine Luftsäule, welche sich zwischen dem Gewölbe des kurzen Armes C und dem Queckſilber befand, gar sehr. Er ließ hierauf diese Röhre drey Jahre hinter einander hängen, und fand nicht die geringste Veränderung in der Schnellkraft dieser heftig zusammen gedrückten Luft. Denn in dieser ganzen Zeit verdickte und verdünnete sich die in einem Theile des kurzen Arms BC befindliche Luft allemal so, wie sich die Dichtheit der äußern Luft veränderte; welches man aus dem Stande des Queckſilbers in dem Barometer ersahe.

§. 249.

Verhältniß der Verdickung der Luft.

Aus einem ähnlichen Versuche fanden die Herren Boyle und Mariotte, (a) daß die Luft sich so verdicke, so wie die Last, welche sie träget, vermehret wird.

Fig. LXXXVII.

Gesetzt, der Theil AB der Röhre ABC sey nur dreyßig Zoll, der Theil BC aber sechs Zoll lang. Dieser letztere sey überdieß in seiner ganzen Länge völlig gleich und eben; so wird die in dieser Röhre befindliche Luft als eine einige Säule angesehen werden können, welche die ganze Last der Atmosphäre träget. Wenn man nun in die Krümmung dieser Röhre eine kleine Menge Queckſilber laufen läſſet, welche hinlänglich ist, den gebogenen Theil derselben auszufüllen, so wird diese Luftsäule in zwey Theile getheilet werden, wovon der eine kurz, der andere aber länger ist, welche aber beyde die Last einer Luftsäule tragen, welche so hoch ist, als der ganze Dunstkreis. Wenn man nun in die lange Röhre Queckſilber gießet, so wird die darinnen befindliche Luftsäule dadurch keine neue Last zu tragen bekommen, weil sie über das Queckſilber tritt. Allein mit der klei-

(a) Traité de nouv. des Eaux, p. 140.

kleinen in der kurzen Röhre abgeschnittenen Luftsäule verhält es sich ganz anders, weil sie die Schwere des in die lange Röhre gegossenen Queckſilbers tragen muß. Da nun eine Säule Queckſilber von 24 Fuß eben so schwer ist, als eine Luftsäule von eben der Grundfläche, welche aber so hoch wie die ganze Atmosphäre ist, so wird die kleine Luftsäule, wenn man in diese Röhre eine Säule Queckſilber von 24 Fuß hoch gießet, noch einmal so viel tragen müssen, als sie vorher trug. Folglich wird sie auch bis auf die Hälfte des vorigen Raumes zusammen gepresset werden. Aus diesem Versuche schlossen **Boyle** und **Mariotte**, daß die Schnellkraft der Luft nach eben dem Maße gespannet wird, nach welchem man die Luft vermehret, die sie zu tragen hat. Ungeachtet sich diese Regel auf einen Versuch gründet, welcher entschieden zu seyn scheinet, so ist sie doch nicht völlig richtig. Denn wenn man die Luft sehr stark zusammen drücket, z. B. wenn man sie in einen viermal kleinern Raum bringet, so ist der Erfolg dieser Regel nicht gemäß. Diese Luft fänget alsdenn an mehr Widerstand zu leisten, und erfordert folglich auch eine größere Last, als oben angegeben worden, wenn sie diesen Grad der Dichtheit bekommen soll. Und in der That, wenn man die Luft so zusammen gepresset, daß ihre Theile einander berühren, und nur eine und eben dieselbe feste Masse ausmachen; (denn Herr **Halles** hat sie in $\frac{1}{183}$ und nach Hrn. **Buffons** (a) Anmerkung, in $\frac{1}{1551}$ ihres gewöhnlichen Raumes gebracht, so, daß sie zweymal dichter als das Wasser geworden ist,) so ist es unmöglich, sie noch weiter zusammen zu pressen, weil die Körper undurchdringlich sind. Eben so unläugbar ist, daß die Luft nicht bis in das Unendliche verdünnet werden kann; woraus denn folgt, daß die Verdünnung der Luft nach dem umgekehrten Verhältnisse der zusammen drückenden Last, nicht richtig ist. Denn man müßte, nach dieser Regel, für

(a) Statica vegetabil. p. 390.

einen jeden Grad der Verdünnung der Luft, ein verhältnißmäßiges Gewicht finden, welches die weitere Verdünnung verhindern könnte. Allein, wenn die Luft so sehr verdünnet worden, als möglich ist, so träget sie alsdann nicht das geringste Gewicht, und nimmt dennoch noch einen gewissen Raum ein. (a)

§. 250.

Wie die Luft verdünnet wird.

Die Verdünnung der Luft gewähret uns einen neuen Beweis ihrer Schnellkraft. Man kann sie auf zweyerley Art verdünnen.

Man stecke in eine kleine Bouteille eine Röhre, welche bis auf den Boden reichet, und verkütte sie in dem Halse der Bouteille so genau, daß die äußere Luft mit der innern keine andere Gemeinschaft, als vermittelst der Röhre habe. Man lege die Bouteille auf die Seite in ein Gefäß, welches zum Theil mit Wasser angefüllet ist. Hierauf stelle man dieses alles auf den Teller einer Luftpumpe, stürze die Glocke über die Bouteille und das Gefäß, und pumpe die Luft aus. So wie man die Luft wegschaffet, wird man aus dem Ende der in das Wasser getauchten Röhre Blasen aufsteigen sehen, welche durch das Wasser gehen, und unter den Recipienten fahren werden.

Wenn man die unter dem Recipienten befindliche Luft verdünnet, so vermindert man ihre Schnellkraft; man schwächet folglich auch ihren Druck auf die Oberfläche des Wassers. Es kann also die kleine Wassersäule vor und theils in der Oefnung der Röhre der Luftsäule, mit welcher sie in Gemeinschaft ist, nicht mehr das Gleichgewicht halten, weil die in der Bouteille befindliche Luftmasse mit der Luft des Dunstkreises einerley Dichtheit hat. Die in der Flasche befindliche Luft übet also ihre

(a) Dictionnaire Encycloped. Art. *Air.*

ihre ausdehnende Kraft aus, entfliehet zum Theil durch die Röhre, und steigt in Gestalt kleiner Blasen durch die Wassermasse unter den Recipienten; und diese Wirkung bemerket man so lange, als man fortfähret, das Gleichgewicht zwischen der Luft unter dem Recipienten, und zwischen der kleinen Luftmasse in der Flasche zu unterbrechen.

Wenn man den Hahn umdrehet, und neue Luft unter den Recipienten lässet, so wird diese Luft den Druck auf die Oberfläche des Wassers in dem Gefäße vermehren. Die kleine Wassersäule vor der Oefnung der Röhre wird von außen stärker gedrücket, als von der in der Flasche befindlichen verdünnten Luftsäule. Sie dringet also so lange in die Flasche, bis die darinnen befindliche Luftmasse eben so dicht wird, als die äußere Luft; welches aber nicht eher statt finden kanu, als bis diese Luft gerade eben denselben Raum wieder einnimmt, den sie vorher einnahm. Es wird also auch so vieles Wasser in die Flasche dringen, als man vorher Luft heraus gezogen hatte.

Wenn man den Recipienten wegsetzet, und die Flasche aus dem Gefäße nimmt, so wird sie theils mit Wasser angefüllet werden, theils aber auch mit Luft. Die letztere wird den obern Raum der Bouteille einnehmen, und eben so dicht seyn, als die Luft der Atmosphäre. Wenn man diese Flasche aufgericht auf den Teller der Luftpumpe setzet, sie mit einem hohen Recipienten bedecket, und anfänget, die Luft auszupumpen, so wird sich die Luft in der Bouteille ausdehnen, so wie die Luft unter dem Recipienten verdünnet wird. Sie wird dabey eine Wassersäule vor sich hertreiben, welche in Gestalt eines Strahles bis oben an den Recipienten spritzen wird.

§. 251.

Wirkungen der Schnellkraft der Luft.

Eben diese Schnellkraft der Luft, welche man in Bewegung setzet, wenn man sie von einem Theile der Schwere befreyet, mit welcher sie auf sich selbst drücket, macht es, daß alle flüssige Körper, welche viel Luft enthalten, unter dem Recipienten der Luftpumpe Blasen werfen und sieden, daß das Bier daselbst schäumet, daß ein runzelicher Apfel seine Runzeln verlieret, und frisch zu seyn scheinet, und endlich, daß eine schlaffe aber fest zugebundene Blase aufschwillet, und eine beträchtliche Größe bekömmt.

Ungeachtet eine solche Blase nur sehr wenig Luft enthält, so kann sie doch durch ihre Ausdehnung heftige Wirkungen hervorbringen.

Man nehme eine schlaffe Blase, welche an ihrem Halse fest zugebunden ist, stecke sie in ein cylindrisches Gefäß und lege in dasselbe ein Gewicht von zehen und mehr Pfund. Man setze alles unter einen Recipienten, und pumpe die Luft aus, so wird sich die Blase ausdehnen; sie wird aufschwellen und das Gewicht aufheben. Lässet man wieder Luft unter den Recipienten, so wird die Luft in der Blase wieder ihren vorigen Raum einnehmen; die Blase wird folglich schlaff werden, das Gewicht wird niedersinken, und seinen vorigen Platz einnehmen.

§. 252.

Ausdehnung der Luft durch die Hitze.

Man kann auch die Luft ausdehnen, wenn man sie mit einem fremden flüßigen Körper verbindet, der bequem ist, ihre Theile von einander zu trennen und zu entfernen. Allein alsdann muß die Luft in einem Raume eingeschlossen seyn, aus welchem sie nicht entwischen kann; sonst wird sie sich ausdehnen und einen größern Raum einnehmen; die Spannung ihrer Schnellkraft wird alsdann entwe-

der

der gar nicht, oder doch nur sehr schwach vermehret werden.

Man nehme eine Blase voller Luft, die aber an ihrem Halse fest zugebunden ist, so, daß die Luft nicht entwischen kann. Man halte diese Blase in einiger Entfernung über ein Kohlenfeuer und erwärme sie, so wird sie noch weiter aufschwellen wollen. Ihre Fibern werden dadurch ausgedehnet werden, und wenn man fortfähret, sie zu erhitzen, so wird sie endlich mit einem Knalle zerplatzen.

Herr Amontons war der erste, der die Grade des Wachsthums bemerkete, welche die Schnellkraft der Luft durch die Hitze des siedenden Wassers erhält. Aus den ersten Versuchen, die er anstellete, schloß er, daß die Schnellkraft, der durch den jetztgedachten Grad Wärme erhitzten Luft, in Ansehung derjenigen Schnellkraft, welche sie besitzet, wenn ihre Temperatur dem kalten Wasser gleich ist, sich so vermehre, daß sie außer der Last der Atmosphäre noch die Schwere einer Quecksilbersäule, von 10 Zoll hoch, tragen könne. Allein, als er diese Versuche wiederholete, und seine Beobachtungen noch weiter trieb, so sahe er, daß dieser Wachsthum der Schnellkraft keinen bestimmten Grad beobachtet, sondern daß er veränderlich ist, nachdem die Luft schwer oder leicht ist; daß aber doch dieser Wachsthum allemal ungefähr dem Drittheil dieser Schweren gleich ist; das heißt, wenn bey einer mittlern Temperatur eine mit 30 Zoll Quecksilber und der Last der Atmosphäre beladene Luftmasse, ihre Schnellkraft durch die Hitze des siedenden Wassers so vermehret, daß sie außer einer Säule Quecksilber von 30 Zoll hoch, noch eine andere von gleicher Basi und 10 Zoll Höhe tragen kann; so wird eben diese Masse Luft 20 Zoll Quecksilber tragen können, wenn man sie außer den 60 Zoll Quecksilber, die sie tragen muß, noch mit einer Quecksilbersäule von

60 Zoll beschweret, um der Säule von 60 Zoll das Gleichgewicht zu halten, mit welcher sie belastet ist. (a)

§. 253.

Heftige Wirkungen des Schießpulvers.

Hieraus folget nun, daß jemehr die Luft zusammen gepresset ist, destomehr auch ihre Schnellkraft vermehret wird, wenn man sie vermittelst der Hitze verstärket. Man darf sich also nicht über die heftigen Wirkungen verwundern, welche die Luft durch die Entzündung des Schießpulvers hervorbringet. Es ist bekannt, daß jedes Körnchen Pulver eine gewisse Menge Luft enthält, welche sehr zusammen gepresset ist. Es ist ferner bekannt, daß außerdem noch eine gewisse Quantität Luft zwischen den Pulverkörnern zerstreuet ist, welche die Zwischenräume zwischen denselben ausfüllet. Wenn sich nun dieses Pulver entzündet, so muß die Schnellkraft der Luft, welche so weit verstärket wird, daß sie die Theilchen des Pulvers zerbricht, eine sehr heftige Wirkung hervorbringen, wie man denn solches auch täglich gewahr wird.

§. 254.

Nutzen dieser Schnellkraft der Luft.

Der Schnellkraft der Luft, welche sich durch die Wärme in der Lunge ausdehnet, haben wir es großen Theils zu verdanken, daß das Blut so leicht in diesem Theile circuliret, wo es die letzte Vollkommenheit erhält, die ihm bis dahin fehlete. Von dieser Schnellkraft rühret es her, daß die Schwere, womit die äußere Luft beständig auf unsern Körper drücket, so wenig Eindruck auf uns macht. Die in den flüßigen Theilen, in dem zellenförmigen Gewebe, und in der Haut befindliche Luft, wirket zurück und hält der Wirkung der äußern Luft das Gleichgewicht. Denn die Erfahrung lehret es, daß ein jeder auch noch so kleiner Theil Luft, vermittelst seiner Schnellkraft, dem Drucke einer Luftsäule von eben derselben Grundfläche, die aber

(a) Mém. de l'Acad. des Scienc. p. 102.

aber so hoch ist, als die ganze Atmosphäre, das Gleichgewicht halten kann. Wir haben bewiesen (§. 219.) daß der Stand des Queckſilbers auf $\frac{2}{8}$ Zoll Höhe in der Toricelliſchen Röhre von dem Drucke einer Luftſäule herrühret, welche eben dieſelbe Grundfläche hat, aber so hoch iſt, als die ganze Atmosphäre. Nun lehret die Erfahrung, daß die Queckſilberſäule durch die bloße Gegenwirkung einer kleinen Luftmaſſe, welche mit der Luft der Atmosphäre von gleicher Dichtheit iſt, in eben der Höhe erhalten wird, und daß dieſe Säule an Höhe abnimmt, so, wie die Schnellkraft dieſer Maſſe Luft vermindert und geſchwächet wird.

Man ſtelle unter einen kleinen Recipienten eine Toricelliſche Röhre, welche bis zu der gewöhnlichen Höhe mit Queckſilber gefüllet iſt, und in einem zum Theile mit Queckſilber gefüllten Gefäße ſtehet. Man ſtecke dieſe Röhre durch den Hals des Recipienten, und verkütte ſie daſelbſt, damit keine Luft durchdringen könne. Das Queckſilber, welches alsdann dem Drucke der äußern Luft ausgeſetzet iſt, wird 28 Zoll hoch ſtehen bleiben. Man ſtelle den Recipienten auf den Teller der Luftpumpe, und drücke ihn feſt darauf an, so wird die äußere Luft keine Gewalt mehr auf das in dem Gefäße befindliche Queckſilber haben können. Indeſſen wird das Queckſilber immer einerley Stand behalten, weil die kleine unter dem Recipienten befindliche Luftmaſſe durch ihre Schnellkraft eben dieſelbe Wirkung hervorbringt, welche die äußere Luft durch ihren Druck verurſacht. Man verdünne hierauf die Luft unter dem Recipienten, so wird die Queckſilberſäule immer tiefer in das Gefäß fallen und an Länge abnehmen, jemehr man die Schnellkraft der Luft vermindert. Läſſet man aber neue Luft unter den Recipienten, so wird das Queckſilber auch wieder zu der vorigen Höhe ſteigen.

§. 255.

§. 255.

Stärke des Druckes der äußern Luft auf den menschlichen Körper.

Der Stand des Queckſilbers in der Toricelliſchen Röhre giebet uns ein Mittel an die Hand, den Druck der äußern Luft auf die Oberfläche des menſchlichen Körpers zu berechnen.

Der Stand des Queckſilbers iſt die unmittelbare Wirkung des Druckes einer Luftſäule von gleicher Grundfläche, die aber ſo hoch iſt, als die ganze Atmoſphäre. Der Druck einer ähnlichen Säule iſt alſo der Schwere einer Queckſilberſäule von gleicher Grundfläche und 28 Zoll Höhe gleich. Da nun das Queckſilber vierzehnmal ſchwerer iſt, als das Waſſer, ſo iſt auch die Schwere einer Queckſilberſäule von 28 Zoll Höhe, der Schwere einer Waſſerſäule von eben derſelben Grundfläche und von 392 Zoll, oder ungefähr 32 Fuß Höhe, gleich. So viel ſolcher Luftſäulen von eben derſelben Grundfläche alſo der menſchliche Körper tragen kann, ſo vielmal wird er auch die Schwere einer Waſſerſäule von 32 Fuß Höhe tragen. Nun hat ein Menſch von mittlerer Größe, das heißt von 5 Fuß, wenigſtens 10 Quadratfuß Oberfläche. Er hat alſo beſtändig den Druck einer Luftſäule zu tragen, welche 10 Quadratfuß in der Grundfläche hält, an Höhe aber der ganzen Atmoſphäre gleich iſt; das iſt, einen Druck, der der Schwere einer Waſſerſäule von 10 Quadratfuß Grundfläche und 32 Fuß Höhe gleich iſt. Nun aber wieget ein Cubicfuß Waſſer 70 Pfund; folglich wieget eine Waſſerſäule von einem Quadratfuße Grundfläche, und 32 Fuß Höhe, 70 Pfund, × 32 = 2240 Pfund. Folglich wiegen 10 ſolche Waſſerſäulen, als welche erſt dem Umfange der Oberfläche des menſchlichen Körpers gleich ſind, 2240 × 10 = 22400 Pfund. Hieraus folget nun, daß ein Menſch von mittlerer Größe von Seiten der Luft, welche auf die ganze Oberfläche ſeines Körpers drücket, beſtän-

beständig einen Druck erträget, der dem Drucke einer Last von 22400 Pfund gleich ist. Ein erstaunlicher Druck, welchen er gleichwohl nicht gewahr wird, weil die Schnellkraft der innern zwischen den Theilen seines Körpers befindlichen Luft demselben das Gleichgewicht hält.

§. 256.

Wirkung ihrer Schnellkraft auf ertrunkene Körper.

Der Schnellkraft der in den flüßigen und festen Theilen des menschlichen Körpers befindlichen Luft haben wir eine Erscheinung zu verdanken, die man gemeiniglich bemerkt, wenn der Mensch ertrinkt. Man wird in diesen Fällen gewahr, daß der todte Körper einige Tage hernach wieder auf der Oberfläche des Wassers zum Vorschein kommt, hierauf wieder untersinket, und nochmals in die Höhe kommt. Diese Wirkung rühret allein von der Schnellkraft der Luft her.

Ueberhaupt ist der Körper eines Menschen schwerer als eine eben so große Masse Wasser. Ich sage überhaupt, denn es giebt wirklich Personen, welche leichter sind, als eine eben so große Masse Wasser, welches von den großen Höhlungen und von vielem Fette herkömmt, welches manche Menschen haben. Große Höhlungen vermehren den körperlichen Umfang, vermindern aber die eigenthümliche Schwere. Das Fett ist leichter als eine eben so große Masse Wasser. Man darf sich also nicht verwundern, wenn eines das andere so compensiret, daß das Ganze wirklich leichter ist, als eine eben so große Masse Wasser. Allein dieser Fall ist doch sehr selten, und der Körper eines ertrunkenen Menschen ist gemeiniglich schwerer, als eine eben so große Masse Wasser. Er sinket also unter und bleibet einige Tage hindurch auf dem Grunde, bis die Fäulniß, welche in diesem Falle sehr schnell erfolget, eine Gährung hervorbringt, welche die in den verschiedenen Theilen des Körpers befind-

findliche Luft losmacht. Ein Theil dieser Luft gehet davon und steiget durch das Wasser in die Höhe, dagegen der noch übrige Theil sich ausdehnet, und die Größe der gährenden Theile beträchtlich vermehret. Wenn nun der körperliche Umfang so sehr vermehret ist, daß der ganze Körper leichter wird, als eine eben so große Masse Wasser, so wird der Körper auf die Oberfläche des Wassers getrieben und schwimmet daselbst zum Theile oben. (§. 204.) Indem er nun so der Berührung der äußern Luft ausgesetzt ist, so erhält er neue Grade der Fäulniß. Die ausgedehnten Theile platzen und fallen zusammen; der körperliche Umfang wird kleiner; die eigenthümliche Schwere nimmt dadurch zu, und da endlich der ganze Körper wieder schwerer wird, als eine eben so große Masse Wasser, so sinket er wieder unter, bis eine neue Gährung vorgehet, welche dessen Masse vergrößert und ihn wieder in die Höhe treibet, worauf er aber aus der vorhin angeführten Ursache endlich doch wieder zu Grunde gehet. Man kann diese Theorie gewissermaßen durch folgenden Versuch bestätigen:

Man beschwere ein Stückchen Kork mit einem Blättchen geschlagenen Bleyes, so, daß es ein wenig mehr eigenthümliche Schwere bekömmt, als das Wasser. Man lege diesen Kork in ein Gefäß mit Wasser, so wird er untersinken. Man stelle das Gefäß auf den Teller der Luftpumpe, bedecke es mit einem Recipienten und pumpe die Luft aus. So wie man die Luft unter dem Recipienten verdünnet, so wird man auch die in dem Korke befindliche Luft in Bewegung sehen; sie wird sich ausdehnen; ein Theil wird in Gestalt kleiner Blasen durch das Wasser in die Höhe steigen; der andere Theil, der aus dem Korke nicht entfliehen kann, wird dessen Theile ausdehnen und dessen Größe vermehren. Wenn nun der Kork dadurch leichter geworden ist, als eine eben so große Masse Wassers, so wird er in die Höhe steigen

und

und oben schwimmen. Lässet man neue Luft unter den Recipienten, so wird die ausgedehnte Luft verdicket werden; der körperliche Raum des schwimmenden Körpers wird abnehmen, seine eigenthümliche Schwere wird dadurch zunehmen, und er wird wieder zu Boden sinken.

§. 257.

Heronsbrunnen.

Man hat sich die Schnellkraft der Luft zur Erfindung sehr vieler Maschinen zu bedienen gewußt, die wir aber hier nicht alle beschreiben können. Indessen glaube ich die Verfertigung des **Heronsbrunnens** nicht ganz mit Stillschweigen übergehen zu können.

Fig. LXXXVIII.

Dieser Brunnen bestehet aus einem Behältnisse AB, (Fig. 88.) über welchem sich ein Becken BC befindet. In dem Mittelpunkte des letztern erhebet sich ein Aufsatz D, der nur das Ende der Röhre DE ist, welche bis auf eine Linie von dem Boden des Behältnisses hinab reichet, und an dem obern Boden angelöthet ist. In eben demselben Becken erblicket man ferner den Anfang F einer Röhre FG, welche durch das Behältniß AB gehet, ohne daselbst eine Oefnung zu haben, und sich in G, eine Linie von dem Boden des untern Behältnisses HI endiget. In diesem untern Behältnisse siehet man den Anfang einer Röhre KL, welche der vorigen ähnlich, und an dem obern Boden des Behältnisses HI angelöthet ist, worauf sie sich in L, gegen dem obern Theile des Behältnisses AB endiget.

Nun kann man sich leicht vorstellen, daß, wenn man das Behältniß AB durch die Oefnung M, die man hernach genau verschließet, mit Wasser füllet, die Röhre FG, und das Behältniß und die Röhre KL werden mit Luft angefüllet werden. Wenn man also einige Gläser Wasser in das Becken C gießet, so wird solches durch die Röhre FG laufen, um in das Behältniß HI zu dringen.

gen. Allein, da die Luft undurchdringlich ist, und einen Ausgang in K findet, so wird sie diesem Wege folgen, um in den obern Theil des Behältnisses AB zu kommen, wo sie die wenige Luft, welche über der Oberfläche des Wassers geblieben ist, zusammen pressen wird. Diese zusammengepreßte Luft wird auf die Oberfläche des Wassers drücken. Die Wassersäule unter der Oefnung E, welche von der äußern Luft nicht so sehr gedrückt wird, wird dem Drucke der innern Luft weichen und herausspritzen. Der Wasserstrahl fällt hierauf in das Becken, und fließet wieder in das Behältniß HI, wo er die Luft von neuem heraustreibet, welche sich hierauf wiederum in das obere Behältniß begiebet, und den Brunnen so lange springen lässet, als sich noch in dem Behältnisse AB Wasser befindet.

Sechster Abschnitt.

Fortsetzung der Aerostatik.

§. 258.

Unreine Beschaffenheit der Luft.

Wir haben bisher die Luft als ein einfaches gleichartiges flüßiges Wesen betrachtet. Allein die Masse Luft, welche unsere Erdkugel umgiebet, und welche wir unter dem Namen des Dunstkreises kennen, worinnen wir leben, die wir einathmen und zum Theil beständig wieder ausstoßen, ist nichts weniger als rein und gleichartig. Sie ist vielmehr der gemeinschaftliche Aufenthalt aller Ausflüße, welche aus allen dünstenden Substanzen ausdünsten. Die Dünste, welche beständig aus den flüßigen Körpern aufsteigen, die Theile, welche unaufhörlich von den Pflanzen aufsteigen, diejenigen Theilchen, welche sich von allen Pflanzen und Thieren, welche auf der Oberfläche

fläche der Erde verfaulen, absondern, die unmerkliche Ausdünstung, welche vermittelst der Schweißlöcher eines jeden lebendigen Thieres unaufhörlich vor sich gehet; kurz alle Theile, welche sich von der Oberfläche aller Körper absondern, alle diese Ausflüße, sage ich, begeben sich in die Dunstkugel, steigen in derselben in die Höhe, bleiben in derselben eine Zeitlang hängen, und fallen aus derselben hinunter, um von neuem wieder in dieselbe aufzusteigen. Man muß also die Luft, die wir einathmen, als ein vermischtes aus vielen fremdartigen Substanzen zusammengesetztes Wesen ansehen, welche sich mit dessen Bestandtheilen verbinden, dessen Eigenschaften bestimmen und es bald heilsam, bald aber auch schädlich machen. Daher rühren nun die beständigen Veränderungen, welche man sowohl in der Dichtheit als auch in der Schnellkraft der Atmosphäre bemerket. Daher rühret die Abwechselung der Trockenheit und Feuchtigkeit; daher kommen die verschiedenen und auf einander folgenden Stufen der Wärme und Kälte; daher rühret der so merkliche verschiedene Erfolg der chymischen Auflösungen, die an verschiedenen Orten mit der Luft angestellet worden.

§. 259.

deren Wirkungen.

Obgleich dieser flüßige Körper aus einer Vermischung verschiedener Substanzen bestehet, wovon einige der thierischen Oekonomie an und vor sich selbst heilsam, andere aber schädlich sind, so hat doch die Weisheit des Schöpfers diese Mischung so einzurichten gewußt, daß das daraus entstehende Ganze die zur Unterhaltung des thierischen Lebens nöthigen Eigenschaften hat, und man kann die verschiedenen Veränderungen, welche beständig in der Atmosphäre vorgehen; z. B. die Gährungen, die Verdünnungen der darinnen schwimmenden fremdartigen Substanzen u. s. f. und welche durch die verschiedenen Grade der darinnen herr-

schenden Wärme hervorgebracht werden, als deutliche Wirkungen der Vorsehung ansehen; daher rühren die plötzlichen Bewegungen der Luft, wodurch die in der Atmosphäre befindlichen fremdartigen Theile nach verschiedenen Verhältnissen mit einander vermischt und verbunden werden, die plötzlichen Gährungen, welche eine Menge Substanzen, welche darinnen allzu reichlich vorhanden sind, niederschlagen, u. s. f.

Allein, obgleich der Urheber der Natur alles dieses mit einer unendlichen Weisheit eingerichtet hat, so ist doch nicht zu läugnen, daß die Beschaffenheit der Luft nach Maaßgebung der Jahreszeiten, der Erdstriche, der Beschaffenheit des Bodens und der auf demselben herrschenden Substanzen, mit einem Worte, nach Maaßgebung der Verschiedenheiten, die man in den verschiedenen Theilen unserer Erdkugel bemerket, sehr verschieden ist.

Unter den Aeltern haben daher schon **Hippokrates, Ramazzini, Friedrich Hofmann, Prosper Alpinus,** und viele andere, allen Fleiß darauf gewandt, die verschiedenen Veränderungen in der Atmosphäre und die verschiedenen Eigenschaften, die sie dadurch erhält, zu bemerken.

Wem ist wohl unbekannt, daß es Krankheiten giebt, welche bloß von den verschiedenen Veränderungen in der Atmosphäre herrühren?

Man hat zu allen Zeiten bemerket, daß, wenn der Winter sehr trocken ist, und in demselben die Nordwinde herrschen, und dann der darauf folgende Frühling feucht und mit Südwinden begleitet ist, daß, sage ich, in dem darauf folgenden Sommer die hitzigen Fieber wüten, und daß diejenigen, welche von einer schleimigen Leibesbeschaffenheit sind, von einer solchen Beschaffenheit der Luft alles zu befürchten haben. Jede

Jahres-

Jahreszeit hat ihre besondern Krankheiten, und diese hängen grösstentheils von der Beschaffenheit der Atmosphäre ab.

Es hat aber nicht nur jede Jahreszeit ihre eigenen Krankheiten, sondern es hat auch jedes Land die seinigen, die man größtentheils der Beschaffenheit der Luft zuschreiben muß, welche man daselbst athmet. Man nennet diese Arten von Krankheiten endemische. Dergleichen sind die Kröpfe in Spanien, die Schwindsucht in Engelland, der Scorbut an den Seeküsten und in den mitternächtigen Ländern, u. s. w.

Man kann sich die Wirkungen, welche die verschiedene Beschaffenheit der Luft hervorbringet, unmöglich alle vorstellen. Sie hat ihren Einfluß auf die Statur, die Gesichtsfarbe, das Temperament, die Sitten und Denkungsart der Völker, wie diejenigen wissen, welche die Natur studiren, und der Kette von Erscheinungen, die sie uns zu beobachten erlaubet, genau folgen.

Man kann die zufälligen Eigenschaften der Luft, welche sie nach den verschiedenen Umständen erhält, nicht sorgfältig genug beobachten.

Die Schwere der Luft beobachtet man vermittelst des Barometers. Ihre Temperatur, das ist: die Grade der Wärme und Kälte derselben, lehret uns das Thermometer. Die verschiedenen Grade ihrer Feuchtigkeit und Trockenheit zeiget uns das Hygrometer; die verschiedenen fremdartigen Theile aber, womit sie vermischet ist, ersehen wir aus der chymischen Auflösung und durch anhaltende Beobachtungen, in Ansehung der Beschaffenheit derjenigen Orte, wo sie sich befindet. Wir wollen nunmehr mit wenig Worten zeigen, wie man die zu solchen Beobachtungen nöthigen Werkzeuge verfertigen müsse.

§. 260.

Erfindung des Barometers.

Das **Barometer** hat seinen Ursprung, wie wir bereits bemerket haben, (§. 221.) dem berühmten **Otto von Gericke** zu danken. Es hat seit seiner Zeit verschiedene Gestalten bekommen; allein die vollkommenste, die man kennet, ist die **Torricellische** Röhre, und diese wollen wir gegenwärtig kürzlich betrachten.

§. 261.

Verfertigung der Torricellischen Röhre.

Will man ein solches Barometer verfertigen, so nimmt man eine gläserne Röhre, 30 bis 36 Zoll lang, deren Durchmesser nicht über zwey Linien hält. Diese Röhre muß inwendig völlig rein seyn, und damit man von dieser Reinigkeit versichert seyn könne, so ist das Beste, daß man sie gleich nach ihrer Verfertigung in der Glashütte an beyden Enden zuschmelzen lasse. Man muß sich hüten, daß man nicht hineinblase, um etwa einen fremden darinnen befindlichen Körper hinaus zu schaffen, weil mit dem Athem eine Feuchtigkeit hineindringet, welche der Vollkommenheit des Instrumentes schädlich ist.

Aus eben der Ursache, muß man sie auch nicht waschen, es sey gleich womit man wolle; indem uns die Erfahrung lehret, daß das Quecksilber in einer gewaschenen Röhre unter seinem wahren Stande bleibet, und daß es desto niedriger bleibt, je wirksamer das Fluidum ist, womit man die Röhre gewaschen hat. Ein Barometer des Herrn Kanzlers gab zu dieser Entdeckung Gelegenheit. (a) Die Glasröhre war mit Weingeist gewaschen worden, und das Quecksilber blieb in derselben gerade 18 Linien unter seinem wahren Stande stehen.

Die Herren **Homberg** und **Maraldi** glaubten anfänglich, daß solches von der Verdünnung einiger Tropfen

(a) Mem. de l'Acad. 1702.

pfen Weingeistes herrühre, welche in der Röhre geblieben wären, so sorgfältig man sie auch getrocknet hatte, und daß die Ausdehnung dieser Tropfen in dem obern Theile der Röhre an dem niedrigen Stande des Queckſilbers Schuld sey. Allein, wie wäre es möglich, daß in einer über dem Feuer getrockneten und sorgfältig abgewischten Röhre noch einige flüßige Tropfen zurück bleiben könnten.

Herr Amontons beobachtete, daß der Weingeist die Queckſilbersäule mehr zum Fallen brachte, als wenn man die Röhre mit Brandtewein wusch, und daß dieses einen tiefern Stand verursachte, als bloßes Wasser. Er gerieth daher auf die wahrscheinliche Muthmaßung, daß der Weingeist, indem er das Glas reiniget, verschiedene kleine fremdartige Theilgen mit wegnimmt, welche der äußern Luft vorher den Durchgang verwehreten. Es dringet also, ihm zu Folge, in eine mit Weingeist gewaschene Röhre eine sehr subtile Luft mit ein, welche das Queckſilber drücket, und es unter seinen wahren Stand fallend macht. Sie dringet auch durch eine mit Brandtewein gewaschene Röhre; allein, weil dieser nicht so scharf ist, als der Weingeist, so lassen die Räume, welche er öfnet, auch nicht so viele subtile Luft durch, und noch weniger Luft dringet durch, wenn die Röhre mit Wasser gewaschen wird.

Dieser Gedanke verdienet eine neue Untersuchung; denn, wie kann man sich vorstellen, daß die Quantität subtiler Luft, welche durch eine Glasröhre dringet, der Zahl von Oefnungen gemäß ist, welche die verschiedenen flüßigen Körper, womit man sie wäschet, hervorbringen, wenn man nicht annimmt, daß diese Oefnungen größer werden, wenn man sie mit Weingeist wäschet, als wenn solches mit einem andern flüßigen Körper geschiehet, und daß folglich diese Oefnungen, je kleiner sie sind, auch nur ein desto subtileres flüßiges Wesen durch-

lassen, welches das Queckſilber um deswillen deſto weniger drücket. Dieſes ſcheinet auch mit dem Verſuche übereinzuſtimmen, welchen Herr Amontons machte, indem er dem Fehler des gedachten Barometers dadurch abhalf, daß er die Röhre mehrmals mit Queckſilber füllete, und ſie auch eben ſo oft wieder davon reinigte. Denn es ſcheinet, daß das Queckſilber, wenn es mehrmals durch eine ſolche Glasröhre läuft, die kleinen Oeffnungen verſtopfet, welche die vorhingedachten flüßigen Körper darein gemacht haben.

§. 262.

Fortſetzung. Wenn man nun einen Barometer verfertigen will, ſo muß man das eine Ende der Röhre öfnen, welches leicht, vermittelſt einer Feile, geſchehen kann. Man füllet hierauf ohngefähr den dritten Theil derſelben mit ſehr reinem, aus dem Zinnober wieder hergeſtellten Queckſilber. Hierauf ſteckt man einen Eiſendrath in die Röhre, welcher bis auf den Boden reicht, und hält ſie hierauf ſchief über ein ſtarkes Kohlfeuer, welches aber nicht raucht, wobey man ſie beſtändig umdrehet, und den Drath beweget, bis das Queckſilber anfängt zu ſieden.

Durch dieſes Sieden werden die in dem Queckſilber befindlichen Luftblaſen ausgedehnet, der Drath ſetzet ſie in Bewegung, und nöthiget ſie, ſich zu vereinigen, worauf ſie ſich, während des Siedens, erheben und durch die Röhre in die Atmoſphäre gehen.

Wenn durch dieſes Sieden die wenige Luft zerſtreuet worden, welche die erſte Quantität Queckſilber begleitete, ſo läſſet man die Röhre erkalten, worauf man von neuem ungefähr eben ſo viel Queckſilber, als das erſtemal, in die Röhre thut, und die vorige Operation von neuem vornimmt. Man wiederholet dieſes Verfahren ſo oft, bis die ganze Queckſilberſäule bis auf einen

Zoll

Zoll von der Oefnung der Röhre gekocht worden. Man füllet sie hierauf völlig, und stecket sie mit eben der Vorsicht, die wir schon oben (§. 219.) empfohlen haben, in ein Gefäß, um den Versuch des Torricelli zu wiederholen.

Die Gestalt dieses Gefäßes ist nicht gleichgültig. Man giebt ihm die Gestalt A B C D, (Fig. 89.) und zwar aus folgenden Ursachen: Da die in diesem Gefäße befindliche Menge Queckfilbers zur Vollkommenheit des Barometers nichts beyträget, so lässet man es unten spitzig zulaufen, damit es desto weniger fasse, und folglich auch nicht so schwer sey. Oben aber lässet man es breiter, damit das Queckfilber in D B eine desto größere Oberfläche habe. Von dieser Oberfläche fänget man an, die Höhe des Queckfilbers, das ist: die Länge, der in der Röhre befindlichen Säule, zu berechnen. Allein, da diese Länge auf dem Brete, woran das Barometer befestiget ist, nach bestimmten und unveränderlichen Graden gemessen wird, so kann man von der wahren Höhe des Queckfilbers nicht versichert seyn, wenn nicht die Horizontallinie der Oberfläche B D beständig einerley bleibet, oder doch so wenig, als möglich ist, verändert wird, und folglich die Oberfläche des in dem Gefäße befindlichen Queckfilbers jederzeit, so sehr als möglich ist, horizontal bleibet. Diesen Endzweck kann man nun nicht erreichen, wenn man diesen Theil des Gefäßes B D nicht sehr weit macht. Denn wenn die Oberfläche des darinnen befindlichen Queckfilbers nicht einen großen Umfang hätte, und das Queckfilber in der Röhre steigt um mehrere Linien, so wird das Queckfilber in dem Gefäße merklich unter der Horizontallinie fallen, und die Queckfilbersäule wird kürzer scheinen, als sie in der That ist. Fig. LXXXIX.

Man hilft also diesem Fehler, so viel als möglich ist, dadurch ab, daß man der Oberfläche B D einen weiten

Umfang giebt. Je größer diese Fläche, bey der Gleichheit der übrigen Umstände ist, desto weniger wird sie sich verändern, das Queckſilber in der Röhre mag steigen oder fallen. Um deswillen gebe ich der Röhre auch nur einen Durchmesser von zwey Linien. Allein man muß dabey bemerken, daß, wenn eine enge Röhre gleich vortheilhaft ist, man sie doch nicht enger als zwey Linien machen müsse, weil man alsdann einer andern Unbequemlichkeit ausgesetzt seyn würde. Denn wenn der Durchmesser der Röhre zu klein ist, so würde die Queckſilbersäule an den Wänden der Röhre im Steigen eine allzustarke Reibung erleiden, welches sie hindern könnte, bis zu der gehörigen Höhe zu steigen.

Wenn dieses Instrument so weit fertig ist, so befestiget man es auf ein in Zolle abgetheiltes Bret, und zählet die Grade von der Oberfläche des Queckſilbers in dem Gefäße an, nach oben zu. Den Raum von dem 27ten Zoll bis zu dem 29ten theilet man zugleich in Linien, weil die gewöhnlichen Veränderungen, denen die Länge der Queckſilbersäule in unserm Erdstriche ausgesetzet ist, sich in diesem Raume eräugen.

§. 263.

Fehler der Barometer.

So vielen Fleiß man nun auch bey der Verfertigung eines Barometers anwendet, so kann man doch die wahre Schwere der Luft vermittelst desselben doch niemals vollkommen genau bestimmen. Denn Herr Amontons bemerkte sehr richtig, daß eben dieselbe Luftschwere, welche das Queckſilber in der Kälte bis zu einem gewissen Grade treibt, es in der Sommerhitze weit höher steigen macht; weil die Verdünnung, der es alsdenn ausgesetzet ist, nach Maaßgebung seiner eigenthümlichen Schwere abnimmt. Um nun diesem Fehler abzuhelfen, verfertigte er gewisse Tabellen, welche anzeigten, was man zur Höhe der Queckſilbersäule

bersäule hinzuthun oder davon abnehmen müsse, in Betrachtung dieser wahren Temperatur der Luft, die er vermittelst seines Thermometers bestimmte. (a) So sinnreich und genau nun auch diese Methode war, so hatte sie doch eine Unbequemlichkeit bey sich. Denn wenn man die wahre Luftschwere finden wollte, so mußte man erst Amontons Tabellen nachschlagen, und hierauf die wahre Höhe des Queckſilbers nach dem Grade der Wärme, der damals in der Atmosphäre herrschte, berechnen. Dieser Weitläuftigkeit abzuhelfen, kam Herr Ludolf auf den Einfall, an das Barometer selbst eine Gradleiter zu befestigen, welche die wahre Schwere der Queckſilbersäule genau zeigete. (b)

§. 264.

Dessen Wirkungen und Gebrauch.

Nachdem ich nun gezeiget habe, wie ein gutes Barometer verfertiget werden müsse, so muß ich nunmehr dessen Wirkungen und Gebrauch zeigen.

Die mittlere Höhe des Barometers ist in Frankreich 27½ Zoll, und dessen Veränderungen betragen nicht völlig drey Zoll. Allein, man begreift leicht, daß die Höhe des Barometers nach der Lage derjenigen Oerter, an welchen man Versuche damit anstellet, sehr verschieden seyn müsse, und daß, wenn z. B. das Queckſilber an einem Orte, der der Oberfläche des Meeres gleich ist, 28½ Zoll stehet, es an einem höher gelegenen Orte nur 28 Zoll oder noch tiefer stehen müsse.

Wenn man nun von einem Barometer Gebrauch machen will, so muß man auf die Lage des Ortes Acht haben, wo man es aufhänget, und es darnach einrichten; das ist, man muß die Horizontal-Linie so stellen,

(a) Mém. de l'Acad. des Scienc. 1704.
(b) Mém. de l'Acad. de Berlin, 1749. T. 5. p. 33.

daß sie mit der Horizontal-Linie eines andern in der Höhe der Meeresfläche aufgehängten Barometers übereinstimmt. Herr Halley fand, daß das Queckſilber auf der Spitze des Berges Snodon in Engelland um $3\frac{8}{10}$ Zoll tiefer ſtand, als an dem Fuße dieſes Berges, welcher 1240 Toiſen hoch iſt. Derham, welcher eben dieſelbe Beobachtung machte, fand, daß die Queckſilberſäule in einer Höhe von 32 Toiſen um $\frac{1}{10}$ Zoll fiel, und er ſchloß daraus, daß man ſich eines Barometers bedienen könne, die Höhe nicht allein der Atmoſphäre, ſondern auch aller hoch gelegenen Oerter zu beſtimmen.

Mariotte (a) legte den oben (§. 249.) gedachten Satz, daß nämlich die Verdickung der Luft ſich ſo verhalte, wie die Laſt, welche ſie zu tragen hat, zum Grunde, und ſchloß aus vielen mit dem Stande des Barometers auf dem Gipfel vieler Berge angeſtellten Verſuchen, daß die Atmoſphäre 15 franz. Meilen hoch ſey.

Obgleich dieſe Berechnung mit des Herrn de la Hire, welche ſich auf die Theorie der Dämmerung gründet, ſehr gut übereinſtimmet, ſo kann man doch beyde Methoden nicht für ganz genau ausgeben. Denn man muß dabey annehmen, entweder, daß die Atmoſphäre in ihrem ganzen Umfange beynahe einerley Dichtheit hat, wie viele behauptet haben, oder daß man die Progreßion wiſſe, nach welcher ihre Dichtheit vermindert wird, indem ſie ſich von der Oberfläche der Erde entfernet. Das erſte iſt augenſcheinlich falſch; indem erwieſen iſt, daß die Lagen eines elaſtiſchen flüßigen Körpers deſto dichter ſeyn müſſen, je mehr ſie beladen ſind. Das zweyte iſt eben ſo wenig richtig, weil es unmöglich iſt, durch die bloße Berechnung eine Progreßion genau zu finden, welche durch den Zuſammenfluß ſo vielerley Urſachen, welche die Dichtheit eines ſolchen flüßigen Körpers vermehren oder vermindern können, ſo vielerley Veränderungen fähig

(a) Eſſai ſur la nature de l'Air.

fähig ist. Die Herren Cassini und Maraldi (a) sahen diese Schwierigkeit wohl ein, indem sie sich bey der Messung der Höhen der Berge blos an die Erfahrung hielten. Sie bedienten sich daher dieser Methode auch nur bey solchen Höhen, welche sich nicht über eine halbe französische Meile erstreckten, weil sie in einer größern Höhe keine Versuche anstellen konnten.

§. 265.

Was die Veränderungen betrift, denen der Stand des Barometers an einem und eben demselben Orte ausgesetzt ist, so glaubt Herr Boyle, daß man keine genauen Folgerungen daraus herleiten könne. Indessen hat Halley nach einer langen Reihe von Beobachtungen folgendes gefunden. Fortsetzung.

Bey stillem Wetter, wenn es regnen will, stehet das Queckſilber gemeiniglich tief, und es steiget wiederum, wenn die Luft heiter wird. Wenn ein heftiger mit Regen begleiteter Wind kommen will, so stehet das Queckſilber mehr oder weniger tief, nachdem der Wind ist, welcher wehet.

Herr D. Beal bemerkte ferner: daß, wenn sonst alle übrigen Umstände gleich sind, das Queckſilber im Winter höher steiget, als im Sommer, und daß es des Morgens höher stehet, als gegen Mittag.

Herr Patrick beobachtete, daß das Fallen des Queckſilbers im Sommer ein Gewitter anzeige, und daß, wenn sich unmittelbar nach dem Fallen des Queckſilbers ein Sturm erhebt, solcher gemeiniglich nur von kurzer Dauer ist. Eben dieses gilt auch vom schönen Wetter, wenn es sogleich nach dem Steigen des Queckſilbers eintritt.

Diese Beobachtungen, welche das Zuverläßigste sind, was wir nur von den Anzeigen des Barometers haben, lehren

(a) Mém. de l'Acad. des Scienc. 1703.

lehren uns, daß wir uns auf diese Anzeigen, und auf die Gradleitern, die man den Barometern gemeiniglich beyzufügen pfleget, sehr wenig verlassen können.

Da indessen doch ein gewisser Zusammenhang zwischen den verschiedenen Schweren der Atmosphäre und den Veränderungen der Witterung statt findet, wie man solches jederzeit beobachtet hat, so muß man bemerken, daß man sich auf die Gradleitern an den Barometern nur in so ferne verlassen kann, in so ferne das Queckssilber eine Zeitlang bey diesen verschiedenen Graden stehen bleibt, und daß man jederzeit versichert seyn könne, daß sich das Wetter ändern werde, z. B. daß schönes Wetter eintreten werde, wenn das Queckssilber, nachdem es einmal gestiegen ist, zu steigen fortfähret, wenn es auch noch nicht die Höhe erreicht haben sollte, welche veränderliches Wetter andeutet. Hingegen kann man sicher Regen erwarten, wenn das Queckssilber fällt, und zu fallen fortfähret, auch wenn es noch über dem Grade stehet, welcher schönes Wetter andeutet, und wenn es im Fallen gleich noch nicht bis auf den Grad des veränderlichen Wetters gekommen seyn sollte.

§. 266.

Erfindung und erste Gestalt des Thermometers.

Allein man muß eben so viele Sorgfalt auf die Beobachtung der Veränderungen in der Temperatur der Luft wenden, als auf die Beobachtung der Veränderungen, denen ihre Schwere ausgesetzet ist. Wir wollen daher nunmehr die Verfertigung eines Werkzeuges zeigen, welches zu dergleichen Beobachtungen geschickt ist. Doch wollen wir vorher etwas weniges von dem Ursprunge dieses Instrumentes, und von den Vollkommenheiten sagen, die es seit seiner Erfindung erhalten hat.

Dieses Werkzeug ist unter dem Namen des **Thermometers** bekannt. Es kam im siebenzehnten Jahrhunderte

derte zum Vorschein. Boerhaave (a) und Muschenbroek (b) schreiben die Ehre der Erfindung desselben einem Bürger von Alkmar, Namens Cornelius Drebbel zu, andere aber dem P. Paul Sarpi, einem Venetianer. Allein man muß bemerken, daß man damals die Thorheit hatte, diesem letztern großen Mann alle neue Entdeckungen zuzuschreiben. Vincentio Viviani giebt den Galilai für den Erfinder aus, andere schreiben diese Ehre dem Sanctorius (c) zu. Dieser geschickte Arzt gedenkt in seinen Schriften (d) wirklich eines ähnlichen Werkzeuges, und glaubt, daß man sich desselben bedienen könne, die verschiedenen Grade des Fiebers zu erkennen.

Der wahre Erfinder mag nun seyn, wer er will, so war es doch bey seinem Ursprunge sehr unvollkommen. Es wurde auf folgende Art verfertiget: AB (Fig. 90.) ist eine Röhre, die sich oben mit einer hohlen Kugel C endiget. Die Röhre ist sowohl als die Kugel mit Luft angefüllet. Man erwärmet die Kugel ein wenig, um die darinnen befindliche Luft zu verdünnen. Man steckt hierauf das Ende der Röhre in ein mit einem flüßigen Körper angefülltes Gefäß D. Da die Wärme nach und nach die Masse der ausgedehnten Luft in der Röhre und in der Kugel verlässet, so verdicket sich die Luft, und nimmt ihren vorigen Raum wieder ein. Ein Theil der Röhre bleibt also leer, daher der Druck der äußern Luft auf die Oberfläche des flüßigen Körpers in dem Gefäße D eine flüßige Säule in die Röhre treibt, welche in derselben bis zu einer gewissen Höhe steigt. Man bemerket die Höhe, zu welcher diese Säule zu einer Zeit steiget, da eine mittlere Temperatur in der

Fig. XC.

(a) *Boerhaave* Chymia.
(b) *Muschenbroek* Phys. P. II.
(c) *Poleni* institut. Phys. experim. *De la Hire* Mém. de l'Acad. 1706.
(d) *Sanctorii* Comment. in Avicennam.

der Luft herrschet, vermittelst eines Striches, und theilet hierauf die beyden Theile der Röhre über und unter dem Striche in eine gewisse Anzahl gleicher Theile, die man als verschiedene Grade der Kälte und Wärme in der Atmosphäre betrachtet.

Je wärmer es ist, desto mehr wird die Luft in der Kugel C ausgedehnet und verdünnet. Diese ausgedehnte Luft treibet die Säule des in die Höhe gestiegenen flüssigen Körpers in die Röhre und bringt sie zum Fallen. Hingegen, wenn es kalt ist, so wird die Luft in der Kugel verdicket; sie nimmt einen kleinern Raum ein, und verläßt einen Theil der Röhre. Der Druck der äußern Luft nöthiget also den Liquor, in der Röhre höher zu steigen.

§. 267.

Dessen Fehler. Man muß gestehen, daß diese erste Erfindung sehr sinnreich war. Allein ein solches Werkzeug konnte die wahre Temperatur der Atmosphäre doch nur auf eine sehr zweydeutige Art anzeigen, weil die in der Kugel befindliche Luftmasse nicht allein von der verschiedenen Wärme der Atmosphäre, sondern auch von ihrer verschiedenen Schwere bestimmt wird, wodurch es denn zuweilen geschehen muß, daß der in der Röhre befindliche Liquor durch den vermehrten Druck der Atmosphäre zum Steigen bewogen wird, so wie er durch die Ausdehnung der in der Kugel befindlichen Luft zum Fallen angetrieben wird. Bey solchen Umständen nun kann, wenn die Kräfte gleich sind, von Seiten des Liquors gar keine Bewegung erfolgen; sind aber die Kräfte ungleich, so muß sie nach der Richtung der stärksten, und genau nach Maaßgebung ihres Uebergewichtes vor sich gehen. Ueberdieß, da in der Luft der Kugel oft mehr Feuchtigkeit vorhanden seyn kann, als in der Luft der Atmosphäre, und da die Feuchtigkeit sich mehr ausdehnet, als die Luft, so muß der Liquor bey gleicher Beschaffenheit

fenheit der übrigen Umstände, oft tiefer fallen, als er eigentlich fallen sollte.

§. 268.

Verbesserung der ersten Erfindung.

Diese und verschiedene andere Unvollkommenheiten bewegten die Akademie del Cimento, (a) ein anderes verschiedenes Werkzeug zu verfertigen. Die Glieder dieser Akademie ließen am Ende einer Röhre AB (Fig. 91.) eine Kugel blasen und fülleten sie, so wie einen Theil der Röhre mit gefärbtem Weingeiste. Sie schmelzten hierauf die Röhre an dem obern Ende A zu, und befestigten sie an ein Bret, welches sie in gleiche Theile theileten, wobey sie die Linie, welche die Höhe des Liquors bey einer mittelmäßigen Temperatur endigte, für den festen bestimmten Punkt annahmen; so, daß die verschiedenen Grade der Wärme über, und die Grade der Kälte unter dieser Linie zu stehen kamen. Denn so wie dieses Werkzeug verfertiget war, dehnte die Wärme den in der Kugel befindlichen Weingeist aus, und trieb ihn in der Röhre höher hinauf, dagegen die Kälte ihn verdickte, und zum Fallen brachte.

Fig. XCI.

Boyle machte dieses Instrument sehr beliebt, und man bedienet sich dessen noch hin und wieder heut zu Tage. Allein, es ist nicht weniger fehlerhaft, als das erste.

1.) Die gemäßigte Witterung, welche den festen Punct abgiebt, von welchem man bey diesem Werkzeuge die Grade der Wärme und Kälte zählet, ist ein veränderlicher Punkt, der blos nach dem Ungefähr bestimmt wird, und allerley Veränderungen ausgesetzt ist.

2.) Da die Röhre nicht calibrirt, auch das Verhältniß ihres Gehaltes zu dem Gehalte der Kugel nicht bekannt ist, so können die Grade der Kälte und Wärme auch nicht genau seyn.

3.) In

(a) Tentamina Florentina.

3.) In dem obern Theile der Röhre ist noch Luft übrig, welche verdicket und ausgedehnet wird, und folglich der wahren Erhebung des Liquors schädlich ist.

4.) Die Schnellkraft des Weingeistes wird mit der Zeit verändert. Er behält also, wenn er lange in einem solchen Werkzeuge bleibet, nicht seine ganze ausdehnende Kraft, folglich steiget er in einerley Wärme auch nicht mehr so hoch. (a)

5.) Dieses Werkzeug kann nicht an einem Orte gebraucht werden, wo die Kälte sehr heftig ist, weil der Weingeist daselbst frieret. (b)

Boyle gab sich vergebliche Mühe, den Fehler dieses Werkzeuges zum Theil abzuhelfen. Seine erste Bemühung gieng dahin, einen festen Punkt für die Graduation zu bestimmen, und ihn so kenntlich zu machen, daß man ihn mit einem andern vergleichen könnte. Er schlug dazu den Gefrierpunkt des wesentlichen Anis-Oeles vor; (c) allein, er richtete seinen Vorschlag nicht in das Werk.

Halley wollte die Temperatur der unterirdischen Oerter, die, wie er bemerkt hatte, zu allen Zeiten einerley war, für den festen Punkt annehmen. Er schlug den Punkt des Aufsiedens eines wohl rectificirten Weingeistes vor, und redete in vielen seiner Schriften von dem Punkte des siedenden Wassers, den er für fest und unveränderlich hielt. Allein es scheinet nicht, daß dieser geschickte Naturkenner von diesen Vorschlägen Gebrauch gemacht.

§. 269.

(a) *Halley* Philos. Transf. N. 197. Comm. Petrop. B. 9. S. 345.
(b) Eggede Beschr. von Grönland, Cap. 4.
(c) Exper. sur le Froid.

§. 269.

Das Florentinische Thermometer kam also noch sehr unvollkommen aus den Händen des berühmten Halley, ob er gleich einem Theile der obengedachten Fehler desselben abgeholfen hatte. Er war der erste, der es Ao. 1680. mit Queckſilber füllete. Dieses ist darinnen dem Weingeiste vorzuziehen, weil es sich schneller ausdehnet, und unter allen bekannten flüßigen Körpern am schwersten gefrieret. Nur muß man es, ehe man sich dessen bedienet, sorgfältig von aller Luft und von aller Feuchtigkeit befreyen, und dieses geschiehet dadurch, daß man es eine Zeitlang sieden läſſet. Hallens Verbesserungen.

§. 270.

Fahrenheit verfertigte Ao. 1709. gleichfalls Thermometer mit Queckſilber, und machte sie noch vollkommener. Er theilete ihre Gradleiter in 600 gleiche Theile, und bezeichnete die strengste Kälte von Ao. 1709. mit einer 0. Er nahm diesen Grad zu Danzig an, und fand ihn nachmals allemal wieder, indem er die Kugel eines Thermometers in zerriebenes und mit Salpetergeiſt vermischtes Eis setzte. Der 600te Grad darüber, ist derjenige Grad der Hitze, in welcher das Queckſilber siedet. Fahrenheits Verbesserungen.

Allein man kann die jetzt gedachte Kälte nicht als einen festen beständigen Punkt ansehen, der ihre Gränzen auf immer bestimmet. Denn in Holland bemerkte man Ao. 1740. eine so strenge Kälte, daß das Queckſilber noch unter die 0 des Fahrenheitischen Thermometers fiel; ja man trieb es noch bis auf 40 Grad darunter, indem man es in zerriebenes Eis setzte, welches mit des Geoffroy Salpetergeiſte vermischt war. So streng nun auch diese Kälte ist, so ist sie doch noch nicht der strengste Grad, den wir kennen. Gmelin (a) versichert,

(a) *Gmelin* Flora Siberica, P. I. Vorr.

sichert, daß das Queckſilber in Siberien 55½ Grad unter o gefallen ſey.

Die Mitglieder der Akademie zu Petersburg haben einen noch ſtrengern Grad der Kälte, durch eine Vermiſchung von dampfenden Salpetergeiſte und Schnee, ingleichen durch eine Vermiſchung von Schnee und Vitriolöl, hervorgebracht. Durch eine ſolche Kälte gelang es ihnen Ao. 1759. das Queckſilber zum Gefrieren zu bringen, und es zu einem dehnbaren Metalle zu machen. Verſchiedene Journale haben dieſen Verſuch, der im December angeſtellet wurde, beſchrieben.

§. 271.

Newtons Verbeſſerungen.

Alle Thermometer, die man bisher hatte, waren nicht vollkommen genug, daß man ſie hätte mit einander vergleichen, und ſich auf die Reſultate der mit verſchiedenen Werkzeugen angeſtellten Beobachtungen verlaſſen können. Erſt der berühmte Newton gab ihnen dieſen Grad der Vollkommenheit, indem er zwey feſte Punkte annahm, ſeine Gradleiter einzutheilen; nämlich den Thaupunkt des Eiſes, und den Punkt des ſiedenden Waſſers. Er bezeichnete den Eispunkt mit o, und füllete ſein Inſtrument mit Leinöl.

§. 272.

Vorgegebene Fehler derſelben.

Allein dieſe beyden feſten Punkte fanden keinen allgemeinen Beyfall. Viele Naturlehrer erklärten ſich wider den Punkt des ſiedenden Waſſers, andere wider den Eispunkt. Taglia-ni war der erſte, welcher behauptete, daß der Punkt des ſiedenden Waſſers nicht feſt und unveränderlich ſey. (a) Ich geſtehe mit ihm, daß nicht alle Arten des Waſſers bey einerley Grad von Wärme ſieden, ja, daß ſogar ein und eben daſſelbe Waſſer zu verſchiedenen Zeiten und an verſchiedenen Orten nicht bey einerley Grad der Wärme kocht. Denn

1.) Je-

(a) Mém. de l'Acad. des Scienc. 1730.

1.) Jemehr fremdartige Theile das Wasser bey sich führet, desto schwerer kocht es. Salziges Wasser braucht einen stärkern Grad Hitze, wenn es kochen soll, als süßes Wasser. (a) Noch mehr Hitze ist nöthig, wenn eine starke Lauge von Pottasche, (b) und noch mehr, wenn der Salpetergeist zum Sieden gebracht werden soll.

2.) Ein und eben dasselbe Wasser siedet zu verschiedenen Zeiten, und an verschiedenen Orten nicht bey einerley Grad Hitze. Denn wenn das Wasser sieden soll, so muß das Feuer, welches es durchdringet und es in Blasen in die Höhe treibt, zugleich die Luftsäule, welche auf dessen Oberfläche ruhet, mit in die Höhe treiben. Je stärker oder schwächer nun der Druck der Luft ist, desto schwerer oder leichter wird auch das Sieden des Wassers werden; das heißt, desto stärker oder schwächer wird auch das Hinderniß seyn, welches sich dem Sieden widersetzet. Dieses Hinderniß ist nun eben so verschieden, so verschieden die Höhe in Ansehung der Meeresfläche derjenigen Orte ist, an welchen man das Wasser siedet. Folglich siedet ein und eben dasselbe Wasser nicht immer bey einerley Grade der Hitze. Wenn man also einen flüßigen Körper zum Sieden bringen will, um einen festen Punkt der Wärme zu bestimmen, so muß man nicht allein auf den Zusammenhang seiner Theilgen, sondern auch auf den jedesmaligen Druck der Atmosphäre sehen. (c)

Will man davon überzeugt werden, so stelle man Wasser, welches ein wenig mehr als lau ist, in einem Gefäße unter den Recipienten einer Luftpumpe, und pumpe die Luft aus. Wenn die Luft bis auf einen gewissen Grad, der nach dem Grade der Wärme des Wassers veränderlich ist, ausgepumpet worden, so wird das darin-

(a) *Boerhaave* Chymia, T. I.
(b) Abrégé des Transf. Philos.
(c) *Boyle* Phys. mech. exper. *Newton* Optic. p. 318.

nen befindliche Feuer, welches in freyer Luft blos hinreichend ist, dem Wasser einen gelinden Grad der Wärme zu geben, dasselbe zum Sieden bringen. Herr D. Martine hat erfahren, daß das Steigen oder Fallen des Queckſilbers in dem Barometer um einen Grad, die Hitze des siedenden Wassers um etwas weniger als zwey Grad nach dem Fahrenheitischen Thermometer verändert. (a)

Wenn nun gleich das Sieden des Wassers, nach Maaßgebung seiner verschiedenen Reinigkeit oder der verschiedenen Schwere der Atmosphäre auch einen verschiedenen Grad der Hitze erfordert; so ist doch ausgemacht, daß, sobald jede Art des Wassers, zu einer jeden Zeit, anfänget zu sieden, es keiner neuen Grade von Hitze mehr fähig ist. Folglich wird destillirtes Wasser jederzeit bey einerley Grad Hitze sieden, wenn der Druck der Atmosphäre einerley ist. Wenn man also diesen Versuch nur alsdann anstellet, wenn das Queckſilber in dem Barometer einerley bestimmte Höhe hat, so kann man den vorigen Grad der Hitze immer wieder finden, und in diesem Verstande kann man diesen Punkt, als einen festen und bequemen Punkt ansehen, die Gradleiter eines Thermometers darnach einzurichten. Jetzt ist nur noch zu untersuchen, ob der Thaupunkt des Eises gleichfalls für einen festen Punkt dieser Gradleiter gehalten werden kann.

§. 273.

Fortsetzung. D. Halley (b) behauptet, daß der Gefrierpunkt des Wassers sowohl, als der Thaupunkt des Eises, sehr veränderlich ist. Derham, (c) Muschenbroek, (d) glauben, daß, je weiter man nach Norden

(a) Obſerv. ſur les Thermom. p. 12.
(b) Philoſ. Tranſact. Abrég. II. p. 36.
(c) Philoſ. Tranſ.
(d) Eſſais de Phyſ. ancien. edit. §. 913.

Norden kömmt, desto strenger auch der Grad der Kälte seyn müsse, wenn sie Eis hervorbringen soll. Diese Behauptung scheint durch die Beobachtungen des D. Cyrilli zu Neapel bestätiget zu werden. (a) Das Journal de la République des Lettres beschreibet diese Beobachtungen als eine Sache, welche den Gefrierpunkt völlig besieget habe.

Nach des D. Cyrilli Beobachtungen, der sich eines Haurbeeschen Thermometers bediente, fror das Wasser, zu Neapel, schon im 55sten Grade zu Eise, da solches doch nach den Engländischen Tabellen erst im 65sten hätte geschehen sollen.

Zur Verständlichkeit dieser Beobachtungen muß man bemerken, daß auf der Gradleiter dieser Thermometer der höchste Grad der Hitze mit einer o bezeichnet war, und daß die Zahlen von der 1 an wuchsen, so, wie die Hitze abnahm; woraus denn erhellete, daß zu Neapel ein geringerer Grad Kälte nöthig war, Eis hervor zu bringen, als in England.

Um indessen auf diese Schwierigkeit zu antworten, so muß man bemerken, daß die Thermometer des Haurbee nicht völlig richtig waren, so, wie alle diejenigen, welche man damals unter dem Namen der Societät verkaufte.

Wenn aber auch diese Werkzeuge alle nur mögliche Vollkommenheit gehabt hätten, so waren doch des D. Cyrilli Beobachtungen nicht genau genug, daß sie diese Frage hätten entscheiden können; weil er sie an einem Orte anstellete, der nicht so kalt war, als diejenigen, wo sich die Eisluft spüren ließ, und das ist ein Vorwurf, den ihm die Herren Martine (b) und Mairan (c)

(a) Philos. Transf. N. 424. p. 336. 407. 408.
(b) Observ. sur les Therm. p. 18.
(c) Dissert. sur la Glace, p. 244.

machten. Der letztere beruft sich dabey auf die Beobachtungen des Herrn Taistbout, Französischen Consuls zu Neapel, aus welchen erhellete, daß das Eis in den Springbrunnen und andern Wassern dieser Stadt, so, wie zu Paris und anderwärts, nicht eher zum Vorschein kommt, als bis das Reaumürsche Thermometer den Gefrierpunkt zeiget.

Was diejenigen betrügen kann, welche dergleichen Beobachtungen anstellen, ist die geringe Sorgfalt, die sie darauf wenden, wie schon D. Martine sehr richtig angemerket hat. Tausend Umstände, auf welche man sehr aufmerksam seyn muß, können solche Beobachtungen fehlerhaft machen. Dergleichen sind der Ort, die unmittelbare Berührung dieses oder jenen Windes, die Mauer, der Boden u. s. f. wo das Thermometer aufgestellet wird.

Herr Taistbout wußte wohl, wie wichtig es sey, alle Umstände dabey in Betrachtung zu ziehen. Er bemerkte also, daß sein Thermometer nach Norden zu, in der freyen Luft, ohne alle in der Nähe befindliche Gebäude, 34 Fuß hoch über dem Boden seines Gartens aufgehänget gewesen; (a) und da dieser geschickte Mann überzeugt war, wie viel auf dergleichen Beobachtungen ankomme, so bemerkte er den 1sten Febr. 1744. daß sein Thermometer 1 Grad unter dem Eispunkte stehe, dagegen ein anderes Thermometer von eben der Art, welches sich in einem ungeheizten Zimmer befand, bey dem Aufgange der Sonne 6 Grad über dem Eispunkt zeige.

Außer den Beobachtungen des Herrn Taistbout haben wir noch eine andere von dem D. Martine, welche völlig überzeugend ist. (b) Er bezeichnete den Gefrierpunkt, den er vermittelst zerriebenen Eises, wenn es anfangen will aufzuthauen, hervorbrachte, an zwey Queck-

(a) Dissert. sur la Glace. p. 245.
(b) Observ. sur les Therm. p. 19.

Queckſilber-Thermometern, unter der Breite von 56 ° 20′, und trug einem ſeiner Correſpondenten in London, unter der Breite von 52 ° 32′, auf, zwey andere auf eben dieſelbe Art zu zeichnen. Er verwechſelte hierauf ſeine Thermometer mit ſeines Freundes ſeinen, und fand bey der Wiederholung dieſer Verſuche, daß die Thermometer ohne alle Veränderung wieder eben denſelben Punkt zeigten; welches gewiß nicht geſchehen wäre, wenn der Gefrierpunkt einigen Veränderungen unterworfen wäre.

§. 274.

Fortſetzung.

Newton that alſo der Naturlehre einen großen Dienſt, daß er den Vorſchlag that, ſich des Punktes des ſiedenden Waſſers und des Gefrierpunktes zu bedienen, und die Gradleiter der Thermometer zwiſchen denſelben einzuſchließen. So ſinnreich nun auch ſeine Erfindung war, ſo ſtimmte doch der Erfolg darinnen nicht mit ſeiner Erwartung überein, daß er ſeine Thermometer mit Oele füllete, indem ſich das Oel, ſo, wie alle fette und zähe Subſtanzen, zu ſehr an die Wände der Röhren anhängt, ſo, daß bey einer plötzlichen Kälte ein Theil derſelben hängen bleibt und erſt nach und nach fällt, welches denn macht, daß die Oberfläche des Liquors alsdann niedriger zu ſeyn ſcheinet, als die Temperatur es erfordert.

§. 275.

Reaumürſches Thermometer.

Herr de **Reaumür** (a) machte ſich **Newtons** Entdeckung zu Nutze, verbeſſerte aber dieſelbe auch, indem er ſeine Thermometer ſtatt des Oels mit Weingeiſt füllete.

Allein da es nicht einem Manne allein gegeben iſt, die Sachen zu ihrem höchſten Grade der Vollkommenheit zu bringen, ſo hatte das **Reaumürſche** Thermome-

(a) Mém. de l'Acad. des Scienc. 1730.

ter immer noch einen Theil derjenigen Unvollkommenheiten, die wir oben (§. 268.) dem Florentinischen Thermometer vorgeworfen haben. Ueberdieß kann man sich desselben nicht bedienen, den Grad der Hitze des siedenden Wassers und des siedenden Oeles zu bestimmen, weil der Weingeist kocht, und sich in Dünsten zerstreuet, ehe er noch den Grad der Hitze erreicht, bey welchem Wasser und Oele sieden.

§. 276.

Fahrenheitisches Thermometer.

Der berühmte Mathematicus, Olaus de Reomer, fieng daher an, den Halleyschen Vorschlag in das Werk zu richten, und füllete seine Thermometer mit Queckſilber. Fahrenheit folgte, wie ich schon oben (§. 270.) bemerket habe, dieser Methode, welche nunmehr allgemein wurde, und überall Beyfall fand. Indessen ziehe ich doch zu dem gewöhnlichen Gebrauche die Thermometer mit Weingeiste vor, weil sie den wahren Standpunkt deutlicher und leichter zeigen.

§. 277.

Verfertigung der Thermometer.

Die Vorsicht, mit welcher diese Art von Werkzeugen verfertiget werden muß, kann von jedermann beobachtet werden. Ihre Güte hängt von der Richtigkeit der Graduation ab, welche so seyn muß, daß jeder Grad genau einerley Menge des Liquors abmisset.

Zu dem Ende muß die Röhre, aus welcher ein Thermometer verfertiget werden soll, sorgfältig calibrirt werden. Dieses ist sehr leicht; denn man darf nur ein wenig Queckſilber in die Röhre laufen lassen, wo dasselbe einen bekannten Raum einnimmt, und zusehen, ob eben diese Quantität eben denselben Raum in der ganzen Länge der Röhre einnimmt.

Wenn

Wenn man überzeugt ist, daß der innere Raum der Röhre der ganzen Länge nach sich gleich ist, so bläset man an das Ende derselben eine Kugel, deren Größe dem Diameter der Röhre gemäß ist. Man füllet hierauf die Kugel und einen Theil der Röhre mit Weingeist, der mit Orseil gefärbet worden.

Um die Kugel zu füllen, hält man sie einige Augenblicke über die Flamme einer Lampe von Weingeist, oder eines Wachsstockes, und lässet sie ein wenig warm werden. Dadurch wird die darinnen befindliche Luft verdünnet und ein Theil hinausgetrieben. Hierauf steckt man das Ende der Röhre in Weingeist. Wenn die Luft in der Kugel erkaltet und sich verdickt, so treibt alsdann der Druck der äußern Luft einige Tropfen Weingeist in die Röhre, welche in derselben aufsteigen und bis in die Kugel dringen. Man verwandelt diesen wenigen Liquor in Dünste, indem man die Kugel nochmals über die Flamme einer Lampe hält, und die Röhre wiederum in Weingeist steckt, der sich alsdann sehr schnell darinnen erhebt, so, wie der in der Kugel befindliche ausgedehnte Dunst verdicket wird. Auf diese Weise wird die Kugel und ein Theil der Röhre mit Weingeist gefüllet.

Der Grund dieses Verfahrens liegt darinnen, weil das Wasser sich weit mehr ausdehnen lässet, als die Luft; denn aus des Herrn Amontons Versuchen ersiehet man, daß sich die Luft durch eine Hitze, die der Hitze des siedenden Wassers gleich ist, nur um ein Drittel ausdehnen lässet, dagegen Wasser oder Weingeist, wenn sie in Dünste verwandelt worden, einen 14000 mal größern Raum einnehmen, als in ihrem natürlichen Zustande. Wenn man nun den flüßigen Theil, der durch das erste Verfahren in die Kugel gebracht worden, in Dünste verwandelt, so vertreiben diese Dünste die darinnen befindliche Luft und nehmen ihren Platz ein. Wenn die Dünste hierauf erkalten und sich verdicken, so überlassen sie den

eingenommenen Platz von selbst dem flüßigen Körper, den der Druck der äußern Luft dahin treibet.

Gemeiniglich geschiehet es, daß, wenn die Kugel und die Röhre großentheils angefüllet sind, der Liquor in der Kugel durch einen kleinen Raum, der von einer Luftblase eingenommen ist, von dem Liquor in der Röhre getrennet wird. Um nun alle Theile des Liquors in eine zusammenhängende Masse zu vereinigen, nimmt man die Centralkräfte zu Hülfe. Man fasset also das Instrument bey dem Ende der Röhre und schwinget es im Kreise herum. Das Uebergewicht der Centrifugalkraft des in der Röhre befindlichen Liquors über die Centrifugalkraft des kleinen abgeschnittenen Lufttheiles macht, daß sich der Liquor nach der Kugel zu begiebt, und die wenige Luft, welche den Zwischenraum anfüllete, nach dem obern Ende der Röhre treibt.

Wenn man damit fertig ist, so lässet man nur so viel Weingeist in der Röhre, daß dieselbe damit etwa bis auf die Hälfte angefüllet wird, und setzet die Kugel hierauf in heißes Wasser um den Weingeist bis an das obere Ende der Röhre zu treiben, und dadurch die Luft hinaus zu jagen, worauf man die Röhre sogleich zuschmelzet. Nunmehr setzet man die Kugel in zerriebenes Eis; die dadurch verursachte Kälte verdicket den Weingeist, und macht, daß er in die Kugel fällt. Wenn das Eis anfängt zu schmelzen, so bleibt der Weingeist unverändert stehen, und man zeichnet alsdann die Höhe seines Standes in der Röhre vermittelst eines Fadens oder auf andere Art.

Hätte man anstatt des Weingeistes Queckſilber genommen, so könnte man die Kugel nunmehr in siedendes Wasser setzen, so wie solches (§. 272.) gezeiget worden. Allein, da solches mit dem Weingeiste nicht thunlich ist, so befestiget man das Thermometer nunmehr blos auf

ein

ein Bret, und bemerket auf dasselbe nach einem andern Thermometer einen Grad über dem Eispunkte, und theilet den zwischen beyden befindlichen Raum in so viele gleiche Theile, als eben dieser Raum auf dem andern Thermometer getheilet ist. Endlich theilet man den übrigen Raum sowohl unter dem Eispunkte, als über dem entlehnten Grade in so viele gleiche Theile als möglich ist, und schreibet die gewöhnlichen Benennungen dazu.

§. 278.

Trockenheit u. Feuchtigkeit der Luft.

Wir haben nunmehr noch von den verschiedenen Graden der Trockenheit und Feuchtigkeit zu reden, welche wechselsweise in der Atmosphäre herrschen. Wir wollen dabey zeigen, wie man sie bestimmen kann, und zugleich die fremdartigen Theile untersuchen, welche sich in der Atmosphäre befinden.

Es ist bekannt, daß die Luft, in Ansehung der Trockenheit und Feuchtigkeit, sehr großen Veränderungen ausgesetzt ist. Man weiß ferner, daß die Feuchtigkeit die thierischen Fibern zusammenziehet, und daß die Trockenheit sie schlaff macht. Die Erfahrung lehret, daß der Ton einer gespannten Saite vermehret wird, wenn man sie naß macht. Aus der Zusammenziehung der Fibern erfolget eine Menge von Zufällen, die man bey feuchtem Wetter erfähret. Dergleichen sind z. B. die Schmerzen, welche man besonders an solchen Orten empfindet, wo der Kreislauf gehemmet wird, wie an den Narben, an verrenkten oder gequetschten Theilen u. s. f.

Die trockne Luft bringet das Gegentheil hervor, und die Trockenheit derselben kann so weit gehen, daß sie auch das Gewebe und die Stellung der Schweißlöcher auf der Haut verändert. Unter allen Extremis, die man in der Beschaffenheit der Atmosphäre nur bemerket hat, hat man die allzugroße Trockenheit jederzeit für den schädlichsten

lichsten Zustand, in Ansehung des thierischen Lebens gehalten.

Es würde also nützlich seyn, wenn man ein Werkzeug hätte, welches die verschiedenen Grade der Trockenheit und Feuchtigkeit der Atmosphäre anzeigete. Der P. Mersenna (a) beurtheilete sie aus der Verschiedenheit des Tones, welchen die Schaafsaiten von sich gaben. Andere große Männer (b) haben besondere Instrumente zu verfertigen gesucht, welche man Hygrometer, Hygroskopen, Noliometer u. s. f. nennet, und deren Erfindung man dem Morgagni zuschreibet.

§. 279.

Hygrometer. Wenn man gleich noch keines hat zu Stande bringen können, welches von allen Fehlern frey wäre, so kann man sich doch auf folgende Art ein Werkzeug verfertigen, welches noch die wenigsten Fehler hat, und den jedesmaligen Zustand der Atmosphäre so ziemlich genau zeiget.

Man befestige eine hänfene Schnure zwischen zwey festen Punkten, so, daß sie zwischen derselben ein wenig schlaff hänget. Von der Mitte dieser Schnur lasse man einen eisernen Drath herabhängen, an dessen Ende sich ein Gewicht befindet, welches sich mit einer Spitze endiget, die zum Zeiger dienet. Wenn sich die Atmosphäre in einem mittlern Zustande der Trockenheit oder Feuchtigkeit befindet, so mache man gerade unter dem Zeiger einen Strich. Dieser Strich wird die Grade der Trockenheit und der Feuchtigkeit, die man über und unter demselben bemerket, in zwey Classen theilen. Man kann diese Grade eine Linie von einander entfernen, wenn die gedachte schlaffe Schnure 7 bis 8 Fuß lang ist. Die Grade der Trockenheit werden sich über, und die Grade der Feuchtigkeit unter dem Striche befinden, der die mittlere Beschaffenheit der Luft andeutet.

Wenn

(a) Harm. L. 3. Propos. 10. p. 51.
(b) Die Akademie zu Florenz, Leupold, Desaguilliers u. s. f.

Wenn gleich dieses Instrument mit der jetztgedachten Sorgfalt verfertiget worden, so kann es doch nicht für völlig richtig gehalten, noch zur Vergleichung mit einem andern gebraucht werden; weil die Feuchtigkeit, welche die Schnure an sich ziehet, nur langsam in dieselbe dringet, sie solche auch nur nach und nach wieder fahren lässet. Da nun dieser Umstand nicht allein von dem Baue der Schnur, sondern auch von der Art und Weise abhänget, wie sie der freyen Luft ausgesetzet wird, so kann man die mit einem solchen Instrumente gemachten Beobachtungen nicht mit denjenigen vergleichen, so vermittelst eines andern ähnlichen Instrumentes gemacht werden, welches aber auf eine andere Art aufgestellet worden. Wir zeigen daher diese Erfindung nur als ein ungefähres Instrument an, um die Neugierde der Beobachter, so sehr als möglich ist, zu befriedigen.

§. 280.

Schädlichkeit der schwefelichen und metallischen Dämpfe.

Außer der besondern Sorgfalt, mit welcher wir die bisher gedachten zufälligen Eigenschaften der Luft betrachten müssen, haben wir auch die verschiedenen Ausflüße zu untersuchen, welche in derselben herumschwimmen, indem solche die thierische Oekonomie auf verschiedene Art in Unordnung bringen.

Unter allen fremdartigen Substanzen, welche sich mit der Atmosphäre vermischen können, kenne ich keine, welche schädlicher wären, als der Schwefel und die metallischen Salze, welche an vielen Orten aufsteigen und in den Dunstkreis übergehen. Es ist bekannt, wie vieler Gefahr die Bergleute ausgesetzet sind, welche in den Bergwerken in Derbishire (a) arbeiten, wo sich einige Arten von Schwefeldünsten zu befinden pflegen. Einige verursachen Ohnmachten und Verzuckungen, andere aber tödten bey ihrem Ausbruche auf der Stelle. Es ist

(a) Abregé des Transact. Philos.

ist bekannt, was die mit metallischen Salze geschwängerten Dämpfe für eine Wirkung haben, welche in der sogenannten Hundshöhle zwischen Pozzuolo und Neapel bis zu einer gewissen Höhe aufzusteigen pflegen. Die in der Hauptstadt des Königreichs beyder Sicilien befindliche Akademie der Wissenschaften giebt davon folgende Nachricht:

„Wenn man einen Hund in die Höhle führet, und „dessen Kopf nahe an die Erde hält, so fangen ihm so„gleich die Seiten an zu schlagen, und er fängt an zu „schnappen, als wenn ihm das Athemholen schwer würde. „Einige Zeit darauf wird er ohnmächtig und stirbt, in„dem er vielen blutigen Geifer von sich giebt.“ Eben dieses begegnet allen Thieren, deren Kopf man in den Kreis der Wirksamkeit derjenigen Dämpfe hält, die in dieser Höhle aufsteigen. Ein Mensch kann eine Zeitlang aufrecht in derselben stehen, ohne einige Beschwerde zu empfinden; (a) welches deutlich beweiset, daß diese Dämpfe wegen ihrer Schwere nicht sehr hoch steigen können.

Man hat Ursache zu glauben, daß diese Dämpfe die Gefäße der Luftröhre zusammen ziehen, oder daß sie das Blut in den Haarröhren über diesen Gefäßen, deren Häute sehr zart sind, und von der äußern Luft berühret werden, gerinnend machen. (b)

Wenn man ein Thier unter ein Gefäß sperret, unter welches man Schwefeldämpfe, eine metallische Dunst, oder den Dunst von Steinkohlen bringet, so bekömmt es sogleich Verzuckungen und stirbt in kurzer Zeit.

Man kann also die verschiedenen Ausflüße, welche sich in die Atmosphäre erheben, nicht sorgfältig genug betrachten. Man wird sie größtentheils kennen lernen, wenn man die Eigenschaften des Bodens und die fremdartigen

(a) *Morin* Dissert. sur l'Electricité, p. 20.
(c) *Arbuthnot* Essais sur les Effets de l'Air, p. 28.

artigen Substanzen, die er verschließet, oder die sich auf seiner Oberfläche befinden, untersuchet. Die chymische Untersuchung ist dazu ein noch brauchbareres Hülfsmittel. Vermittelst derselben entdeckte Junker (a) ein cubisches Salz, welches gemeiniglich in der Luft schwimmet, und noch ein anderes zartes, reines, vitriolisches Salz, welches beständig in derselben herrschet, und das Weinsteinsalz, wenn es an die freye Luft gesetzet wird, in einen vitriolisirten Weinstein verwandelt.

§. 281.

Die Luft ist der Verderbung unterworfen.

So gesund und heilsam auch die Luft zu seyn scheinet, so muß sie doch oft erneuert werden, wenn sie zur Erhaltung des thierischen Lebens geschickt bleiben soll. Denn die reineste Luft verdirbt sehr bald, wenn sie mit thierischen Ausdünstungen angefüllet, und nicht gereiniget wird, besonders, wenn sie bis zu einem gewissen Grade erwärmet wird.

Ueberdieß ist leicht zu begreifen, daß die Fäulniß der Luft unmittelbar auf die Auflösung der thierischen Substanzen folgen müsse. Man darf sich also nicht verwundern, daß diejenigen Theile, welche auch von dem gesundesten Menschen ausdunsten, die Luft anstecken, wenn sie nicht beständig erneuert wird.

Sehen wir nicht alle Tage, daß das Wasser, mit welchem man sich wäschet, in kurzer Zeit einen faulen Gestank bekömmt. Man kann daher die Luft in den Wohnzimmern nicht oft und sorgfältig genug erneuern, und man muß solches besonders in denjenigen Zimmern thun, in welchen Kranke befindlich sind, weil ihre Ausdünstungen am geschwindesten in die Fäulniß übergehen.

§. 282.

Fortsetzung.

Indessen ist es die mit der unmerklichen Ausdünstung angefüllte Luft, wenn sie nicht erneuert wird, nicht allein, welche für das Athemholen sehr

(a) *Junkeri* Conspect. Chem. P. I.

sehr gefährlich ist. Eine jede Luft, so rein sie auch seyn mag, wird schädlich, wenn sie mit Ausflüßen auch der gesundesten Substanzen überladen und nicht sorgfältig erneuert wird. Anton Carthagena (a) berichtet uns, daß zwey Personen plötzlich starben, weil sie auf einen Kornboden giengen, welcher lange Zeit war verschlossen gewesen.

Ueberhaupt wird jede Luft, welche nicht circuliret, für das Athemholen schädlich. Die Geschichte des Sarges des Seleucus ist bekannt; welchen die Soldaten des Marcus Antonius zu Babylon öfneten, weil sie Schätze in demselben zu finden hoffeten. Allein es gieng eine so vergiftete Luft heraus, daß die Pest, welche daraus entstand, sich auch bis zu den Parthern ausbreitete, und durch die Winde bis nach Griechenland und Rom gebracht wurde.

Cardanus erzählet, daß eine gewisse Frau, aus Furcht vor dem Kriege, zwey Kasten verborgen habe, worinnen sie ihr Hausgeräthe verschlossen gehabt. Als man diese Kasten dreyßig Jahr hernach öfnete, starben alle diejenigen innerhalb dreyer Tage, welche bey der Oefnung gegenwärtig gewesen waren, oder etwas von dem Geräthe angerühret hatten.

Man kann also nicht vorsichtig genug seyn, um beständig eine freye Circulation der Luft zu erhalten, und sie desto öfterer zu erneuern, jemehr sie mit fremdartigen Substanzen angefüllet wird, welche eine schädliche Eigenschaft bekommen können. Denn jedermann weiß, daß wir nicht nur von allen Seiten mit der Luft umgeben sind, sondern daß wir euch alle Augenblicke einen Theil derselben einschlucken, welcher durch das Athemholen in die Lunge gehet. Noch mehr, ein Theil der Luft, welche wir einathmen, gehet in die Wege des Kreis-

(a) Traité des Fievres.

Kreislaufes, und vermischet sich mit den verschiedenen flüßigen Dingen, welche durch unsern ganzen Körper circuliren, wie ich in meinen Vorlesungen über die thierische Oekonomie zeigen werde. Nun kann man nicht sorgfältig genug über die gute Beschaffenheit einer jeden Substanz wachen, welche sich mit den flüßigen Theilen unsers Körpers vermischen soll, weil sie auf so mancherley Art verderbt werden können, und ihre gute Beschaffenheit doch zur Erhaltung der thierischen Oekonomie unentbehrlich ist.

§. 283.

Ursache des Todes eines der Luft beraubten Thieres.

Wir kommen hier ganz natürlich auf die Untersuchung einer Frage, welche von allen denjenigen, die sich seit der Erfindung der Luftpumpe mit der Experimental-Chymie beschäftiget haben, geprüfet worden, ob mir gleich ihre Beantwortung niemals richtig zu seyn geschienen hat; nämlich, welches die Ursache von dem Tode eines Thieres ist, welches man durch Beraubung der Luft unter dem Recipienten der Luftpumpe tödtet.

Ich gestehe es gern, daß die Beraubung der Luft nothwendig den Tod eines jeden Thieres verursachen müsse, welches in der Luft zu leben gewohnt ist. Allein, alle Thiere, welche man von der Luftpumpe tödtet, sterben, ehe man noch die Luft völlig ausgepumpet hat. Die Beraubung der Luft ist also nicht die unmittelbare Ursache des Todes dieser Thiere. Wir wollen den wahren Grund dieser Erscheinung zu entdecken suchen.

Wenn man ein Thier unter einen Recipienten setzet, und die Luft auspumpet, so wird das Thier nach den ersten Stämpelzügen unruhig; seine Unruhe nimmt zu, so, wie man fortfähret, die Luft auszupumpen; oft giebt es die Excremente durch beyde Wege von sich; endlich schwillt es auf, bekommt Verzuckungen, und stirbt.

Sobald man anfängt, die unter dem Recipienten befindliche Luft zu verdünnen, so hebet man das Gleichgewicht zwischen der Luft auf, welche in allen Theilen des Körpers des Thieres befindlich ist, und zwischen der Luft, welche dasselbe von außen umgiebet. Die erste dehnet sich also plötzlich aus, um das Gleichgewicht wieder herzustellen; welches denn dem Thiere eine Beschwerde verursacht, welche es durch seine Unruhe verräth. Fähret man fort, die Luft unter dem Recipienten zu verdünnen, so fähret auch die innere Luft fort, sich auszudehnen. Ueberdieß ist die unter dem Recipienten noch übrige Luft, wenn sie bis auf einen gewissen Grad verdünnet worden, nicht mehr im Stande, die Bläschen der Luftröhre aufzuschwellen, folglich auch nicht, die Gefäße, welche über diesen Bläschen liegen, wie doch nöthig ist, auszudehnen und zu verlängern. Diese Gefäße verstatten also nicht mehr eine so leichte Circulation in der Lunge; welches denn nebst der ersten Ursache, die Beschwerde und Unruhe des Thieres vermehret.

Wenn man fortfähret, die Luft auszupumpen, so schwillet das Thier auf, welches von der großen Ausdehnung der innern Luft herrühret, deren zarteste Theilchen durch die Schweißlöcher der Haut davon gehen, dagegen die gröbern Theile zwischen den Theilen des Thieres gleichsam verschlossen bleiben. Sie verursachen also dieses Aufschwellen, welches wegen der Menge der kleinen aufgeschwollenen Theile sehr merklich wird.

Oft giebt das Thier seine Excremente auf beyden Wegen von sich, weil der Magen und die Eingeweide, so, wie die darinnen befindlichen Substanzen eine große Menge Luft enthalten, welche, wenn sie nicht mehr so stark gedrückt wird, als vorher, ihre ausdehnende Kraft entwickelt, und sich immer mehr verdünnet, jemehr das Gewicht, von welchem sie gedrückt wird, abnimmt. Diese Ausdehnung öfnet die zusammenziehenden Muskeln, welche

welche diese Substanzen zurück hielten, und nimmt sie mit sich fort.

Endlich bekommt das Thier Verzuckungen und stirbt, und diese letzte Erscheinung verdienet die ganze Aufmerksamkeit des Naturkundigen. Um solche zu erklären, muß man bemerken, daß die meisten Thiere, mit welchen man diese Versuche anstellet, sterben, ehe die Luft bis auf zwey Drittheile verdünnet worden, weil einige derselben schon sterben, wenn das Queckſilber noch 8 bis 9 Zoll über seiner Horizontallinie stehet. Boyle (a) versichert, daß eine Ratze, mit welcher man diesen Versuch anstellete, nicht eher unruhig ward, als bis die Luft auf ein Viertel verdünnet worden, und daß diese Luft mit dem Urine und den Excrementen des Thieres beschweret gewesen. Als dieser Versuch mit einem und eben demselben Thiere mehrmals wiederholet wurde, schien es bey weitem nicht mehr so unruhig zu seyn, als vorher. Ich habe eben diesen Versuch mehrmals wiederholet, und habe dabey jederzeit bemerket, daß, wenn man die Luft langsam und nur nach und nach verdünnet, die Thiere eine große Verdünnung ausstehen können, ohne davon beschweret zu werden. Wenn aber das Auspumpen schnell hintereinander geschahe, so wurden die Thiere sehr unruhig, wenn gleich die Luft erst bis auf die Hälfte verdünnet war. Ich habe auf diese Art viele Thiere sterben sehen, wenn der Mercurius noch 12, $12\frac{1}{2}$, $13\frac{1}{4}$, 14 Zoll über seiner Horizontallinie stand.

Die Ratze, deren in Boyles Versuche gedacht worden, und die Beobachtungen, die wir an uns selbst machen können, beweisen, daß man eine sehr große Verdünnung der Luft ertragen kann. Wer z. B. aus dem tiefsten Bergwerken, wo die Queckſilbersäule in dem Barometer 32 Zoll ist, auf den Gipfel des höchsten Ber-

(a) Tract. Experim. de Respirat. p. 53.

ges steigen wollte, wo diese Säule nur 15 bis 16 Zoll lang ist, wie solches Herr Bouguer (a) auf dem Berge Pichinca angemerket hat, welcher 2420 Toisen hoch ist, der würde in der That einige Beschwerden empfinden, allein sie würden ihm doch nicht das Leben kosten. Man kann daher behaupten, daß ein Thier, welches unter dem Recipienten einer Luftpumpe stirbt, wo die Schnellkraft der Luft noch eine Queckſilbersäule von 12 bis 14 Zoll tragen kann, nicht eigentlich von der allzugroßen Verdünnung der Luft stirbt. Die wahre Ursache seines Todes ist der Mangel des Kreislaufes in den flüßigen Theilen, der von der Geschwindigkeit, womit man die Luft verdünnet, nicht aber von der Verdünnung der Luft selbst herrühret.

Wenn die Luft langsam verdünnet wird, so dehnet sich die innere Luft gleichfalls langsam aus, und bekömmt Zeit, sich mit der äußern in das Gleichgewicht zu setzen; und dieß geschiehet, wenn wir aus dem Innern eines tiefen Bergwerkes auf den Gipfel eines hohen Berges steigen. Wenn aber die Luft plötzlich verdünnet wird, so hat die innere Luft nicht Zeit, sich mit der äußern in das Gleichgewicht zu setzen. Sie reißt sich plötzlich und mit Ungestüm von den Theilchen der flüßigen Körper los; es versammeln sich dabey mehrere Luftkügelchen, und machen Kügelchen von einer gewissen Größe aus, welche den Zusammenhang der flüßigen Theile trennen, die Gefäße verstopfen, und den Kreislauf des Blutes und der Feuchtigkeiten in den Haarröhrchen hemmen. Wird der Kreislauf in den Haarröhrchen gehemmet, so wird er auch in den Communications-Röhren und in den Haupt-Canälen erschweret, und dieß bringt endlich den Tod des Thieres hervor.

Wenn

(a) Voyage au Perou.

Wenn man diese Unterbrechung des Kreislaufes, welche durch die schnelle Verdünnung der innern Luft verursacht wird, durch einen Versuch bestätigen will, so lasse man eine Haarröhre AB (Fig. 92.) als ein Zickzack biegen, und fülle sie mit einem Liquor, welcher viel Luft enthält; z. B. rothen Wein. Hierauf lege man sie auf den Teller einer Luftpumpe, bedecke sie mit dem Recipienten und pumpe die Luft hurtig nach einander aus. Bey den ersten Stämpelstößen wird man schon eine innere Bewegung an dem Liquor bemerken, welche sich vermehren wird, jemehr man die Luft auspumpet. Hierauf wird man viele Luftblasen erblicken, welche zusammen stoßen, große Luftblasen bilden, und die Röhre verstopfen werden. Lässet man wieder Luft unter dem Recipienten, so werden die größten Blasen nicht so sehr verdicket werden, daß dadurch die verursachte Verstopfung gehoben werden könnte. Diese Wirkung wird an den Gefäßen der Thiere noch merklicher, weil sie weit kleiner sind, und weil die darinnen befindlichen Feuchtigkeiten weit mehr Luft enthalten; denn das Blut allein enthält 33mal mehr Luft als seine eigene Masse ausmacht. (a). Man siehet aus diesem Versuche ferner, daß Thiere, mit welchen man ähnliche Versuche anstellet, nothwendig sterben müssen, wenn man die Luft bis auf einen gewissen Grad ausgepumpet hat, weil die allzusehr ausgedehnte und zwischen den Theilen der flüßigen Körper vertheilte Luft ihr Volumen nicht wieder bekommen, noch die dadurch verursachte Verstopfungen völlig heben kann.

Fig. XCII.

(a) Statique des Vegetaux.

Siebenter Abschnitt.

Von der Akustik.

§. 284.

Eintheilung des Schalles.

Die Akustik, welche der Gegenstand dieses Abschnittes ist, handelt von dem Schalle und dessen Eigenschaften. Der Schall kann unter drey verschiedenen Verhältnissen betrachtet werden. 1.) In dem Körper, der ihn hervorbringet; 2.) in dem Zwischenkörper, der ihn durchlässet; und 3.) in dem Werkzeuge, welches der Seele die Empfindung desselben verschaffet.

§. 285.

Erklärung des Schalles in Rücksicht auf den schallenden Körper.

So fern der Schall bloß in Rücksicht auf den schallenden Körper betrachtet wird, so bestehet er in einer zitternden Bewegung seiner unmerklichen Theile. Ich sage seiner unmerklichen Theile, um dadurch zugleich den Unterschied zu bemerken, den man unter der totalen und partiellen zitternden Bewegung des schallenden Körpers machen muß. Denn wenn man einen solchen Körper anstößet, so bringet man gemeiniglich zwey Arten von zitternder Bewegung oder von Schwingungen in ihm hervor. Die eine ist total, und bestehet in der merklichen Veränderung der Gestalt des Körpers. Zum Beyspiele, wenn ich auf einen Ring, der aus einer harten und elastischen Materie gemacht ist, an einem Ende eines seiner Durchmesser schlage, so werden die geschlagenen Theile dem Schlage nachgeben und sich dem Mittelpunkte nähern. Wenn diese Näherung nicht so schnell geschähe, so würden wir an dem Ringe zwey Durchmesser von verschiedener Länge erblicken können, welche sich nach rechten

ten Winkeln durchschneiden, weil der Ring durch die Verrückung seiner geschlagenen Theile nothwendig oval werden muß; und in dieser Veränderung der Figur bestehet die totale zitternde Bewegung.

Die zweyte Art der zitternden Bewegung, welche entstehet, wenn man an einen schallenden Körper schläget, ist die partielle, welche in einer Erschütterung seiner unmerklichen Theile bestehet. Diese letztere zitternde Bewegung wird oft die Ursache der totalen. Oft kann man auch Totalschwingungen hervorbringen, ohne dadurch partielle zu verursachen.

Man kann die Totalschwingungen durch folgende Mittel merklich machen:

Man schlage z. B. stark an eine gläserne Glocke, und halte den Körper, mit welchem man daran geschlagen hat, indem sie noch schallet, nahe an ihre Oberfläche, so wird man ein kleines Brummen hören, welches die zitternde Bewegung der Glocke verräth, kraft welcher sie die Länge des Durchmessers, an dessen Ende sie angeschlagen worden, und die Länge dessen, welcher den ersten nach einem rechten Winkel durchschneidet, wechselsweise verändert.

Diese Schwingungen werden noch merklicher, wenn man eine Seite von einer gewissen Länge, welche an zwey festen Punkten befestiget ist, mit den Fingern kneipet. So lange sie schallet, wird man auch Schwingungen an ihr bemerken, welche die Saite unter der Gestalt eines Parallelogrammes vorstellen.

§. 286.

Nothwendigkeit der partiellen Schwingung zum Schalle.

Die Schwingungen, welche in diesen beyden Versuchen so merklich werden, sind nothwendig von partiellen Schwingungen begleitet, ungeachtet man die letztern nicht gewahr wird; denn de la Hire (a) entdeckte, daß die

(a) Mém. de l'Acad. des Sciences, 1700.

Totalschwingungen allein keinen Schall vervorbringen können.

Dieser geschickte Gelehrte versicherte sich davon auf folgende Art: Er nahm eine kleine Zange von der Art, welche man im Französischen Badines nennet. Er drückte die beyden Arme an einander, und ließ sie hierauf fahren, da sie denn nicht den geringsten Schall von sich gaben, ungeachtet solches geschahe, wenn er mit einem festen Körper an die Zange schlug, weil alsdann außer der Totalschwingung auch noch eine partielle zitternde Bewegung hervorgebracht wurde.

§. 287.

Welche Körper einen Schall hervorbringen.

Es kann also ein jeder Körper, welcher partielle Schwingungen hervorzubringen geschickt ist, auch einen Schall von sich geben. Wenn die Luft durch die Bewegung eines festen Körpers in eine heftige Bewegung gebracht wird, so verursacht sie einen sehr merklichen Schall. Ein Beyspiel davon hat man an der kreisförmigen Bewegung der Schleudern.

Wenn ein flüßiger Körper mit Gewalt gegen einen festen getrieben wird, der ihm nur einen engen Durchgang verstattet, so giebt er gleichfalls einen Schall von sich. Auf diese Art entstehet das Pfeifen, welches man bey einem heftigen Winde höret, wenn sich derselbe an Thüren und Fensterrähmen bricht, wenn solche nicht gehörig schließen. Die musikalischen Instrumente, welche geblasen werden, sind gleichfalls ein Beweis davon.

§. 288.

Verschiedenheit des Schalles.

Alle diese Schalle, von welcher Art sie auch seyn mögen, werden jederzeit von der zitternden Bewegung der unmerklichen Theile der festen oder flüßigen Körper, welche sie von sich geben, hervorgebracht, und diese Schalle sind von einander

der

der unterschieden, nachdem die zitternde Bewegung verschieden ist. Der Unterschied dieser zitternden Bewegung kommt von der Härte und dem Grade der Elasticität derjenigen Theile her, welche man in diese Bewegung versetzet. Denn aus der verschiedenen Verbindung dieser beyden Umstände folget nothwendig, daß ein und eben derselbe Stoß stärkere oder schwächere, mehr oder wenigere Schwingungen hervorbringen müsse. Nun aber hänget die Verschiedenheit der Schalle von der Art ab, wie die schallenden Körper erschüttert werden.

§. 289.

Unterschied unter den hohen und tiefen Tönen.

Man kennet die Schalle überhaupt unter dem Namen der Töne. Man theilet die Töne in zwey Classen; in die eine gehören die tiefen, und in die andern die hohen Töne.
Allein der Unterschied beyder Arten beruhet blos auf ihr Verhältniß gegen einander, und ein Ton, den man für tief hält, wird hoch, wenn man ihn mit einem noch tiefern vergleicht. Eben so verhält es sich mit den hohen Tönen; sie werden tief, wenn man sie mit noch höhern vergleicht. Indessen würde es für die Vollkommenheit der Musik sehr wichtig seyn, wenn diese beyden Eigenschaften absolut und nicht blos relativ wären. Man dürfte nur einen festen Ton annehmen, der die tiefen und hohen Töne in zwey Classen theilete.

In Ermangelung eines bequemern Hülfsmittels bedienen sich die Tonkünstler einer Art einer hölzernen oder metallenen Pfeife. Allein so gewöhnlich sie auch ist, so darf man sich doch nicht sehr darauf verlassen; denn da die Abmessungen dieses Werkzeuges der Eindrücke einer warmen oder kalten, einer trocknen oder feuchten Luft fähig sind, so müssen sie sich auch nothwendig nach Maaßgebung der verschiedenen Beschaffenheit der Atmosphäre verändern. Ihre Veränderung aber ziehet die Veränderung des Tones selbst nach sich, weil er von dem Vo-

lumen, der Menge und Geschwindigkeit der Luftmasse abhängt, welche in einem Blasen-Instrumente in eine zitternde Bewegung gesetzet wird.

Herr Sauveur (a) der die Wichtigkeit eines festen und beständigen Tones einsahe, suchte einen einzuführen, der unveränderlich wäre. Folgendes führete ihn auf diese Entdeckung. Er hörete einmal zwey Orgelpfeifen stimmen, welche fast gleichklingend waren, und bemerkte gewisse, mehrentheils periodische Augenblicke, während welcher die Pfeifen einen gemeinschaftlichen und stärkern Ton von sich gaben.

Sauveur glaubte, daß ihre Schwingungen zurückkehrend wären; das heißt, daß sie sich nach einer gewissen Zeit begegneten, um das Ohr gemeinschaftlich zu berühren. Er setzte diese Entdeckung zum Grunde des festen Tones, den er finden wollte. Er verglich die Töne beyder Pfeifen unter sich, und fand aus der Begegnung ihrer Swingungen, wie viel jeder deren in einer gegebenen Zeit machte. Er nahm denjenigen für den festen Ton an, der deren 100 in einer Secunde machte, und fand, daß eine an beyden Enden offene Pfeife von 5 Fuß den festen Ton gab, den er angenommen hatte.

Er trieb seine Untersuchungen noch weiter, und fand, daß eine Pfeife von 40 Fuß den tiefsten Ton gab, den das Ohr nur unterscheiden kann. Da nun diese Pfeife achtmal länger war, als eine von 5 Fuß, so mußte sie auch in einerley Zeit achtmal weniger Schwingungen machen. Sie machte deren also nur $12\frac{1}{2}$, wenn die von 5 Fuß ihrer 100 machte.

Sauveur fand ferner, daß die kürzeste Pfeife, deren Ton man unterscheiden kann, nur einen Zoll weniger $\frac{1}{16}$ lang war. Das Verhältniß dieser Pfeife zu der von 5 Fuß war also, wie 1 : 64. Folglich mußte sie in

(a) Mém. de l'Acad. des Sciences, 1700.

in einer Secunde 64mal mehr, d. i. 6400 Schwingungen machen.

Man kann also sagen, daß der höchste Ton, den das Ohr fassen kann, 6400, der tiefste Ton aber nur $12\frac{1}{2}$ Schwingungen macht. Nun ist das Verhältniß von 6400 zu $12\frac{1}{2} = 512$. Folglich muß es 612 verschiedene Töne geben, die man wirklich unterscheiden kann.

§. 290.

Anzahl der merklichen Töne.

Ob nun gleich alle diese Töne wirklich und physisch vorhanden sind, so ist doch das menschliche Ohr nicht im Stande, alle diese Verschiedenheiten so leicht zu bemerken. Es kann nur diejenigen richtig und leicht beurtheilen, welche zwischen denjenigen Tönen befindlich sind, deren Schwingungen sich erst nach einer gewissen Zeit begegnen.

Herr Sauveur behauptet, daß der Mensch die verschiedenen Empfindungen, welche aus allen Tönen, die in 10 Octaven begriffen sind, entstehen, unterscheiden und mit Vergnügen annehmen könne. Euler (a) schränket diese Zahl auf achte ein. Man kann daraus auf die Menge der verschiedenen Töne schließen, die der Mensch unterscheiden kann. Denn ein für die Harmonie gebildetes Ohr unterscheidet in jeder Octave sehr leicht 43 Verschiedenheiten, und diese Verschiedenheiten nennet Herr Sauveur (b) Theile. (Merides.)

In einer Octave zählet man indessen nur sieben ursprüngliche Töne, denn der achte ist eigentlich der erste der folgenden Octave. Dom Guy d'Arezzo bestimmte die ersten sechs, vt, re, mi, fa, sol, la, die er mit den sechs ersten Sylben jedes Hamistichii der ersten Strophe des Lobgesanges auf den H. Johannes, den Täufer: Vt queant latis u. s. f. benannte. (c) Ao. 1650. nahm man

(a) *Euleri* Tentamen music. C. 1.
(b) Hist. de l'Acad. des Sciences, 1700.
(c) *Purchot* Institut. philos. T. II. p. 441.

man den siebenten Ton si dazu, den schon le Maire (a) um das Jahr 1620. vorgeschlagen hatte, wodurch man zugleich die Uebergänge abschaffete, welche vorher sehr beschwerlich gewesen waren.

§. 291.

Ursache der Verschiedenheit der Töne bey Saiten-Instrumenten.

Die Verschiedenheit derjenigen Töne und Tontheilungen, welche eine Octave ausmachen, rühret von der verschiedenen Geschwindigkeit der Schwingungen her, aus denen sie entstehen. Um diese Wahrheit auf eine für die Ausübung bequeme Art zu beweisen, will ich mich der Saiten-Instrumente bedienen. Hier kommen nun drey Ursachen zusammen, welche, entweder gemeinschaftlich, oder jede besonders, die Schwingungen der Saiten mehr oder weniger geschwinde machen; nämlich die Länge, die Dicke und die Spannung.

Wir wollen jede dieser drey Ursachen einzeln betrachten, damit wir uns nicht in Berechnungen einlassen dürfen, welche diese Sache dunkel machen könnten.

§. 292.

ist theils die Länge der Saiten.

Es ist bekannt, daß die Schwingungen elastischer Körper desto geschwinder auf einander folgen, je steifer ihre Theile sind. Folglich wird eine Saite, welche stärker gespannt ist, wenn alle übrigen Umstände gleich sind, in einer gegebenen Zeit mehr Schwingungen machen, als eine andere, welche schlaffer ist.

Wenn nun zwey an Länge ungleiche Saiten, die aber gleich dick sind und von einerley Gewicht gespannet werden, in eine zitternde Bewegung gesetzet worden, so wird die kürzeste mehr Schwingungen machen, weil ihre Theile stärker gespannt sind. Denn da ein und eben dasselbe

(a) Lettre sur une nouvelle denomination des 7 degrés de la Gamme, 1766.

dasselbe Gewicht auf beyden Seiten wirket, so wird es bey der langen mehr Theile zu spannen haben, als bey der kurzen.

Eben daraus erhellet zugleich, daß eine dicke Saite, bey einerley übrigen Umständen, in einerley Zeit weniger Schwingungen machen muß, als eine dünnere.

§. 293.

Lehre von den Accorden.

Die Länge der Saiten hat also einen großen Einfluß auf den Ton, den sie hervorbringen sollen. Auf diesen Grundsatz baute Descartes seine Theorie der Musik. Wenn man, ihm zu Folge, zwey Saiten von verschiedener Länge nimmt, die aber gleich dick und gleich stark gespannt sind, so giebt die lange einen tiefern Ton, als die kurze, und ihr Ton wird immer höher, jemehr man sie verkürzt, bis sie endlich, wenn sie mit der kurzen einerley Länge hat, auch einerley Ton mit derselben giebt.

Will man diesen Versuch wiederholen, so darf man nur zwey Saiten von einerley Nummer, die gleich stark sind, auf ein Instrument mit einerley Gewicht spannen. Man kneipe hierauf beyde Saiten, so werden sie eintönig seyn. Man verkürze die eine, vermittelst eines beweglichen Steges, den man auf dem Instrumente vorwärts schiebet, so wird der Ton der letztern desto höher werden, je kürzer man sie macht.

Man kann auf diese Art vermittelst eines bloßen zweysaitigen Instrumentes alle möglichen Accorde finden. Unter dem Accord verstehet man verschiedene Töne, deren Schwingungen sich nach einer gewissen Zeit vereinigen, um das Ohr gemeinschäftlich zu berühren, und demselben eine angenehme Empfindung zu verursachen. Allein, wo soll man dieser Empfindung Gränzen setzen? Dieß ist eine Frage, worüber man noch nicht völlig einig ist. Jedermann gestehet indessen zu, daß, wenn die

Bewe-

Bewegung der Schwingungen nach einer gewissen Zeitdauer geschiehet, die Seele den daraus entstehenden Accord nicht mehr mit eben demselben Vergnügen empfindet. Nach diesem Grundsatze nun, den viele für ein Vorurtheil halten können, hat man fünf Haupt- oder consonirende Accorde bestimmt, welche in der directen Folge der Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6, begriffen sind. Will man nun diese Consonanzen finden, so darf man nur zwey einander an Länge und Dicke völlig gleiche Saiten gleich stark aufspannen, so werden sie ihre Schwingungen in einerley Zeit machen, und folglich eintönig seyn. Theilet man die eine dieser Saiten vermittelst eines beweglichen Steges in sechs gleiche Theile, so wird der Ton der ungeänderten Saite, der sich immer gleich bleibt, in Vergleichung mit den verschiedenen einzelen Theilungen der andern, die fünf gedachten Consonanzen geben.

§. 294.

Fortsetzung. Man nimmt es als einen allgemeinen Grundsatz an, daß Saiten, welche blos in der Länge verschieden sind, in einerley Zeit Schwingungen machen, welche sich, in Ansehung ihrer Zahl, gegen einander umgekehrt verhalten, wie die Länge dieser Saiten; das heißt, eine Saite, welche halb so lang ist, als eine andere, wird, wenn alle übrige Umstände gleich sind, zwey Schwingungen machen, indeß daß die lange nur eine macht.

Wenn nun zwey Saiten einander in allem gleich sind, und man die eine so verkürzt, daß sie nur halb so lang ist, als die andere, so wird sie zwey Schwingungen für eine machen, und die hohe Octave der andern geben.

Da ferner diese erste Theilung in der verkürzten Saite zwey einander völlig gleiche Theile macht, so werden diese beyden

beyden Theile ihre Schwingungen in einerley Zeit vollbringen, und eintönig seyn.

Wenn man den beweglichen Steg so stellet, daß die Längen dieser Saiten sich verhalten, wie 2 zu 3, das heißt, daß die kürzeste $\frac{1}{3}$ kürzer ist, als die andere, so wird sie drey Schwingungen vollbringen, wenn die lange deren drey macht, und die **Quinte** von derselben seyn. Folglich bekömmt man, wenn man sie vergleicht, ut, sol.

Wenn eine von beyden um $\frac{1}{4}$ kürzer ist, als die andere, so macht sie vier Schwingungen, indem die andere deren nur drey vollbringet, und sie macht alsdann die **Quarte** von der längern aus. Man bekömmt also, wenn man sie vergleicht, ut, fa.

Die kleinste giebt die **größere Tertie** mi, und man bekömmt, wenn man sie vergleicht, ut, mi, wenn eine von beyden um $\frac{1}{5}$ kürzer ist, als die andere; weil sie alsdann fünf Schwingungen vollbringet, indem die lange deren nur vier macht.

Endlich giebt die kurze Saite die **kleinere Tertie** mi b, und man bekömmt, wenn man sie vergleicht, ut mi b, wenn eine von beyden um $\frac{1}{6}$ kürzer ist als die andere; weil die kurze sechs Schwingungen macht, indem die lange deren nur fünf vollbringet.

Wenn man die Theilung noch weiter treibt, und die eine der beyden Saiten um $\frac{1}{7}$ kürzer macht, als die andere, so werden die daraus entspringenden Töne unangenehmer und dissonirend seyn.

§. 295.

Unter den jetztgedachten Accorden giebt es drey wesentliche, die Octave, die Quinte und die Terzie, ut ut, ut mi, ut sol. Außer den fünf ursprünglichen Accorden bemerket man noch andere, welche aus neuen Theilungen entstehen, die man mit den jetzt- Fortsetzung.

jetztgedachten vornehmen kann. Allein, wir können uns hier in keine größere Weitläuftigkeit einlassen, indem solche mehr für den Tonkünstler, als für den Naturkündigen gehöret.

§. 296.

Dicke der Saiten.

Die Consonanzen hängen aber nicht allein von der Länge der Saiten, sondern auch von ihrer Dicke ab. Wir haben diese Entdeckung dem Pythagoras zu danken, (a) der durch folgenden Zufall darauf gebracht wurde. Er gieng einesmals vor einer Schmiede vorbey, wo ihrer drey schmiedeten, und wunderte sich über die verschiedenen Töne der Hämmer. Anfänglich glaubte er, daß diese Verschiedenheit blos von der Kraft herrühre, mit welcher die Schmiedeknechte die Hämmer führeten. Allein, als er sie bewogen hatte, ihre Hämmer zu vertauschen, so hörete er noch immer eben dieselbe Verschiedenheit. Einerley Hämmer gaben einerley Töne, ob sie gleich von verschiedenen Händen geführet wurden. Er muthmaßete also, daß diese Wirkung von ihren Massen herrühren müßte. Die Erfahrung bestätigte seine Muthmaßung; denn als er die Hämmer wägen ließ, so fand er, daß derjenige, der noch einmal so schwer war, die tiefe Octave desjenigen gab, der halb so schwer war.

Die Dicke der Saiten hat also einen starken Einfluß auf den Ton, den sie geben sollen, und der Unterschied ihres Tones rühret gleichfalls von der größern oder geringern Geschwindigkeit der Schwingungen her, die sie in einerley Zeit machen. Nun lehret die Erfahrung, daß die Schwingungen der Saiten, welche blos in ihrer Dicke verschieden sind, sich ihrer Anzahl nach, verhalten, wie die Durchmesser dieser Saiten.

§. 297.

(a) *Macrobius* Saturnal.

§. 297.

Spannung der Saiten.

Jedermann weiß, wie viel die Spannung der Saiten zur Bildung des Tones beyträgt, den sie geben sollen. Dieser Ton wird immer höher, jemehr man sie spannet. Allein, wie und nach welchem Verhältnisse verändert die Spannung den Ton einer Saite? Es geschiehet solches so, daß zwey einander völlig gleiche Saiten, welche aber auf ungleiche Art gespannet sind, Schwingungen machen, welche sich in Ansehung ihrer Anzahl untereinander verhalten, wie die Quadratwurzeln der Gewichte, von welchen die Saiten gespannet werden.

Man spanne eine Saite mit einem Gewichte von einem, und eine andere mit einem Gewichte von vier Pfund. Die Quadratwurzeln dieser beyden Zahlen sind 1 und 2. Die erste dieser beyden Saiten wird also nur eine Schwingung vollbringen, wenn die andere deren zwey machen wird, und sie werden dabey die Octaven von einander seyn, ut ut.

Man spanne eine von beyden Saiten mit einem Gewichte von 4, und die andere mit einem Gewichte von 9 Pfund; so wird die letzte drey Schwingungen vollbringen, wenn die erste ihrer nur zwey machen wird, weil die Quadratwurzeln von 9 und 4, 3 und 2 sind. Sie werden also die Quinte ut sol von einander seyn. Aus allem, was bisher gesagt worden, folgt nun, daß die Länge, die Dicke und die Spannung der Saiten den Ton bilden hilft, den sie geben sollen.

§. 298.

Betrachtung des Schalles in Ansehung des Zwischenkörpers.

Nachdem wir nun den Schall, in Ansehung des schallenden Körpers, betrachtet haben, so erfordert die Ordnung, daß wir ihm in dem Zwischenkörper folgen, der ihn durchlässet. Wir haben dabey verschiedene Fragen zu untersuchen.

1.) Worinnen bestehet der Schall in dem Zwischenkörper, der ihn fortpflanzet?

2.) Welcher Zwischenkörper ist eigentlich dazu geschickt, den Schall fortzupflanzen?

3.) Welche Eigenschaften werden dazu erfordert, wenn ein Zwischenkörper geschickt seyn soll, den Schall durchzulassen, und dessen ganze Intensität zu erhalten?

4.) Welches sind die Mittel, wodurch dessen Intensität vermehret werden kann?

5.) Was für Hindernisse widersetzen sich der Fortpflanzung des Schalles, und was für Wirkungen haben diese Hindernisse?

§. 299.

Nothwendigkeit des Zwischenkörpers zur Fortpflanzung des Schalles.

Wir haben §. 286. bewiesen, daß der aus einem schallenden Körper hervorgebrachte Schall in einer zitternden Bewegung seiner unmerklichen Theile bestehet. Eine ähnliche Bewegung, welche durch die Erschütterung der Theile des schallenden Körpers in der ihn umgebenden Luft hervorgebracht wird, pflanzet den Schall bis zu dem Werkzeuge fort, welches der Seele die Empfindung davon verschaffen soll. Es ist unläugbar, daß die Erschütterung der Theile des schallenden Körpers eine ähnliche Bewegung in den benachbarten Lufttheilen verursacht, und daß diese den Eindruck, den sie bekommen haben, immer den nächsten um ihnen her befindlichen Luftmassen mittheilen. Wir sehen, daß alles, was die Luft heftig beweget, alles, was sie erschüttert, einen Schall hervorbringet. Es giebt Personen, welche eine Peitsche so geschickt zu führen wissen, daß sie mit derselben allerley Melodien klatschen können. (a) Die Schriftsteller des Naturreiches lehren uns, daß der Schall,

(a) Républ. des Lettres, T. I. p. 357.

Schall, welchen die sogenannten Grillen hervorbringen, von einer zarten Pergamenthaut herrühret, welche von einem kleinen Muskel, an welchem sie befestiget ist, wechselsweise zusammengezogen wird, und die Luft durch ihre ausdehnende Bewegung in eine heftige Erschütterung setzet. (a) Diese, der nächsten Luft mitgetheilte Bewegung, theilet sich nach und nach der ganzen Luftmasse zwischen dem schallenden Körper und dem Ohre, welches den Schall empfindet, mit. Diese Mittheilung wird sehr merklich, wenn man in einiger Entfernung von einer Masse Wasser einen starken Schall erreget. Man siehet alsdann sehr deutlich, daß die Oberfläche des Wassers erzittert, und von den Stößen, die sie von der bewegten Luft erhält, erschüttert wird. Grimaldi (b) berichtet uns, daß man die Erschütterung, welche in einer großen Entfernung einer Masse Luft mitgetheilet worden, dazu gebraucht habe, sich vor dem Ueberfalle des Feindes in Sicherheit zu setzen. Man legte einen Würfel auf das Fell einer Trommel; wenn sich nun der Feind näherte, so pflanzte sich die Erschütterung, worinnen er die ihn umgebende Luft versetzte, immer weiter fort bis an die Trommel, deren Fibern dadurch in eine zitternde Bewegung gesetzt wurden und eine Erschütterung des Würfels verursachten, welche denn ein Merkmaal des im Anzuge begriffenen Feindes war.

Die in dem schallenden Körper erregte Erschütterung wird also der umher befindlichen Luft mitgetheilet, und pflanzet sich auf diese Weise immer weiter fort bis an das Ohr. Der Schall, so fern er in dem Zwischenkörper, der ihn durchlässet, betrachtet wird, bestehet also in einer Erschütterung der Theile dieses Körpers.

(a) Républ. des Lettres, T. 6. p. 1008.
(b) Phys. mathem. de Lumine.

§. 300.

Welches der bequemste Zwischenkörper dazu ist.

Allein, welches ist eigentlich derjenige Zwischenkörper, der zur Fortpflanzung des Schalles bequem ist? Ein jeder Zwischenkörper, welcher geschickt ist, eben dieselben Eindrücke anzunehmen, welche der schallende Körper empfangen hat, muß auch zur Fortpflanzung des Schalles geschickt seyn. Folglich wird jeder Zwischenkörper, dessen Theile steif und elastisch sind, geschickt seyn, den Schall durchzulassen. Man hat diese Eigenschaft ehedem dem Wasser streitig zu machen gesucht; allein die Erfahrungen des s'Gravesande, (a) Hauxbee, (b) Derham (c) und Nollet, (d) beweisen auf eine unläugbare Art, daß dieser flüßige Körper sehr geschickt dazu ist, und man hat nicht nöthig, deshalb seine Zuflucht zu den zwischen den Wassertheilchen befindlichen Lufttheilchen zu nehmen, und sie allein für geschickt zu halten, den Schall durch eine Masse Wasser durchzulassen. Denn wenn man bedenkt, wie klein die in einer Masse Wasser befindliche Quantität Luft ist, die der Abt Nollet nur auf $\frac{1}{30}$ dieser Masse schätzet, und wie diese Luft zwischen den Theilchen des Wassers vertheilet ist; so wird man leicht überzeugt werden, daß das Wasser nicht blos wegen der darinnen befindlichen Luft den Schall durchläßet. Ueberdieß hat der Abt Nollet an dem Schalle eines Weckers, der in eine von Luft befreyete Masse Wasser, und hernach in eine andere Masse gewöhnliches Wassers gesetzt wurde, nicht den geringsten Unterschied bemerket, indem er ihn in beyden Fällen in einerley Entfernung hörete. Man muß also das Wasser als einen Zwischenkörper ansehen, der geschickt ist, den Schall fortzupflanzen. Indessen wird der Schall, der sich aus der Luft in dem Wasser, und aus

(a) Phys. L. 4. Cap. 7.
(b) Exper. phys. mech. P. II. p. 331.
(c) Theolog. phys. L. 4. Cap. 3.
(d) Mém. de l'Acad. 1743.

aus dem Wasser in der Luft fortpflanzet, verändert, und er wird unangenehm, wie man aus den Versuchen siehet, welche deshalb in England angestellet worden. (a)

Wenn man einen Wecker unter ein elastisches Gefäß stellet, so wird dessen Schall noch in einer ziemlichen Entfernung können gehöret werden; so, daß es aus der Erfahrung erhellet, daß jeder flüßiger oder fester Körper, dessen Theile elastisch sind, zur Fortpflanzung des Schalles geschickt ist. Ich räume indessen ein, daß die Stärke des Schalles abnimmt, und daß er, vermittelst keines andern Zwischenkörpers, so gut und so angenehm empfunden wird, als vermittelst der Luft, daher man diese letztere eigentlich für denjenigen Zwischenkörper halten muß, welchen der Urheber der Natur vorzüglich zur Fortpflanzung des Schalles bestimmt hat.

§. 301.

Vorzügliche Eigenschaften der Luft.

Welches sind aber die Eigenschaften, welche die Luft geschickt machen, den Schall fortzupflanzen, und dessen Intensität zu erhalten? Diese Eigenschaften sind ihre Dichtheit und ihre Schnellkraft, welche diese Wirkung gemeinschaftlich hervorbringen, weil die Fortpflanzung des Schalles in der zitternden Bewegung der Theile des Zwischenkörpers bestehet, durch welchen er gehet. Wenn aber gefragt wird, wie vermittelst dieser Eigenschaften die ganze Stärke des Schalles erhalten wird, so sind die Naturkundigen darinnen nicht einig. Zanotti (b) glaubt, daß sich die Intensität des Schalles verhält, wie das Product der Dichtheit der Luft, mit ihrer Schnellkraft multiplicirt. Er gründet diesen Satz auf zwey merkwürdige Versuche. Der erste bestehet darinnen, daß man die Luft in einem Gefäße verdicket, in welchem sich ein schallender Körper befindet, da man denn empfindet, daß der

(a) Philos. Transact. N. 486.
(b) Comm. de l'Instit. de Boulogne, P. I. p. 173.

in dem Gefäße hervorgebrachte Schall stärker wird. Allein da die Dichtheit der Luft nicht vermehret werden kann, daß nicht auch ihre Schnellkraft nach eben dem Maaße vermehret werden sollte, so ist noch zu untersuchen, welcher von diesen beyden Eigenschaften man die Verstärkung des Schalles zuschreiben müsse. Um diese Frage zu beantworten, tauchte Zanotti das Gefäß in warmes Wasser. Die Wärme, welche er dadurch der in dem Gefäße befindlichen Luftmasse mittheilete, vermehrete die Schnellkraft der Luft, ohne ihre Dichtheit zu vermehren, und er fand durch viele wiederholte Versuche, daß zugleich auch die Stärke des Schalles vermehret wurde. Er schloß also aus dieser Erfahrung, daß allein die Schnellkraft, ohne die Dichtheit, die Stärke des Schalles vermehret. Andere Versuche, die er gleichfalls anstellete, bestätigten es immer mehr, daß sich die Intensität des Schalles verhält, wie das Product der Dichtheit der Luft durch ihre Schnellkraft multiplicirt.

Obgleich die Naturkündiger einhellig behaupten, daß, wenn die Dichtheit der Luft vermehret werde, sich auch die Stärke des Schalles vermehre, und daß die Erfahrung lehre, daß durch Verstärkung der Schnellkraft der Luft, ohne ihre Dichtheit, der Schall gleichfalls verstärket werde, so glaube ich doch nicht, daß man daraus schließen könne, daß die Intensität des Schalles dem von Zanotti angegebenen Verhältniß folge. Denn es ist noch zu beweisen, daß die Stärke des Schalles in eben dem Maaße vermehret wird, nach welchem die Dichtheit der Luft, mit Ausschließung ihrer Schnellkraft vermehret wird. Dieses kann durch die Erfahrung nicht bewiesen werden, weil wir noch kein bequemes Mittel kennen, die Dichtheit der Luft mit Ausschließung ihrer Schnellkraft zu vermehren, und es daher immer noch möglich bleibt, daß die Stärke des Schalles nur allein von ihrer Schnellkraft abhänget. Wir wollen daher hier blos zeigen, daß

die

die Stärke des Schalles zu- oder abnimmt, so, wie die Luft, welche ihn durchlässet, mehr oder weniger dicht und elastisch ist.

Man stelle ein Schlagwerk unter den Recipienten der Luftpumpe, und pumpe die Luft so rein aus, als möglich ist. Man lasse hierauf den Anhalter los, so wird man den Schall in der unter dem Recipienten außerordentlich verdünnten Luft kaum hören. Lässet man neue Luft unter den Recipienten, so wird sich auch die Dichtheit und Schnellkraft der Luft vermehren, und man wird bemerken, daß mit derselben auch die Stärke des Schalles zunimmt. Das Journal des Sçavans berichtet, daß ein Taucher, der sich unter einer Glocke sehr tief in das Wasser gelassen hatte, in ein Jagdhorn stoßen wollte, um denen, die sich über dem Wasser befanden, dadurch ein Zeichen zu geben; allein der Schall war so heftig, daß der Taucher darüber erschrack und das Horn in das Wasser fallen ließ. (a)

§. 302.

Verstärkung des Schalles durch Sprachröhre oder Sprachzimmer.

Aus den im vorigen angeführten Erfahrungen erhellet, daß die Stärke des Schalles zugleich mit der Dichtheit und Elasticität der Luft vermehret wird. Allein hat man keine andern Mittel dessen Stärke zu vermehren? Alles, was den Schall hindert, sich im Kreise auszudehnen, alles, was die schallenden Strahlen versammelt und zurück wirft, bringt diese Wirkung hervor. Man kann sich davon überzeugen, wenn man durch ein Sprachrohr spricht oder singet.

Wenn man durch dergleichen Instrumente spricht, so werden die der darinnen befindlichen Luftmasse mitgetheilten Schwingungen nicht völlig der äußern Luft, sondern zuförderst den Wänden des Instrumentes mitgetheilet.

(a) Journal des Sçavans, 1678. p. 147.

theilet. Da diese Wände sehr elastisch sind, so schallen sie wieder und werden erschüttert. Die Erschütterung dauert eine Zeitlang fort, wodurch viele schallende Strahlen zurückgeworfen werden, welche sich vereinigen, ehe sie aus dem Instrumente fahren. Dieß bringet nun eben die Wirkung hervor, als wenn der Schall von mehrern Personen wiederholet würde, welche einerley Schall fast zu einer und eben derselben Zeit hervorbringen.

Hieraus folget, daß diese Instrumente destomehr Wirkung thun, je elastischer sie sind. Man macht sie gemeiniglich aus verzinnten Bleche; allein sie würden noch besser seyn, wenn man sie aus dünnen stark geschlagenem Kupferbleche verfertigte.

Der Gebrauch dieser Instrumente ist sehr alt. Der P. Kircher (a) beschreibet uns dasjenige, dessen sich Alexander bedienete, seiner ganzen Armee die nöthigen Befehle zu ertheilen. Allein es gieng mit diesen Instrumenten, wie mit allen andern Erfindungen. Sie waren bey ihrem Ursprunge sehr unvollkommen, und erst Ao. 1671. verbesserte sie der Ritter Morland. (b) Nach ihm bemüheten sich verschiedene Gelehrte, ihnen alle Grade der Vollkommenheit mitzutheilen, deren sie nur fähig waren. Cassegrain (c) und Marrin (d) wollten, daß die krumme Linie, welche dieses Instrument in seiner Länge macht, hyperbolisch wäre, und daß dessen Axe als die Asymptote einer Hyperbel angesehen würde; allein der Erfolg erfüllete ihre Erwartung nicht.

Die beste Gestalt, die man ihnen geben kann, ist, daß man sie sehr lang mache, wodurch die Menge der zurückgeworfenen schallenden Strahlen vermehret wird, ohne daß dadurch die Deutlichkeit des Schalles geschwächet würde.

Die

(a) *Kircheri* Ars magna lucis & umbrae L. 7. Cap. 7.
(b) Journal des Sçavans, 1672.
(c) Journal des Sçav. 1672.
(d) Philos. Britann. P. II. p. 115.

Die elliptische Gestalt, die man gewissen Gewölbern giebet, versammelt die schallenden Strahlen gleichfalls, und bringet sie von dem einen Ende des Gewölbes zu dem andern, um die zitternde Bewegung zu dem Ohre desjenigen zu leiten, der sich in einer der Ecken des Saales befindet, so, daß er alles hören kann, was ein anderer, der in der gegenüber befindlichen Ecke stehet, mit leiser Stimme sagt. Kircher (a) versichert uns, daß, wenn man die zwey einander gegenüber stehenden Mauern eines Saales so aushöhlet, daß beyde Höhlungen eine parabolische Gestalt haben, zwey Personen, welche das Ohr in die Höhlungen halten, sich verstehen würden, wenn sie auch sehr leise redeten, und daß sie überdieß auch noch alles hören könnten, was in dem Saale gesprochen würde.

Ich habe bloße cylindrische Röhren gesehen, die unter der Decke eines Saales angebracht waren, und hierauf hinter das Täfelwerk zweyer einander gegenüber befindlicher Wände herabgiengen, worauf sie sich in der Höhe des Ohres endigten. Vermittelst derselben konnte man von einem Ende des Saales bis zu dem andern verstanden werden, wenn man gleich noch so leise sprach, nur mußte man deutlich reden, und zwischen jede Sylbe ein wenig inne halten. Diese Pause ist nothwendig, wenn man die Articulation deutlich verstehen soll; sonst würde eine Sylbe der andern folgen, indem die von der vorhergehenden Sylbe in der Röhre verursachte zitternde Bewegung noch vorhanden ist, welches denn eine Verwirrung verursachen würde, bey welcher man die am andern Ende ausgesprochenen Worte nicht deutlich vernehmen würde. Indessen könnte man diesem Fehler abhelfen, wenn man die Röhre inwendig mit einem weichen Körper fütterte, der die Schwingungen stumpfer macht; allein der Schall würde alsdann nicht so sehr

(a) Mag. univ. P. II. p. 143. 145.

verstärket werden. Man bedienet sich dieses Mittels gemeiniglich bey den Hörmaschinen, welche eine sehr sinnreiche und nützliche Erfindung sind, indem man durch dieselben einem Tauben hörbar wird, ohne daß man eben sehr laut reden dürfte, nur muß man deutlich sprechen. Die elliptische Figur, die man diesen Werkzeugen giebt, versammelt die schallenden Strahlen so sehr, daß eine gewöhnliche Stimme dadurch hörbar wird.

§. 303.

Geschwindigkeit des Schalles.

Die bisher gedachten Werkzeuge hindern, daß sich der Schall nicht auf allen Seiten zerstreuet, wie in der freyen Luft geschiehet. Denn ein schallender, in eine zitternde Bewegung gesetzter Körper theilet eben dieselbe zitternde Bewegung nicht allein der vor ihm befindlichen Luftsäule, sondern auch allen Luftsäulen, mit, welche ihn auf allen Seiten umgeben, so, daß man diesen Körper wie den Mittelpunkt der Wirksamkeit einer schallenden Luftsphäre ansehen kann, dessen Strahlen sich auf allen Seiten verbreiten.

Es ist nur noch die Frage, mit welcher Geschwindigkeit diese schallenden Strahlen fortgepflanzet werden. Die Naturkundigen sind in Ansehung der Geschwindigkeit des Schalles nicht einig. Gassendi, der vermuthlich der erste ist, der diese Frage untersucht hat, läßt ihn in einer Secunde 1473 Fuß durchwandern. Die Akademie zu Florenz (a) schränkt diese Geschwindigkeit auf 1185 Fuß ein. Sie machte diese Entdeckung vermittelst einer Kanone, welche in einer bekannten Entfernung aufgepflanzet wurde, wobey man die Zeit bemerkte, welche von dem Augenblicke an, da man die Flamme sahe, bis zu dem verfloß, wo man den Knall hörete. Die Akademie der Wissenschaften zu Paris läßt den Schall in einer Secunde nur 1172 Fuß durchlaufen. (b) Flam-

(a) Tentam. Florent. p. 113.
(b) *Duhamel* Hist. Acad. Reg. T. 2.

Flamstead und Halley behaupten, daß er nur 1142 Fuß, welche 1070 Pariser Fuß machen, zurück lege. Caßini (a) zählete anfänglich nur 1038; allein, als er seine Versuche wiederholete, so fand er 1041. De la Condamine, der eben diese Versuche bey Cayenne wiederholete, fand, daß der Schall 1098 Fuß durchlief; welches mir denn glaublich machen würde, daß der Schall sich nicht zu allen Zeiten mit einerley Geschwindigkeit bewegt. Blonconi (b) ist sehr dieser Meynung, und behauptet, daß die Geschwindigkeit des Schalles im Winter weit geringer ist, als im Sommer. Er versichert, wie ihn die Erfahrung gelehret habe, daß dieser Unterschied auf 13 Italiänische Meilen 4 Secunden betrage. De Mairan behauptet, daß die hohen Töne nicht so geschwinde fortgepflanzet werden, als die tiefen. (c) Indessen versichert der berühmte Derham, der diese Versuche mit aller nur möglichen Sorgfalt in England angestellet hat, daß die Geschwindigkeit des Schalles in allen Jahreszeiten und bey allen Witterungen einerley ist, außer, wenn der Wind dem Schalle entgegen gehet. Doch könne es sich oft zutragen, daß der Schall mehr oder weniger deutlich sey. Caßini versichert eben dieses in Frankreich; nur bemerkt er, daß ein starker Schall weiter fortgepflanzet werde, als ein schwacher, daß aber beyde sich mit einerley Geschwindigkeit bewegten. (d)

Die Mitglieder der Akademie zu Florenz waren die ersten, welche bemerkten, daß sich der Schall beständig mit der Geschwindigkeit bewege, die er am Anfange habe, und daß folglich die zitternde Bewegung der Luft sich beständig gleich bleibe. Derham bestätigte diesen Satz durch neue Erfahrungen. (e) Caßini fand ein glei-

(a) Hist. de l'Acad. des Scienc. 1738.
(b) Comment. Bonon. V. 2. p. 365.
(c) Hist. de l'Acad. des Scienc. 1737.
(d) Philos. Transact. N. 313.
(e) Hist. de l'Acad. des Scienc. 1738. 1739.

gleiches, wenn der Schall horizontal fortgepflanzet wird. (a) Derham glaubte zu bemerken, daß sich der Schall schneller Bergauf, als Bergab bewege. Caßini läugnet diesen Umstand, und seine Meynung ist nach der Zeit durch mehrere Beobachtungen bestätiget worden.

Aus allen diesen Erfahrungen erhellet, daß man die Geschwindigkeit des Schalles in einer gegebenen Zeit nicht völlig genau bestimmen, noch entscheiden könne, ob diese Geschwindigkeit vermehret oder vermindert wird. Wenn man indessen unter den verschiedenen jetzt gedachten Beobachtungen die Mittelstraße wählet, so kann man annehmen, daß sich der Schall in jeder Secunde 1070 Toisen beweget.

§. 304.

Hinderniße der Fortpflanzung des Schalles. Das Echo.

Wir haben nunmehr noch zu untersuchen, durch was für Umstände die Fortpflanzung des Schalles gehindert wird, und was für verschiedene Wirkungen diese Hinderniße hervorbringen. Es verhält sich mit dem Schalle, in Rücksicht des Zwischenkörpers, durch welchen er gehet, wie mit einem jeden in Bewegung begriffenen elastischen Körper. Wenn dieser auf seinem Wege ein unüberwindliches Hinderniß antrifft, so prallet er zurück. Eben so kehret der schallende Strahl, wenn er auf ein Hinderniß stößet, welches sich der Fortsetzung seiner Bewegung in gerader Linie widersetzet, wieder um, und daraus entstehet dasjenige, was man ein Echo nennet. Ein Echo ist also nichts anders, als ein von einem Hindernisse reflectirter Schall, welches den Schall, der sich in gerader Linie auf dasselbe beweget, wieder zurück schicket. Folglich kann alles, was im Stande ist, sich der Fortpflanzung des Schalles zu widersetzen und denselben zurück zu werfen, ein Echo machen. Es können also ein

(a) *Dom Georg. Juan.* Observ. astron. L. 4. Cap. 1. p. 119.

ein Thurm, ein hohes Gebäude, Berge, Wälder, ja oft eine dicke und sehr niedrige Wolke diese Wirkung hervorbringen. Allein, dazu ist nöthig, daß der Beobachter in einiger Entfernung von diesen Gegenständen stehe, damit er den Schall, welchen sie zurück schicken, bequem unterscheiden könne. Sonst wird sich der ursprüngliche Schall mit dem zurückgeworfenen Schalle vermischen, und das Echo wird nichts als verworrene Töne hervorbringen, worinnen das Ohr nichts unterscheiden kann. Gesetzt, z. B. der Beobachter befinde sich sehr nahe bey dem schallenden Körper, und 535 Fuß von dem Hindernisse. In diesem Falle muß der erste Schall 535 Fuß durchlaufen, ehe er zu dem Hindernisse kömmt, und muß fast eben den Weg zurücklegen, wenn er wieder zu dem Ohre des Beobachters gelangen soll. Da nun der Schall eine Secunde braucht, einen solchen Raum zu durchlaufen, (§. 303.) so wird auch der zurückgeworfene Schall, oder das Echo erst nach einer Secunde gehöret werden können, und der Beobachter wird alle Töne, die der schallende Körper in dieser Zeit hervorbringt, sehr deutlich unterscheiden können. Gesetzt, daß der schallende Körper eine Person ist, welche redet, so wird der Beobachter einerley Worte, welche in dieser Zeit ausgesprochen worden, zweymal und sehr deutlich hören. Ist das Hinderniß dem schallenden Körper, oder dem, welcher redet, näher, so wird der Beobachter nur die letzte ausgesprochene Sylbe vernehmen. Man nennet dergleichen Echos einsylbige; vielsylbige aber diejenigen, wo der Beobachter mehrere Sylben deutlich vernehmen kann. Er wird ihrer aber destomehr verstehen, jemehr Zeit der zurückgeworfene Schall braucht, um zu seinem Ohre zu gelangen, oder welches einerley ist, je weiter das Hinderniß von dem schallenden Körper entfernet ist.

§. 305.

§. 305.

Fortsetzung. Allein könnte man nicht die Entfernung des Hindernisses angeben, welche gerade nothwendig ist, wenn der Beobachter die letzte Sylbe zweymal vernehmen, oder wenn ein einsylbiges Echo hervorgebracht werden soll? Viele große Männer haben diese Entfernung berechnet, indem sie den Raum, welchen der Schall in einer Secunde durchläuft, mit der Zahl der verschiedenen Töne verglichen haben, welche das Ohr des Menschen in eben derselben Zeit fassen kann. **Muschenbroek** (a) bemerket, daß ein Ohr, welches an die Musik gewöhnt ist, neun oder zehn verschiedene Töne zu unterscheiden im Stande ist, welche ein Tonkünstler in einer Secunde auf der Violine hervorbringen kann, wenn er prestißimo spielet. Hieraus schließet er nun, daß eben dieses Ohr ein einsylbiges Echo hören müsse, wenn das Hinderniß, welches dasselbe hervorbringet, $53\frac{1}{2}$ Fuß von dem schallenden Körper entfernet ist. Er macht dabey die scharfsinnige Anmerkung, daß für einen andern, dessen Ohr nicht gewöhnt ist, in einer Secunde eine so große Menge Töne zu fassen, eine etwas größere Entfernung nöthig ist. Der P. **Mersenna** setzet sie auf 69 Fuß; **Morton** fordert 90, und folglich 180 für ein Echo von zwey Sylben, 270 für ein Echo von drey Sylben u. s. f.

Man kann hieraus urtheilen, wie weit die Hindernisse entfernt gewesen seyn müssen, welche die berühmten Echos hervorgebracht haben, welche eine so große Menge Sylben deutlich wiederholeten. Dahin gehöret das Echo bey **Ormesson**, (b) welches 14 Sylben bey Tage und 17 bey Nacht wiederholete; das Echo in dem Parc **Woodstok** in England, welches 17 Sylben bey Tage und 20 in der Nacht wiederhallen ließ. (c)

§. 306.

(a) Phys. P. II. p. 2250.
(b) *Mersenna* Harm. univers. V. 3. p. 214.
(c) Journ. des Sçav. Août, 1677.

§. 306.

Aus diesen Beobachtungen folget, daß, Fortsetzung.
wenn der Schall ein Hinderniß antrifft, welches sich seiner Fortpflanzung in gerader Linie widersetzet, er zurück prallt, wenn das Hinderniß ihm widerstehet, und geschickt ist, ihm die gerade Bewegung, um welche es ihn gebracht hat, in entgegengesetzter Richtung mitzutheilen, daß er sich aber verlieret, wenn der Gegenstand, welchen er antrifft, weich, nicht elastisch und nicht geschickt ist, ihn zurück zu werfen. Man bemerket solches alle Tage, wenn man in einem tapezierten Saale, besonders, wenn die Tapeten von Wolle und dick sind, singet oder spielet, weil alsdann die Stimme oder der Ton der Instrumente einen Theil seiner Stärke oder Intensität verlieret. Man pflegt daher auch die Säle, welche zu Concert-Sälen bestimmt sind, täfeln zu lassen. Die Stimme eines Redners wird an einem Orte, wo sich sehr viele Zuhörer befinden, nur sehr schwer verstanden. Jeder weiche, wenig elastischer und unebener Körper giebt also die schallenden Strahlen, welche ihn berühren, nur unvollkommen zurück. Man kann die Wahrheit dieses Satzes leicht durch folgenden Versuch bestätigen, den der berühmte Muschenbroek (a) anführet. Man lasse einen Wecker in freyer Luft schlagen, so wird sein Klang sehr hell und deutlich seyn. Bedeckt man ihn aber mit einem kleinen Recipienten, so wird der Klang sehr geschwächt werden, weil die Theile des Recipienten, da sie mit den Lufttheilchen nicht völlig harmonisch sind, durch ihre Schwingungen in der äußern ihn umgebenden Luft keine so starken und heftigen Erschütterungen hervorbringen können. Deckt man über den ersten Recipienten, noch einen andern, so wird der Schall noch schwächer werden. Deckt man einen dritten darüber, so wird der Schall des Weckers kaum mehr

zu

(a) Phys. P. II. p. 2255.

zu hören seyn. Man fange den Versuch wieder von vornen an, und bedecke jeden Recipienten mit einem Stücke wollenen, lockern und etwas dicken Zeuges, und stelle alles, wenn alle drey Recipienten über einander gesetzet worden, auf ein weiches und dickes Kissen, so wird man von dem Schalle des Weckers nicht das geringste mehr hören.

§. 307.

Empfindung des Schalles.

Nachdem wir bisher den Schall in Rücksicht auf den Zwischenkörper, der ihn durchlässet, betrachtet haben, so würde es natürlich seyn, ihm bis in das Werkzeug zu folgen, welches der Seele die Empfindung desselben verschaffet. Allein diese letzte Art den Schall zu betrachten, erfordert eine vollständige Beschreibung des Werkzeuges des Gehöres, welche ich in meinen Vorlesungen über die thierische Oekonomie liefern werde, theils, um jede Sache an ihrem gehörigen Orte anzubringen, theils auch, um hier nicht zu weitläuftig zu werden.

Ich bemerke hier also nur, daß die, der um den schallenden Körper befindlichen Luft mitgetheilte zitternde Bewegung, sich nach und nach allen zwischen diesem Körper und dem Ohre befindlichen Luftlagen mittheilet; daß eben dieselbe Erschütterung auch der kleinen in der Höhle des Ohres befindlichen Luftmasse mitgetheilet wird, und daß sie alsdann ihre Schwingungen gegen ein am Ende dieser Höhle befindliches Häutchen verrichtet; daß dieses erschütterte Häutchen die innere jenseit dieses Häutchens in einer andern Höhle befindliche Luft auf eben dieselbe Art erschüttert und in Bewegung setzet, und daß die Erschütterungen der letztern Luftmasse den kleinen Fibern mitgetheilet werden, welche fast wie die Saiten eines Claviers geordnet sind, von welchen aber jede einen besondern Ton giebt. Durch dieses Mittel und vermittelst der Vereinigung der Seele mit dem Leibe ist die erstere

stere im Stande, den Schall, der von außen hervorgebracht wird, zu empfinden.

Die zitternde Bewegung der vorhingedachten kleinen Fibern, welche durch die Erschütterung der innern Luft verursacht wird, gleicht vollkommen der Erschütterung der Saiten eines Clavieres, welche durch die bewegte Luft hervorgebracht wird, wenn man auf einem andern Instrumente in einiger Entfernung von dem Claviere verschiedene Töne spielet. Es ist bekannt, daß, wenn man eine Saite eines Instruments stark berühret, die andern benachbarten Saiten eben desselben, oder eines andern Instrumentes, welche mit der vorigen gleichklingend sind, gleichfalls klingen, weil sie durch die Schwingungen der zwischen diesen Saiten befindlichen Luftmasse gleichfalls erschüttert werden. Indessen ist der Ton der berührten Saite allemal stärker und kräftiger. Will man die Schwingungen der andern Saiten noch deutlicher bemerken, so darf man nur ein Blatt Pappier darauf legen, so wird man die Erschütterung an demselben sehr leicht wahrnehmen können.

Achter Abschnitt.

Von dem Feuer.

§. 308.

Licht u. Wärme; Eigenschaften des Feuers.

Wir haben bisher von den flüßigen Körpern überhaupt und von ihren Eigenschaften gehandelt. Wir sind hierauf zur Betrachtung der Luft fortgeschritten, deren verschiedene Eigenschaften wir untersucht haben. Wir haben nunmehr noch drey flüßige Körper zu betrachten übrig, deren Kenntniß einem jeden, der sich der Natur-

lehre widmet, unumgänglich nothwendig ist, nämlich das Feuer, das Wasser und die magnetischen Ausflüße.

Der erste dieser drey flüßigen Körper ist in der ganzen Natur vertheilet; er ist allen vermischten Körpern mit beygemischet, und befindet sich in denselben unter dem Namen des **Phlogistons**, oder des **brennbaren Wesens**; er entwickelt sich sehr leicht in allen brennbaren Substanzen, und läßt sich zu allen unsern Bedürfnissen herab; er ist endlich in denjenigen ungeheuren Räumen ausgebreitet, welche unsere Erdkugel von jenen leuchtenden Weltkörpern, welche die Oberfläche der Erde erleuchten und erwärmen, absondern. Diese, zur Unterhaltung alles irdischen Lebens, so nöthige Wärme, dieses, dem Menschen so günstige Licht, scheinen nur zwey verschiedene Abänderungen einer und eben derselben Substanz zu seyn; das Licht scheinet nichts anders zu seyn, als die Bewegung des Feuers in gerader Linie, und die Wärme scheinet die Bewegung eben dieses Körpers nach allen Seiten zu seyn. Beyde Arten sind völlig von einander unterschieden, und wenn sie gleich zuweilen mit einander verbunden sind, so sind sie deswegen doch nicht einerley. Ein lebhaftes und helles Licht kann ohne alle Wärme seyn. Der berühmte **Robert Hooke** war der erste, der diese Wahrheit bewieß, indem er, vermittelst eines convexen Glases, einen Büschel Mondstrahlen sammelte, in deren Brennpunkt er die Kugel eines sehr empfindlichen Thermometers setzte, ohne daß man die geringste Bewegung in dem Liquore des Instrumentes bemerkte. Dieser Versuch ist zu **Paris** (a) mit einem **Tschirnhausischen** Brennglase eben so glücklich wiederholet worden. Die Johanniswürmchen geben ein sehr lebhaftes Licht von sich, welches nicht den geringsten Grad der Wärme enthält. **Reaumur** hat mehr als einmal erfahren, daß das Wasser nicht die geringste Gewalt über dieses

(a) Mém. de l'Acad. 1699.

dieses Licht hat, und dasselbe nicht schwächet. Ganz anders verhält es sich, wenn man Wasser auf einen brennenden Körper gießet, welches eine sehr große Wärme hervorbringt.

§. 309.

Natur des Feuers.

Welches ist also die Natur dieses Elementes, welches sich unter so vielen verschiedenen Gestalten zeiget, und dessen Kenntniß die Neugierde des Naturkundigen nothwendig reizen muß? Diejenigen, welche aufrichtig sind, gestehen frey heraus, daß solche ein Geheimniß ist, welches die sorgfältigsten Untersuchungen noch nicht haben entwickeln können. (a) Die Aegyptier, welche sich dem seltsamsten Aberglauben überließen, hielten es für ein lebendiges Thier, und theilten es in zwey Arten: Sie hielten die Flamme, welche brennet, für das Männchen, und das Licht, welches leuchtet, für das Weibchen dieses Thieres (b) Parmenides war der erste unter den Alten, der es für ein Element hielt; (c) aber dessen Natur hat bisher noch niemand entdecken können.

Keine von den Eigenschaften, unter welchen es sich unsern Untersuchungen darstellet, ist im Stande, uns zur Kenntniß seiner Natur zu führen. Die Wärme, die es in uns erreget, kann nur die Idee derselben erneuern, und uns eine mehr oder weniger lebhafte Empfindung verschaffen, die oft schmerzhaft, allemal aber dem Zustande unserer Organe angemessen ist. Denn in Ethiopien giebt es, dem Berichte des Servius zu Folge, viele Weiber, welche glühende Kohlen in die Hände nehmen, ohne davon beschädiget zu werden. (d) Das Licht, welches

(a) *Duhamel* Phys. gener. P. I. C. 2. p. 74. *Jo. Schorfius* Phys. recogn. V. 1. C. 6. p. 494. *Majol.* Dies canicul. p. 374.
(b) *Stobæus* Serm. 123. p. 604.
(c) *Laertius* V. 9 p. 641.
(d) *Servius* in Diss. de Unguento armario.

ches dasselbe zuweilen verräth, ist ein sehr zweydeutiges Zeichen, weil es eine bloße Modification dieses Wesens ist. Boerhaave bemerket daher sehr scharfsinnig, daß eine Stange Eisen, welche im Begriff ist, glühend zu werden, und eine große Menge Feuertheilchen in sich hat, nicht das geringste Licht giebet. Die Farbe des Feuers selbst ist nur eine Modification seines Lichtes, und ist folglich auch nicht geschickt, unsere Unwissenheit in diesem Stücke zu heben. Die Ausdehnungen, welche es in den Substanzen, mit welchen man es verbindet, hervorbringet, die Schmelzungen, welche es bewerkstelliget, die Verbrennung und andere ähnliche Wirkungen, die man in allen Körpern bemerket, in welchen man die Feuermaterie anhäufet, beweisen höchstens nur die Leichtigkeit, mit welcher es sie durchdringt, und die Heftigkeit, mit welcher es auf sie wirket.

§. 310.

Eigenschaften des Feuers.

Man muß daher die Natur des Feuers noch für ein Geheimniß halten, welches sich bisher den Untersuchungen der Naturkundigen entzogen hat. Wir werden uns daher begnügen, nur die Eigenschaften anzuzeigen, die uns von demselben bekannt sind.

Dieser flüßige Körper hat alle Eigenschaften, die wir in dem vorigen der Materie überhaupt zugeschrieben haben. Er ist ausgedehnt, theilbar, porös, undurchdringlich, schwer, beweglich u. s. f.

§. 311.

Dessen Ausdehnung, Theilbarkeit und Porosität.

Seine Ausdehnung ersiehet man aus dem Raume, den er in den meisten Körpern einnimmt, mit welchen er sich verbindet. Ob man gleich diesen Raum nicht genau bestimmen kann, so werden wir ihn doch sehr deutlich kennen lernen, wenn wir von der Ausdehnung der flüßigen Körper handeln werden. Seine Theilbarkeit offenbaret sich durch

durch sein Bestreben, sich in allen Körpern zu vertheilen, welche einander berühren. Wir werden bey der Erkaltung der Körper sehen, daß sich die Feuermaterie in diesen Umständen wirklich theilet. Da die Theilbarkeit die Porosität voraussetzet, so kann man nicht zweifeln, daß nicht auch dieser Umstand eine Eigenschaft des Feuers seyn sollte. Nichts desto weniger ist doch auch wahr, daß dessen Theile nur sehr wenig porös sind, weil sie alle Körper so leicht durchdringen und theilen, und daher außerordentlich klein und fest seyn müssen. (a) Allein in Ansehung der beyden folgenden Eigenschaften, nämlich der Undurchdringlichkeit und Schwere, sind die Naturkundigen nicht einerley Meynung. Wenn man indessen die Gründe, die man für die Undurchdringlichkeit der Feuermaterie anführt, und die, womit man das Daseyn dieser Eigenschaft bestreitet, unpartheyisch untersucht, so muß man gestehen, daß die letztern blos auf unserer Unwissenheit beruhen, die erstern aber nicht überzeugend sind.

§. 312.

Dessen Undurchdringlichkeit.

Diejenigen, welche der Feuermaterie die Undurchdringlichkeit streitig machen, die wir ihr beylegen, fragen, wie man den vierten Theil des Himmels durch ein in eine Karte oder in ein Stück Pappier mit einer Nadel gestochenes Loch übersehen könne, ohne anzunehmen, daß alle Strahlen, welche von dem ganzen sichtbaren Umkreise des Himmels ausgehen, in die kleine jetztgedachte Oefnung dringen, durch welche sie nothwendig gehen müssen, um in das Auge des Beobachters zu fallen. Sie fragen ferner, ob alle Lichttheilchen, welche von einer brennenden Kerze ausfahren und eine Oberfläche von einer Viertelstunde auf allen Seiten erleuchten, in dem Lichte dieser Kerze enthalten seyn können, ohne daselbst durchdrungen zu werden.

(a) *Muschenbroek* Phys. §. 1586.

den. Ich gestehe, daß wir die Feuermaterie noch nicht genug kennen, um die beyden jetztgedachten Erscheinungen gehörig zu erklären, und daß man bey dem ersten Anblicke versucht werden könnte, die Theile dieses Körpers für durchdringlich zu halten. Allein diese Antwort ist weiter nichts als ein stillschweigendes Bekenntniß unserer Unwissenheit. Denn wenn wir über die uns wirklich bekannten Eigenschaften dieses flüßigen Körpers nachdenken, so können wir nicht in Abrede seyn, daß es ein wahrer Körper ist, und oben haben wir bereits bewiesen, daß ein jeder Körper von Natur undurchdringlich seyn müsse. Wir sind um so viel mehr berechtiget, dem Feuer diese Eigenschaft zuzuschreiben, da wir nicht läugnen können, daß es eines großen Widerstandes fähig ist, welches ein unläugbarer Beweis seiner Undurchdringlichkeit ist. Jedermann kennet die Wirkung, welche es hervorbringet, wenn man es vermittelst eines Brennspiegels in einen engen Raum bringet. Es ist bekannt, daß die Sonnenstrahlen, welche ein wahres Feuer sind, dem Rauche eine andere Richtung geben. Man weiß, daß sie eine halb abgespannte Uhrfeder in eine zitternde Bewegung setzen. Wir werden im Folgenden sehen, daß diese Strahlen zurückprallen, wenn sie auf Hindernisse treffen, welche sich ihrer geradlinigten Bewegung widersetzen. Diese ihre Brechung ist ein unläugbarer Beweis ihrer Schnellkraft. Nun setzet aber jede Schnellkraft harte straffe Theile voraus, welche des Widerstandes fähig, folglich auch undurchdringlich sind.

§. 313.

Dessen Schwere. Eben so wenig Grund hat man, dem Feuer eine gewisse Schwere streitig zu machen. Wenn man nur ein wenig in chymischen Arbeiten erfahren ist, so weiß man, daß 100 Pfund verkaltes Bley 110 Pfund Mennige geben. Hellot (a) verkalkte

(a) Hist. de l'Acad. des Sciences, 1735.

kalkte 4 Pfund Zinn, und bekam dadurch 3 Pfund 14 Unzen schönen Kalk, 2 Unzen 2 Quent. gemeinen Kalk und 1 Unze Erde. Die Schwere hatte also um 1 Unze 2 Quent. zugenommen.

Geoffroy erfuhr eben diese Wirkung bey Verkalkung des Zinnes, (a) und Markgraf bey Calcinirung der Platina. (b) Hierne versichert eben denselben Erfolg. (c) Boyle hat verschiedene Versuche dieser Art angestellet, woraus er schloß, daß sich die Flamme, so, wie ein jedes anderes Auflösungsmittel mit den Körpern verbinden könne, auf welche sie wirket. (d) Alle Körper nehmen am Gewichte zu, wenn man sie der Wirkung des Feuers überlässet, so, daß sie von demselben bis zum Glühen durchdrungen werden. Denn ungeachtet sie alsdann ausgedehnet werden und einen größern Raum einnehmen, so wiegen sie doch in freyer Luft noch eben so schwer, als vorher, ungeachtet sie jetzt mehr von der Luft getragen werden, als vorher, da sie kalt waren, und folglich einen kleinern Raum einnahmen. Muschenbroek, Tachenius, Hofmann, Casal, Hierne und andere große Männer glauben, daß verschiedene von den Theilchen, welche dem Feuer zur Nahrung dienen, durch die Gefäße, in welchen man dergleichen Versuche anstellt, dringen, und sich mit den Körpern vereinigen, welche man verkalket; wodurch die Vermehrung ihres Gewichts verursacht werden kann. Muschenbroek (e) beweiset solches aus dem brandigen Geruche, welchen die abgezogenen Oele bey dieser Operation erhalten. Allein dieser Einwurf, welcher sehr gegründet zu seyn scheinet, wirft die gegenseitige Meynung nicht über den Haufen. Denn wenn man mit Rechte sagen könnte, daß das Ge-

(a) Hist. de l'Acad. des Sciences. 1737.
(b) Acta chem. P. II. Tent. 5. p. 113.
(c) Hist. de l'Acad. de Berl. 1757.
(d) De ponderabilitate Flammæ.
(e) Phys. T. II.

wicht der Substanzen, die der Wirkung des Feuers ausgesetzt werden, durch eine andere Ursache vermehrt werden könnte, so wäre doch dieß noch kein hinlänglicher Grund zu glauben, daß das Feuer nichts darzu beyträgt; zumal, da man andere Beweise hat, welche ohne Widerspruch darthun, daß der Zusatz der Feuermaterie ohne Hülfe irgend einer andern fremden Substanz das Gewicht der Körper vermehret.

Niemand läugnet die Reinigkeit des Sonnenfeuers, und es hat auch bisher niemand behauptet, daß es mit irgend einer andern fremdartigen Substanz verbunden sey. Gleichwohl fand Herr **Duclos**, nachdem er, vermittelst der Sonnenstrahlen, die er mit einem Hohlspiegel auffieng, ein Pfund Spießglaskönig verkalket hatte, das Gewicht des Königs nach der Operation um $\frac{1}{10}$ vermehret. (a)

Homberg hat eben dieses erfahren; **Duhamel** führet ähnliche Processe an. (b) Ich gestehe es, das Gewicht eines Sonnenstrahles kann durch seinen Zusatz eine nur sehr wenig merkliche Wirkung hervorbringen; allein viele von eben diesen Strahlen müssen zusammengenommen eine sehr große Wirkung thun. **Muschenbroek** (c) nimmt daher an, daß, wenn ein Sonnenstrahl $\frac{1}{1000\,000}$ von einem Grane wiegt, 10000000 dergleichen Strahlen, wenn sie mit einem verkalkten Körper vereinigt werden, in dem Gewichte dieses Körpers eine Vermehrung von einem Grane hervorbringen werden; und er merkt sehr wohl an, daß, wenn das Feuer keine Schwere hätte, die Luft, die schwerer ist, selbiges über die Gränzen des Dunstkreises zurücktreiben würde. Man würde also eine größere Hitze verspüren, so wie man zu einer größern Höhe steigt, welches den Beobachtungen

(a) Hist. de l'Acad. des Sciences, 1707.
(b) Hist. Acad. Reg. T. I. §. 2. C. 1.
(c) Phys. P. II. §. 1585.

gen derjenigen, die den Gipfel der höchsten Berge bestiegen haben, offenbar widerspricht. Alles bewegt uns daher, zu glauben, daß das Feuer, so, wie jeder anderer Körper, der Schwere nicht beraubt ist.

§. 314.

Dessen Beweglichkeit.

Dieser flüßige Körper ist außerordentlich beweglich. Wir finden davon Beweise in seiner Mittheilung, in seiner Ausdehnung, in seiner Leichtigkeit, alle Arten von Wesen zu durchdringen, und in seiner Fortpflanzung, welches Eigenschaften sind, die eine aufmerksame Untersuchung verdienen. Ich werde also 1.) von der Mittheilung der Feuermaterie; 2.) von ihrer Ausdehnung; 3.) von ihrer Wirkung auf die Körper, die sie durchdringet; und 4.) von ihrer Fortpflanzung handeln, und dasjenige, was ich von dieser Materie sagen will, mit der Untersuchung derjenigen Mittel, die bequem sind, die Feuermaterie zu erwecken, und derjenigen, die zu ihrer Unterhaltung schlechterdings nothwendig sind, beschließen.

§. 315.

Mittheilung der Feuermaterie.

Es ist bekannt, daß die Feuermaterie sich aus einer Substanz der andern mittheilet. Eine eiserne Stange, welche stark erhitzt ist, und auf eine andere kalte eiserne Stange gelegt wird, verliert etwas von ihrer Wärme, und theilet sie der andern mit, so, daß die andere unvermerkt eine Hitze erlangt, die derjenigen, welche die erste verliert, gleich wird, daß sie endlich beyde einen und eben denselben Grad der Hitze erlangen, und beyde durch die Berührung einer kalten Luft, die sie umgiebt, auf gleiche Weise wieder erkalten. Was man in Ansehung der festen Körper beobachtet, zeigt sich auch in Ansehung der flüßigen. Ein heißer flüßiger Körper macht, wenn er auf einen andern flüßigen, der kälter ist, gegossen wird, eine Vermischung, deren Temperatur das Mittel der Wärme zwi-

schen den beyden flüßigen Körpern ist. Die Erfahrung kann uns zwar den Grad der Wärme, der aus diesen Arten von Vermischungen entsteht, nicht genau bestimmen, weil die Luft, in welcher man sie machen muß, da sie selbst viel kälter ist, als jeder flüßiger Körper ins besondere, oder als einer von beyden, jedem, oder demjenigen, welcher wärmer ist, einige Grade von Hitze raubt, welches entweder geschieht, indem man sie auf einander gießt, oder während der Zeit, da man die Temperatur der Vermischung untersucht. Die Erfolge dieser Versuche müssen also einige Grade unter denen seyn, welche aus diesen Arten von Verbindungen wirklich entstehen müssen. Eben hierdurch wurde Richmann bewogen, eine Formul zu suchen, wodurch die wahre Temperatur von dergleichen Vermischungen angezeigt werden könnte. Hier ist diejenige, welche er fand, und welche von der Erfahrung sehr wenig abweicht. (a) Die Massen der beyden flüßigen Körper mögen M, m heißen, ihr Grad der Hitze C, c. Die Hitze der ersten Masse wird seyn M C, und die Hitze der andern m c. Beyde zusammen genommen, werden also geben M C + m c. Wenn man also den einen flüßigen Körper auf den andern gießt, so wird die Temperatur der Vermischung seyn $= \frac{Mc + mc}{M + m}$. Nun findet man nach dieser Formul, daß die Hitze einer Vermischung, die von zwey gleichen Wassermassen gemacht wird, wovon die eine 88 Grad von Hitze, und die andere 172 Grad hat, = 130 Grad. Allein da dieser Versuch in einer Luft, deren Temperatur = 66 Grad war, gemacht wurde, so betrug die Temperatur der Vermischung nur 126 Grad. Man hat sich darzu eines Thermometers, dessen Grade nach dem Farenheitischen Maaßstabe abgetheilt sind, bedienet.

Wenn

(a) Comm. Petropol. novi, T. I. p. 171.

Wenn man 24 Unzen Wasser, dessen Temperatur 64 Grade hat, und 12 Unzen, deren Temperatur 178 Grade beträgt, vermischet, so wird die Hitze der Vermischung = 102 Grad seyn. Allein da dieser Versuch zu einer Zeit, da die Temperatur der Luft = 66 Grad war, gemacht wurde, so fand man nur 100 Grad von Hitze in der Vermischung.

§. 316.

Geschiehet gleichförmig.

Wenn man die Hitze, welche von einem Körper in einen andern, der an selbigen gränzet, übergehet, mit Aufmerksamkeit betrachtet, so siehet man, daß sie sich in beyden gleichförmig vertheilet, und daß die Feuermaterie sich in allen herum befindlichen Körpern in das Gleichgewicht zu setzen sucht.

Man stelle auf den Rand eines Tisches verschiedene Körper, die vorher zum Theile in verschiedenen Graden erhitzt, und zum Theile auf eine verschiedene Art wieder kalt geworden sind. Man lasse sie einige Zeit in ihrer Lage, so werden sie alle eben die Temperatur erhalten, die in der Luft herrschet, wovon man sich versichern kann, wenn man einen sehr empfindlichen Thermometer, als z. B. einen Thermometer von Drebbel A B C (Fig. 93.) nach einander auf die Oberfläche dieser Körper setzet. Da diese Art von Thermometer sehr empfindlich ist, so muß man sich in Acht nehmen, daß man ihn nicht mit den Fingern berühret, man könnte ihn dadurch so sehr erwärmen, daß der Liquor veränderlich gemacht würde. Man muß ihn mit einer mit Wolle umwickelten Zange angreifen. Fig. XCIII.

Obgleich die Feuermaterie ein Bestreben hat, sich auf alle benachbarte Körper gleichförmig zu vertheilen, so kann doch diese Wirkung nur statt finden, wenn die Masse dieser Körper nicht zu groß ist. Denn wenn ihre Masse von einer gewissen Größe ist, so kann sie selbige nicht

nicht so leicht und gleichförmig durchdringen, um jedem ihrer Theile eine und eben dieselbe Temperatur mitzutheilen. Man bemerket auch im Sommer, daß die Keller, welche tief sind, kälter sind, als die Körper, die sich auf der Oberfläche der Erde befinden. Diese Beobachtung ist jedermann bekannt. Man macht sich sogar sehr oft diese verschiedene Temperatur zu Nutze, um im Sommer eine Menge Substanzen, die, wenn sie der Hitze, welche alsdenn im Dunstkreise herrschet, ausgesetzet wären, verderben würden, zu erhalten. Man wußte sich dieser Verschiedenheit im Jahre 1705. wohl zu bedienen. Die Hitze des Dunstkreises war am 30. Jul. zu Montpellier so übermäßig, daß man Eyer an der Sonne kochen konnte. Die meisten Thermometer sprangen durch die allzu große Ausdehnung des Liquors, und man konnte sich gegen die Eindrücke dieser äußersten Hitze nicht anders schützen, als wenn man in die Keller seine Zuflucht nahm. Da Graaft eines Tages die Verschiedenheit zwischen der Temperatur des Dunstkreises und der Temperatur einer bey Rutlingen gelegenen Höhle auf die Probe stellte, so fand er, daß die Temperatur der Luft 66 Grad, und die von der Höhle 48 Grad betrug, und daß das Wasser, welches durch die Spalten floß, nur 42 Grad Hitze hatte. (a)

Obgleich zwischen der Temperatur der Luft, und der Temperatur tiefer Oerter, ein sehr merklicher Unterschied ist, so bleibt doch diese Temperatur in gewissen Tiefen beständig eine und eben dieselbe. Der Thermometer des Herrn de la Hire, der seit langer Zeit in einem von den Kellern des Observatorii zu Paris, welcher 84 Fuß tief ist, steht, verändert sich niemals, oder seine Veränderungen sind so wenig merklich, daß sie wahrscheinlicher Weise von einer fremden Ursache herkommen. Er steht beständig auf dem $10\frac{1}{3}$ Grade des Maaßstabes des Herrn von Reaumur, überein.

Eben

(a) Hist. de l'Acad. de Berlin, 1746.

Eben so bringt die in dem ganzen Umfange des Dunstkreises ausgebreitete Feuermaterie eine Hitze hervor, die bis auf eine gewisse Höhe über der Oberfläche der Erde gleichförmig eine und eben dieselbe ist, und sie nimmt darauf ab, so, wie die Höhe steigt, welches die Reisenden, und diejenigen, welche den Gipfel der höchsten Berge bestiegen haben, bezeugen.

§. 317.

Fortsetzung. Wenn sich die Feuermaterie in alle Körper vertheilet, so breitet sie sich auf selbigen auf allen Arten von Seiten auf gleiche Weise aus. Die Sonnenstrahlen, welche auf die Oberfläche der Erde fallen, erhitzen sie bis auf eine gewisse Tiefe auf gleiche Weise. Es folgt aus allen diesen Bemerkungen, daß das Feuer sich in alle Körper auf gleiche Weise zu vertheilen sucht, und daß es sich gleichförmig vertheilen würde, wenn es nicht Hindernisse, die sich dieser Wirkung widersetzen, anträfe. Es sind daher nicht alle Körper auf gleiche Weise geschickt, die Feuermaterie, die sie zu durchdringen sucht, anzunehmen und zu behalten, welches von ihrer Festigkeit und von ihrer äußerlichen Gestalt herkommt. Je dichter ein Körper ist, desto weniger erhitzt er sich, ungeachtet er zuweilen eine größere Menge der feurigen Materie verschlinget, weil sie sich in diesem Körper mehr, als in einem andern, der nicht so dichte ist, austheilet. Die äußerliche Gestalt der Körper trägt auch zu dieser Erscheinung bey. Denn, so wie sich selbige verändert, so verursacht sie, daß die Körper mehr oder weniger der Wirkung des Feuers, welches sie zu durchdringen sucht, nachgeben. Ein Körper, der weiß aussieht, erhitzt sich schwerer, als ein anderer, der eine schwarze Farbe hat, weil der erste die Sonnenstrahlen, die auf seine Oberfläche fallen, zurückwirft; da hingegen der andere sie verschlinget. Eben so ist es mit andern Körpern, die auf eine verschiedene Art gefärbt sind, beschaffen.

schaffen. Man lasse ein Stück Tuch mit den sieben vornehmsten Farben färben; man mache es überall gleich naß, und überlasse es darauf einer und eben derselben Wirkung des Feuers, so wird es auf die verschiedenen Theile dieses Tuches, so wie sie verschieden gefärbt seyn werden, verschieden wirken, und das Wasser wird sich in folgender Ordnung aus dessen Poris zurückziehen, indem es mit denen Theilen, die geschwinder trocken werden, den Anfang machet; Violet, Indigo, blau, grün, gelb, Orangenfarb und roth. (a) Eben diese Wahrheit wird durch die tägliche Erfahrung bestätigt. Es ist bekannt, daß die Bauern, welche die Torfmoräste, deren Erdboden fett und schwarz ist, bewohnen, an den Füßen eine sehr starke Hitze verspüren, während daß sie im Gesichte beynahe gar keine empfinden, wenn sie in schönen Sommertagen auf selbigen herumgehen. Man weiß auch, daß, wenn man auf einem sandigen Erdboden gehet, man an den Füßen beynahe gar keine Hitze verspüret, obgleich das Gesicht durch die Zurückprallung der Hitze verbrannt wird.

§. 318.

Ausdehnung des Feuers.

Das Feuer sucht die Theile der Körper, die es durchdringet, auseinander zu treiben, und sie von einander abzusondern. Die letzte dieser beyden Wirkungen erfordert eine größere Wirksamkeit von Seiten der Feuermaterie, als die erste. Denn diese findet allezeit statt, sobald sich die Materie des Feuers in den Besitz irgend eines vermischten Körpers setzet. Diese Wirkung offenbart sich durch die Vergrößerung des Volumen, die man in allen festen oder flüßigen Körpern, welche das Feuer durchdringet, offenbar bemerket. Ungeachtet diese Erweiterung in allen Körpern statt findet, so ist sie doch in einigen merklicher, als in andern. Sie ist

(a) Die Marquisin von *Châtelet* in Diss. sur la Natur. & la Propag. du Feu.

ist in denen, die weniger fest sind, überhaupt merklicher, als in denen, die dichter sind. Sie folgt indessen nicht dem geraden Verhältnisse ihrer Festigkeit, noch des Zusammenhanges ihrer Theile, noch auch einem Verhältnisse, welches aus beyden zusammen genommen besteht, wie man sich natürlicher Weise vorstellen sollte. Sie kann zwar einigermaßen von diesen beyden Ursachen abhängen, allein die äußerliche Gestalt der vornehmsten Theile des Körpers scheint mir zu dieser Erscheinung noch vielmehr beyzutragen. Da nun diese Gestalt für die Naturkündiger allezeit ein Geheimniß bleiben wird, so glaube ich, daß man für die Ausdehnung der Körper niemals ein gewisses Verhältniß wird angeben können. Man kann also die Ausdehnung, die ein Körper in einem gegebenen Grade von Hitze leiden muß, a priori nicht anzeigen, und man wird folglich genöthigt seyn, alle die Körper, deren verschiedene Grade der Ausdehnung man bestimmen will, der Erfahrung zu unterwerfen.

§. 319.

Fortsetzung. Wenn das Feuer einen flüßigen Körper durchdringet, so trennen sich die Theile desselben, indem sie der Gewalt, welche die Feuermaterie, sie zu durchdringen, anwendet, nachgeben, von einander. Die ganze Masse vergrößert ihr Volumen, und nimmt einen größern Raum ein. Daher steigt der Liquor in der Röhre eines Thermometers, wenn man dessen Kugel in etwas flüßiges, dessen Wärme größer ist, als diejenige, die alsdenn in dem Dunstkreise herrschet, tauchet. Dieser Liquor steiget um so viel höher in dieser Röhre, oder erweiterr sich, und vergrößert um so viel mehr sein Volumen, je wärmer das Flüßige ist, worein man die Kugel tauchet. Allein man darf deswegen nicht glauben, daß die Grade seines Steigens in der Röhre die Grade der Wärme genau abmessen; das ist, daß, wenn der Liquor des Thermometers durch eine gegebene

Hitze

Hitze einen Grad steigt, selbiger durch eine doppelte Hitze zwey Grade steige. Denn obgleich die Grade der Ausdehnung in dem Liquor auch die geringste Veränderung, die sich in der Temperatur der Luft, oder eines jeden andern flüßigen Körpers verspüren lässet, vollkommen anzeigen, so ist doch das Verhältniß zwischen den Veränderungen, die sich bey der Ausdehnung eines Liquors ereignen, und denen, die bey der Hitze geschehen, nicht genugsam bekannt, daß man die Grade der Hitze nach den Graden der Ausdehnung eines Liquors beurtheilen könnte. (a)

§. 320.

Diese Erscheinung, welche sich in den flüßigen Körpern auf eine so merkliche Art offenbaret, und welche man vermittelst eines Thermometers so deutlich wahrnimmt, offenbaret sich auch, obgleich schwächer, in den festen Körpern. Es ist keiner, der sich nicht erweitere und sein Volumen vergrößere, wenn er einem größern Grade von Hitze überlassen wird. Um diese Erscheinung deutlicher zu machen, und sie auf eine bequemere Art zu beobachten, hat man ein Werkzeug erfunden, welches man in Ansehung des Gebrauches, wozu es bestimmt ist, den **Feuermesser** genennt hat, und wovon hier die Beschreibung folgt: AB (Fig. 94.) ist ein Gehäuse, worinnen sich zwey Hebel und ein Kamm befinden, welche den Zeiger L auf einer Art eines Zifferblattes, welches in eine gewisse Anzahl von Theilen abgetheilet ist, herum drehen. C ist eine Lampe mit Weingeiste, die vier gleiche Dächte hat. D ist ein Pfeiler, durch welchen verschiedene metallene Stangen gesteckt werden, die man der Hitze, der vier obengedachten Dächte, überlassen will. Jede Stange wird in D durch eine Druckschraube F feste gemacht. Sie wird außerdem in E in eine Art von Gewinde, welches an ein anderes befestigt ist, und die alle beyde an ihren Angeln beweglich

Fig. XCIV.

(a) *s'Gravesande* Elem. Phys.

weglich sind, angeschraubt. Das andere Gewinde ist an eine kupferne Schiene B befestigt, die sich von B in M und von M in B bewegen kann, wobey sie eine Linie in die Länge durchläuft. Das Ende G der Schiene B stößet einen Hebel P, der an einen andern Q stößt, welcher einen Kamm R führt, der in die Spindel der Angel, welche den Zeiger L führet, eingreift. Die Zusammenfügung der Hebel P und Q, welche den Kamm R führen, geschieht so, daß der Zeiger L einen sehr großen Raum durchläuft, während daß die Schiene B G einen Raum von einer Linie durchläuft. Die Einrichtung meines Feuermessers ist so beschaffen, daß, wenn die Schiene B G einen Raum von einer Linie gehet, der Zeiger 2880 Linien durchläuft. Man kann also leicht die Bewegung der Schiene B G gewahr werden, wenn sie auch nur $\frac{1}{2880}$ einer Linie gienge. Da nun die Bewegung dieser Schiene von der Verlängerung der metallenen Stange, welche sich über den Dochten der Lampe erhitzet, abhänget, so kann sich diese Stange nicht um $\frac{1}{2880}$ einer Linie verlängern, daß man es nicht gewahr werde.

Wenn man mit verschiedenen Stangen einen und eben denselben Versuch machet, so wird man 1.) bemerken, daß jedes Metall nach dem Verhältnisse, wie es sich erhitzet, länger wird, welches man aus der Bewegung des Zeigers beurtheilen kann. 2.) Daß von den Metallen einige geschwinder sich verlängern, als die andern, welches man wird beurtheilen können, wenn man zählet, wie viele Grade der Zeiger in einer und eben derselben Zeit durchläuft. Das Eisen erhitzt und verlängert sich am geschwindesten. 3.) Wird man endlich bemerken, daß, obgleich die Wirkung der Dochte eine und eben dieselbe zu bleiben scheinet, hauptsächlich wenn dieser Versuch in einer stillen Luft gemacht wird, diese Metalle sich doch nicht gleichförmig, sondern satzweise, verlängern; das ist, daß sie nicht machen werden, daß der

Zeiger die gleiche Anzahl von Graden in einer und eben derselben Zeit durchlaufe.

Es folgt aus diesem Versuche, daß die Hitze die festen Körper ausdehnet, obgleich diese Ausdehnung viel weniger merklich ist, als diejenige, die sie in flüßigen Körpern wirket. Dieser Versuch bestätigt auch dasjenige, was ich (§. 317.) schon angemerkt habe, nämlich, daß die äußerliche Gestalt der Körper der Wirkung des Feuers, welches sie zu durchdringen sucht, Hindernisse entgegen setzt.

Wenn man die Dochte der Lampe auslöschet, so werden die Stangen die erhaltene Hitze unvermerkt verlieren, sie werden ihren ersten Umfang wieder annehmen, und der Zeiger wird zurückgehen. Man kann die zurückgehende Bewegung des Zeigers beschleunigen, wenn man die Erkaltung der Stangen befördert.

Diese Versuche beweisen bloß, daß die Stangen, wovon man eben Gebrauch gemacht hat, sich erweitern und verlängern; allein man kann durch folgenden Versuch bestätigen, daß die Wirkung des Feuers sich nach allen Seiten verbreitet, und in die Körper, worauf es wirket, nach allen Seiten ausdehnet. Man richte eine Art von festen Kegel von Metall so zu, daß er bis auf eine gewisse Tiefe in eine verhältnißmäßige Oefnung gehet. Man mache darauf diesen Kegel warm, so wird man bemerken, daß, da sein Umfang sich auf allen Seiten vergrößert hat, er nicht mehr so tief in eben dieselbe Oefnung eindringen kann. Wenn die Hitze die Metalle ausdehnet und verlängert, so werden sie durch die gegenseitige Ursache von der Kälte verdicket und kürzer gemacht. Man findet davon ein sehr deutliches Beyspiel an einer Penduluhr, wovon Herr Perrault (a) Meldung thut, deren Hammer am 14. Jenner 1670. an einem Tage, da

(a) Hist. de l'Acad. des Scienc. 1684.

da die Kälte außerordentlich groß war, die Glocke nicht erreichen konnte. Er half dieser Schwierigkeit dadurch ab, daß er diese Uhr dem Feuer näherte, wo sie wieder in ihren gewöhnlichen Zustand gelangte.

§. 321.

Wirkung des Feuers bey der Destillation.

Nicht allein die flüßigen und die festen Körper werden durch die Wirkung des Feuers, welches sie durchdringet, und ihre Theile von einander absondert, verdünnet und ausgedehnet; sondern es geschieht auch, daß, wenn die Wirksamkeit des Feuers auf einen gewissen Grad vermehret wird, die Theile der flüßigen, so wie die Theile gewisser festen Körper sich von einander absondern, flüchtig werden, und sich von der ganzen Masse, die sie vorher ausmachten, trennen. Auf diese Art wird ein flüßiger Körper, der sich in einem Gefäße befindet, und der Wirkung des Feuers überlassen wird, erhitzet, und in Dünste verwandelt, die in Gestalt eines dicken Rauches in die Höhe steigen. Auf diese Art werden viele vegetabilische und thierische Materien, wenn man sie in einen flüßigen Körper legt und der Wirkung des Feuers überläßet, darinnen aufgelößt, und dünsten mit dem Flüßigen, das ihnen zum Beförderungsmittel dienet, aus. Da alle die Theile, woraus das Ganze der festen Körper bestehet, unter sich nicht einen und eben denselben Zusammenhang haben, so trennen sich die weniger festen bey einem Grade von Feuer, der nicht hinreichend ist, die andern abzusondern und sie flüchtig zu machen, zuerst. Allein man sondert sie endlich nach einander auch ab, wenn man die Hitze stuffenweise erhöhet; das ist, wenn man das Feuer von dem gelindesten Grade, welcher hinreichend ist, die flüchtigsten Theile abzusondern, bis zu dem stärksten Grade, der erfordert wird, die zähesten und festesten aufzuheben, vermehret. Dieß ist ein Mittel, welches die Chymie mit Kunst anwendet, um die vermischten Kör-

per aufzulösen und ihre Bestandtheile zu trennen, welches unter dem Namen der Destillation bekannt ist.

Die Kunst des Scheidekünstlers besteht darinnen, daß er die Substanzen, mit welchen diese Arbeit vorgenommen werden soll, kennet und wohl unterscheidet. Denn es ist nicht zu läugnen, daß die durch die Wirkung des Feuers hervorgebrachte Auflösung vieler vermischten Körper, oft mit Schwierigkeiten verknüpft ist, die man sorgfältig zu vermeiden hat. Die Oele, z. B. welche aus den Mandeln und Getreidearten gezogen werden, sind scharf, und können im Weingeiste aufgelößt werden, wenn man sich selbige durch den Weg der Destillation verschaffet, weil das Feuer die Bestandtheile der zweyten Art dieser vermischten Körper auflöset, und selbige verschiedentlich untereinander vermischet. Von dieser Methode darf man also nicht Gebrauch machen, wenn man Oele, so, wie sie in dem Körper selbst vorhanden sind, nämlich süße, fette, schmierige und in brennenden Geistern unauflößliche Oele, haben will.

Die wesentlichen Salze der Pflanzen werden durch die Wirkung des Feuers gleichfalls aufgelößt. Man darf zu der Destillation seine Zuflucht nicht nehmen, wenn sie zusammengebracht werden sollen.

§. 322.

Werkzeuge dazu.

Die Scheidekünstler bedienen sich vieler Werkzeuge, die verschiedenen Destillationen, die sie machen müssen, vorzunehmen. Da mein Zweck nur ist, von der Destillation einen allgemeinen Begriff zu machen, so werde ich mich hier nicht mit der Beschreibung dieser verschiedenen Werkzeuge abgeben. Ich werde nur kürzlich von dem Brennkolben und von seinen wesentlichsten Theilen handeln. AB (Fig. 95.) ist ein Gefäß, welches gewöhnlich aus Zinn gemacht ist, in welches die Substanzen, welche man auflösen will, gethan werden. Man nennt es daher das

Fig. XCV.

Destil-

Destillirgefäß. B ist ein Deckel, der an den Hals des Gefäßes A gekittet wird. Dieser Deckel ist bauchig und macht auswendig eine große runde Erhöhung, die man den Mohrenkopf nennt. Dieser Kopf ist mit einer Röhre BK versehen, die sich inwendig an dem Rande eines Kranzes in Gestalt einer Rinne öfnet. An das Ende dieser Röhre wird eine Vorlage M, die man den Recipienten nennet, befestiget. Auf der Einfassung des Mohrenkopfes wird eine Art von sehr geraumigen Trichter N, der über diesen Kopf geht, angelöthet. Man füllt dieses letztere Gefäß mit kaltem Wasser an, welches man durch den Hahn C, wenn es sich zu sehr erhitzet, herauslaufen lässet. Dieses Wasser dienet, den Mohrenkopf wieder kalt zu machen, und folglich die Dünste, die inwendig in ihm in die Höhe steigen, zu verdicken, daher man diesen Trichter das Kühlgeschirr nennet. Das Destillirgefäß steht in einem cylindrischen Gefäße von Kupfer D, in welches durch die Oefnung F Wasser gethan wird, welches sich durch das Feuer, welches man in dem Ofen GG unterhält, oder durch das Licht einer Lampe mit vielen Dächten I erhitzet. Dieses Gefäße D wird das Marienbad genennet. Es hängt in dem Ofen an drey oder vier Hacken EE. H ist ein Rost, welcher die Asche durchfallen lässet, wenn man, vermittelst des Feuers, abziehet.

§. 323.

Der Brennkolben, den ich eben beschrieben habe, ist nicht bequem, scharfe Geister abzuziehen, weil sie das Gefäß, welches von Zinne ist, zerfressen würden. Man bedient sich zu diesem Gebrauche eines Gefäßes mit einem krummen Halse, oder einer Retorte von Glase oder von Thone A, (Fig. 96.) an deren Halse eine Vorlage angekittet wird. Diese Retorte steht in einer Kapsel von Eisenbleche C, worinnen sich Sand befindet. Diese Kapsel Fortsetzung. Fig. XCVI.

Kapsel wird in den Ofen D gesetzt, den man mit angezündeten Kohlen, oder mit einer Lampe in Gang bringen kann.

§. 324.

Verfahren damit. Wir wollen jetzt annehmen, daß man sich vorsetzt, irgend eine Pflanze aufzulösen. Man bedient sich darzu des Brennkolbens. Man thut also diese Pflanze nebst Wasser in das Gefäß A, man füllt das Gefäß D mit Wasser, und man zündet einen oder zween Dächte an. Das Wasser des Marienbades erhitzt sich, und erhitzt zu gleicher Zeit das Wasser in dem Gefäße; so, wie dieses Wasser sich und die Pflanze erhitzet, die darinnen schwimmt, so wird diese Pflanze weich, das Wasser durchdringet sie leichter, es nimmt ihre riechenden Theile an, die die flüchtigsten sind, und indem die Hitze dieses Wasser in Dünste verwandelt, steigen diese Dünste, so, wie die riechenden Theile, denen es zum Beförderungsmittel dienet, in den Mohrenkopf. Da dieser Theil des Brennkolbens durch das Wasser des Kühlgefäßes erkaltet worden, so verdicken sich die Dünste, und fallen in der Gestalt eines flüßigen Körpers in den Kranz, der unten an dem Mohrenkopfe ist, um von da in die Vorlage überzugehen. Der berühmte Boerhaave, so, wie die meisten Scheidekünstler, geben diesem ersten Liquor, der, vermittelst eines gelinden Feuers, in die Höhe geht, den Namen des **regierenden Geistes.**

Eben diese Operation würde mit dem andern Werkzeuge, das ich oben (§. 323.) beschrieben habe, gleichfalls von statten gehen, woferne man sich nur in Acht nähme, das Feuer nicht zu hoch zu treiben.

§. 325.

Fortsetzung. Wenn man vermittelst der Destillation das wesentliche Oel aus einer Pflanze ziehen will, so muß man sie weder im Marienbade noch im Sand-

Sandbade, sondern bey bloßem Feuer abziehen; das ist, das Destillirgefäß muß unmittelbar durch das Feuer des Ofens erhitzt werden. Allein diese Pflanze muß gleichwohl im Wasser schwimmen, damit sie nicht einen Grad von Hitze leide, der heftiger ist, als der Grad des kochenden Wassers. Dieser Grad von Hitze ist hinlänglich, alles, was diese Pflanze von wesentlichen Oele enthält, abzusondern und in die Höhe zu treiben.

§. 326.

Fortsetzung. Wenn man aus einer Pflanze, die man dem Feuer überläßet, ohne daß sie im Wasser liegt, wobey bloß darauf gesehen worden, daß das Abziehungsgefäß, ohne zu schmelzen, die Wirkung des Feuers aushalten kann, welches stärker seyn muß, als das vorherige, das wesentliche Oel gezogen hat, so gehet alsdenn das Phlegma über, welches nach und nach sauer wird. Wenn man die Hitze noch mehr vermehrt, so wird alsdenn auf dieses Phlegma ein dickeres Oel folgen, auf welches wiederum ein sehr dickes und brandiges schwarzes Oel folgen wird, welches die letzte Wirkung der Operation ist. Was nachher in dem Gefäße übrig bleibt, ist weiter nichts, als eine Kohle, welche man den Todtenkopf nennet. Wenn man unterdessen diese Kohle heraus nimmt, sie verbrennet und darauf auslauget, so wird man aus der Asche derselben ein feuerbeständiges alkalisches Salz bekommen. Dieß sind die verschiedenen Theile, welche das Abziehen des größten Theils der Pflanzen liefert.

§. 327.

Wirkung des Feuers bey dem Schmelzen. Das Feuer wirkt auf diese Weise nicht auf alle Körper. Der größte Theil der Mineralien läßt sich durch die Destillation nicht auflösen. Die Scheidekunst braucht eine Menge anderer Processe, um sich der Bestandtheile, die sie ausmachen, zu versichern. Allein wir dürfen uns

nicht erlauben, diese Stücke zu erläutern, welche uns über die Gränzen, die wir uns haben vorschreiben müssen, sehr weit führen würden. Was ich hier anmerken kann, ist, daß der größte Theil der Mineralien schmelzt, wenn man sie einem sehr heftigen Feuer überlässet, und daß sie aus festen Körpern, die sie vorher waren, flüßige werden.

Jedermann weiß, daß die Metalle, z. B. die festesten, einem Reverberirfeuer nicht widerstehen können, und daß sie alle in den Fluß kommen. Dieser Eigenschaft der Metalle eben haben wir eine Menge kostbarer Werke zu verdanken, die wir uns durch kein anderes bisher bekanntes Mittel hätten verschaffen können. Sie schmelzen gleichwohl nicht alle in einerley Grade von Hitze, und die Hitze, die sie zum Schmelzen nöthig haben, scheint keiner gewissen Regel unterworfen zu seyn. Denn man bemerkt, daß das Bley, welches sich beynahe eben so sehr, als das Zinn ausdehnet, wenn es einem und eben demselben Grade von Hitze überlassen wird, gleichwohl zum Schmelzen eine Hitze braucht, die noch einmal so stark ist, als diejenige, welche das Zinn schmelzet.

Wenn die Metalle vermischt sind, so schmelzen sie leichter, als ein jeder von den Theilen, die zu ihrer Vermischung gekommen sind. Man hat sich bey der Erfindung des Löthens diesen Vortheil zu Nutze gemacht.

Die Metalle dehnen sich sehr aus, ehe sie schmelzen. Sie haben dieß mit jedem andern Wesen, welches geschmelzt werden kann, gemein. Aber der Unterschied, den man zwischen den Metallen, und jeder andern Substanz bemerket, besteht darinnen, daß jede geschmolzene Substanz dergestalt erhitzt werden kann, daß sie siedet; allein, es ist keine Hitze bekannt, die bequem wäre, geschmolzenes Metall zum Sieden zu bringen. Wenn es zuweilen geschiehet, daß man eine Art von Auswallung

in

in einem geschmolzenen Metalle bemerket, so darf man sich durch den Schein nicht hintergehen lassen. Diese Wirkung kommt von einigen wässerigen Theilen her, die sich darinnen befinden, welche zu Dünsten werden, und die verschiedenen Theile dieser Masse in die Höhe heben. Einige Naturkündiger haben geglaubt, daß die Unmöglichkeit der Aufwallung von der Schwere der metallischen Theile herkäme. Allein die Erfahrung lehrt das Gegentheil, weil das Queckſilber, so schwer als es ist, in einem Grade der Hitze, den man noch beträchtlich erhöhen kann, kochet. Dieses hat Anlaß gegeben, zu glauben, daß der Mangel der Aufwallung der Metalle von der Auflösung ihres Schwefels und ihrer fetten Theile, die während des Schmelzens geschiehet, herkäme.

Es ist mit einem geschmolzenen Metalle, wie mit einem flüßigen Körper beschaffen, der bis zu dem Punkte der Aufwallung erhitzt worden ist. Beyde können keinen höhern Grad von Hitze erlangen, weil die Feuermaterie, die sie alsdenn durchdringet, in ihrer Masse nicht weiter zurückgehalten werden kann, sondern frey herausgehet.

§. 328.

Wir werden uns hier nicht damit be- Fortsetzung.
schäftigen, irgend ein Metall zu schmelzen. Diese Arbeit, die man im Großen im Bergbaue, oder auch in den Werkstätten der Schmelzer, wenn sie ein Modell gießen wollen, sehen kann, würde nichts haben, das die Neugierde der Zuschauer rege machen könnte. Ich will hier blos einer Erscheinung gedenken, welche uns bey dem ersten Anblicke befremden wird.

Man krümme eine Münze von 18 Deniers ein wenig, so, daß man sie in eine Nußschaale legen kann, welche mit einem Pulver angefüllet ist, das aus drey Theilen geläuterten Salpeter, aus zwey Theilen Schwefelblumen, und aus zwey Theilen Sägespänen gemacht ist.

Man bedecke das Stück mit eben diesem Pulver. Wenn man an diese Composition Feuer bringet, so wird sich die Wirkung des Feuers dergestalt an dem Stücke Geld zeigen, daß es schmelzen und eine Art von einem kleinen metallischen Bodensatze machen wird, den man nach der Arbeit unten in der Nußschaale, die nicht beschädigt ist, finden wird.

Die Wirkung des Feuers auf das Metall ist bey dieser Gelegenheit desto heftiger, weil es von einer scharfen Säure, die die Feuermaterie aus den schwefelichen und salpetrigen Theilen entwickelt, unterstützt wird. Nun kann diese Säure, welche schon allein im Stande seyn würde, die wesentlichen Bestandtheile dieses Metalles zu trennen und aufzulösen, um so vielmehr diese Wirkung hervorbringen, wenn sie von der ganzen Wirksamkeit der Feuermaterie unterstützet wird.

Das Bewundernswürdigste dabey ist, daß die Nußschaale, welche zum Schmelztiegel dienet, nicht, oder nur sehr geringe, beschädigt wird.

Diese Erscheinung gründet sich auf die wenige Zeit, in welcher die Feuermaterie auf die Oberfläche dieser Schaale wirket. Da außerdem die Pori der Schaale in Vergleichung mit den Poris des Metalls sehr offen sind, so wirket das Feuer auf die Schaale, die diesem flüßigen Körper einen freyen Durchgang verstattet, nicht so stark, als auf das Metall, dessen Pori sehr enge sind, und welches mehr widersteht.

§. 329.

Fortsetzung. Dieser Versuch giebt mir Gelegenheit, von einem andern von eben der Art Meldung zu thun, welcher uns zeigt, wie die scharfe Säure des Schwefels, wenn sie von dem Feuer unterstützt wird, leicht in die metallischen Theile dringt. Man lege auf eine Art von Dreyfuße ein Stück von zwey Sols, man

zünde

zünde Schwefelblumen über und unter diesem Stücke an, so wird die Flamme von oben herunter und von unten hinauf es durchdringen. Diese beyden einander entgegengesetzten Wirkungen werden sich wechselsweise vernichten, und die Schwefelsäure auf einer von den Flächen des Stückes heften und es in zween Theile absondern, wovon der obere dünner und zerbrechlicher ist, als der andere. Dieser letztere wird sogar noch hinlänglich bezeichnet bleiben, daß die Münze ausgegeben werden kann.

Bey diesem Versuche ist die obere Fläche des Stückes dünner und zerbrechlicher; 1.) weil die Wirkung der entzündeten Materie von unten hinauf stärker ist, als von oben herunter. Daher geschieht das Durchdringen leichter und mit mehrerer Wirksamkeit nach der ersten dieser beyden Richtungen, und folglich muß die obere Fläche dünner seyn. 2.) Ist sie zerbrechlicher, weil sie der unmittelbaren Berührung der entzündeten Materie mehr ausgesetzt ist, wodurch diese Seite zu Schlacken und zerbrechlicher gemacht wird.

§. 330.

Beschluß.

Ich beschließe das, was ich von der Wirkung des Feuers anmerken will, mit einem Versuche, der so wunderbar, als bekannt ist, und welcher uns zeigt, daß die Wirkung dieses flüßigen Körpers desto heftiger ist, jemehr sie verzögert, und folglich genöthigt wird, mehr Hindernisse zu überwinden, um sich zu entwickeln.

Man mische 3 Quent. wohl getrockneten Salpeter, 2 Quent. Weinsteinsalz, und 2 Quent. Schwefelblumen untereinander. Man thue alles in einen eisernen Löffel, den man auf mittelmäßig angezündete Kohlen lege.

So wie diese Vermischung sich erhitzen wird, so wird sie roth werden. An dem Rande wird sie schwarz werden.

werden. Sie wird hierauf schmelzen, weiße Dämpfe ausstoßen, die sich mehr und mehr verdicken werden, und sich endlich plötzlich zerstreuen, wobey sie einen sehr heftigen Knall hervorbringen wird, welcher oft den Löffel durchbohret.

Die Wirkungen, die vor der Zerstreuung hergegangen sind, hängen von dem Schwefel ab, der leichter schmelzt und verbrennt, als die beyden andern Substanzen, womit er vereinigt ist. Das Schmelzen des Schwefels veranlasset das Schmelzen der andern Materien. Diese Schmelzung verursachet, daß alle Theile der Vermischung in einander dringen. Das feste Weinsteinsalz hält die flüchtigen Theile des Schwefels und des Salpeters zurück, und verzögert ihre Zerstreuung, bis die Wirkung des Feuers, wenn selbige überhand nimmt, die Zerstreuung der Vermischung hervorbringt, welche so schnell und mit solcher Heftigkeit geschiehet, das die Luft nicht Zeit hat, nachzugeben und geschwinde genug zu weichen. Dieses veranlasset einen heftigen Stoß in diesem flüßigen Körper, wodurch ein donnerndes Krachen hervorgebracht wird.

§. 331.

Wie das Feuer fortgepflanzet wird.

Die Wirkungen des Feuers auf die Körper, die es durchdringet, beweisen die sehr große Wirksamkeit dieses flüßigen Körpers. Nun fragt sich es, ob diese Wirksamkeit blos von der Feuermaterie, die äußerlich an diese Körper gebracht wird, herkommt? Sollte sie nicht von derjenigen, die von Natur in allen Körpern vorhanden ist, unterstützt werden? Denn die Erfahrung lehret, daß kein Körper ist, der nicht eine gewisse Menge von Feuermaterie enthielte. Boerhaave (a) brachte es so weit, daß er aus zwey Stücken Eis, die er stark aneinander rieb, Feuer heraustrieb. Dieser große Mann muthmaßt sogar, daß alle

(a) Elemens de Chymie.

alle Körper auf gleiche Weise Feuertheilchen enthalten, und daß, wenn sie in einigen, als in schweflichen, öhligen, harzigen und andern Materien überflüßiger zu seyn scheinen, man deswegen keinen Grund habe, zu glauben, daß diese Materie mehr davon enthalten, sondern daß sie darinnen nur weniger eingehüllet ist, und sich leichter von selbigen trennet. Wenn nun alle Körper Feuer enthalten, wenn diese Materie sich in allen Bestandtheilen der vermischten Dinge eingehüllet befindet, so kann man sich natürlicher Weise vorstellen, daß, wenn sie entwickelt wird, sie die Wirksamkeit derjenigen, die man äußerlich an sie bringet, vermehren müsse. Dieser Begriff scheint desto natürlicher zu seyn, da uns die Erfahrung lehret, daß ein einziger Funke hinreichend ist, eine große Feuersbrunst zu verursachen. Diese Wirkung würde also viel größer seyn, als ihre Ursache, wenn das durch den Funken hervorgebrachte Feuer nicht von demjenigen, welches sich in dem Körper, den der Funke entzündet, eingeschlossen befindet, unterstützt würde. Aber wie geschieht diese Erscheinung? Wie pflanzt sich die feurige Materie fort? Wie verbindet sich diejenige, die in den vermischten Körpern befindlich ist, mit derjenigen, die man äußerlich an sie bringet, um ihre Wirksamkeit zu vermehren? In diesem Stücke sind die Naturkündiger nicht einig, und es ist auch sehr schwer zu bestimmen. Die Akademie der Wissenschaften zu Paris empfand die ganze Schwierigkeit dieser Frage vollkommen, als sie zum Preiße im Jahr 1738. aufgab: **Die Natur und die Fortpflanzung des Feuers zu bestimmen.** Der Wetteifer der Gelehrten wurde dadurch erwecket. Viele arbeiteten über diese Materie, und unter den drey Abhandlungen, welche gekrönt wurden, schien die von dem berühmten **Euler** einigermaßen den Vorzug zu verdienen. (a) Hier folgt mit wenig Worten, wie der Abt **Nollet** die Meynung dieses geschickten Natur-

(a) *Nollet*, Tom. IV. p. 190.

Naturkundigers auf eine sehr deutliche Art vor Augen legt. Er nimmt eine ausdehnende Kraft in jedem Theile der feurigen Materie an, vermöge welcher sie sich auf allen Seiten zu entwickeln suchet. Er betrachtet einen entzündbaren Körper, als z. B. ein Pulverkörnchen, wie eine Zusammensetzung von kleinen Feuertheilen, wovon jeder mit einer andern Materie umhüllet ist, die sich an sich nicht ausdehnet, die aber ganz bereit ist, sich zu theilen, sobald die Ausdehnung des flüßigen Körpers, den sie verschlossen hält, sie darzu nöthiget. Die Theile dieser Einhülle, die die Theile der feurigen Materie vorstellen, sind nicht genau mit einander vereiniget, wie der Abt Nollet sehr wohl anmerket. Sie lassen kleine Zwischenräume, so, daß ihr Zusammenhang, der hinreichend ist, der wirklichen Ausdehnungskraft der feurigen Materie zu widerstehen, nicht mehr hinreicht, wenn diese ausdehnende Kraft bis auf einen gewissen Grad erhöhet wird. Ueberdieß ist die feurige Materie, weil sie sich überall gegenwärtig befindet, nicht allein in dem Innern der Bestandtheile der vermischten Dinge, sondern auch in den kleinen leeren Räumen, welche diese Theile zwischen sich lassen, enthalten, und man kann diese letztere Materie als so viele verschiedene Dächte ansehen, die bequem sind, die Wirkung des Feuers, das man äußerlich an den entzündbaren Körper bringt, von außen inwendig hinein zu treiben. Dieses vorausgesetzt, so wird z. B. ein Funke, wenn er auf die Oberfläche eines Körpers von dieser Beschaffenheit fällt, die kleinen Feuertheilchen, die er berühren wird, beleben. Diese werden diesen Eindruck denen, mit welchen sie in Verbindung stehen, von einem zu dem andern mittheilen, und die Bewegung wird endlich zu dem in den Bestandtheilen des Körpers enthaltenen Feuertheilchen kommen. Da die ausdehnende Kraft der feurigen Theile, die er enthält, durch diesen einfachen Mechanismum vermehrt worden ist, so werden die Bande, die die Bestandtheile

vereinig-

vereinigten, und diejenigen, die die elementarischen Theile mit einander verknüpften, zerrissen, der Körper wird entzündet werden, und diese Entzündung wird mit der Menge der feurigen Materie, die sich alsdenn entwickeln wird, ein Verhältniß haben.

§. 332.

Anwesenheit des Feuers in allen Körpern.

Der Begriff, den wir eben von der Fortpflanzung des Feuers gemacht haben, setzet voraus, daß dieser flüßige Körper überall gegenwärtig ist, und daß er überall eine ausdehnende Eigenschaft hat, die sich bestrebet, sich zu entwickeln, wenn eine fremde Ursache sie darzu antreibet. Was die Gegenwart des Feuers in allen Körpern anbetrifft, so ist sie durch Boerhaavens Versuch (§. 331.) hinlänglich erwiesen worden; allein welches sind die Ursachen, die bequem sind, die Materie des Feuers zu nöthigen, sich äußerlich zu entwickeln und sich zu offenbaren? Ich kenne nur ein einziges Mittel, welches diese Entwickelung verursachen könnte. Dieses Mittel ist eine gewaltsame Erschütterung, welche in den unmerklichen Theilen der vermischten Dinge erregt wird. Nun kann diese Gattung von Bewegung auf verschiedene Arten hervorgebracht werden: 1.) Durch ein schnelles Reiben; 2.) durch verdoppelte Stöße; und 3.) durch das Bestreben, welches eine Menge von Substanzen anwenden, sich einander zu durchdringen. Wir wollen diese verschiedenen Wirkungen nach einander prüfen.

§. 333.

Hervorbringung des Feuers durch Reiben.

So oft als zwey Körper einander schnell reiben, so entsteht eine Erschütterung, die zu den unmerklichen Theilen dieser Körper übergeht. Wenn diese Wirkung ein wenig weit getrieben wird, so entsteht dadurch eine Hitze, die sich vermehret, nachdem das Reiben stärker wird und selbiges länger dauert, und oft entzünden sich sogar die

die erschütterten Theile, und der Körper selbst wird verzehret.

Man mache sich eine Art von Spindel von hartem Holze, und stelle die beyden Enden dieser Spindel, in zwo bequeme Höhlungen, die in zwo Gattungen von Docken gegraben sind, welche man so zusammen hält, daß die Spindel stark genug gedrückt werde. Man lasse diese Spindel vermittelst eines Bogens sich bewegen. Ihre Enden werden anfangen schwarz zu werden, es wird ein Rauch herausgehen, auf welchen viele Funken folgen werden, die im Stande sind, brennbare Substanzen anzuzünden.

So oft als zwey harte Körper an einander gerieben werden, beobachtet man mit einer geringen Ausnahme eben die Erscheinungen, wenn die Körper, die sich reiben, brennbar sind. Allein, wenn diese Körper nicht brennbar sind, so verursacht ihr Reiben nur eine Hitze, die sehr beträchtlich werden kann. Das Eisen und das Kupfer erhitzt sich sehr stark unter der Feile, die sie bearbeitet. Der Bohrer erhitzt sich dergestalt, daß er seine Härtung verlieret, wenn er ein Stück Metall, das ein wenig dicke ist, durchdringet. Um dieser Schwierigkeit abzuhelfen, muß der Künstler alle Augenblicke selbigen in Oel tauchen. Der Böttcherbohrer zündet oft das Holz an, das er durchbohret. Das Messer, das Scheermesser und viele andere Werkzeuge von dieser Art, lassen eine sehr merkliche Feuerspur hinter sich, wenn man sie auf einen Schleifstein, der schnell herumgedrehet wird, hält.

§. 334.

Verfertigung des Phosphorus.

Die verdoppelten Stöße bringen sehr ähnliche Wirkungen hervor. Ein Stück Eisen, das auf einem Amboße kalt geschmiedet wird, erhitzt sich unter den Hammerschlägen, die es leidet.

leidet. Der Stahl locket Funken aus dem Kiesel, den er schlägt. Allein damit ich hier nur von Wirkungen, die die Neugierde der Naturkündiger rege machen können, rede, so wickle man in ein Stück sehr dickes Pappier ein kleines Stück urinösen Phosphorus. Man schlage es stark und reibe schnell den Ort des Pappiers, wo er liegt, so wird der Phosphorus sich, und zu gleicher Zeit das Pappier anzünden.

Man hat die Entdeckung des urinösen Phosphori dem Zufalle zu verdanken. Ein Scheidekünstler in Hamburg, Namens **Brand**, war es, der ihn Ao. 1669. machte, indem er den Urin in einer Absicht bearbeitete, die von derjenigen, welche ihm zur Erfindung dieser Materie Anlaß gab, sehr verschieden war. (a) **Kunkel**, der Scheidekünstler des Churfürsten von Sachsen, welcher über die Entdeckung eifersüchtig war, und gar wohl wußte, daß **Brand** in dem Urine gearbeitet hatte, behandelte ihn auf so viele verschiedene Arten, daß er nach vierjährigen Bemühungen es endlich dahin brachte, einen Phosphorus zu machen. Der Ruhm dieses Scheidekünstlers, und das wenige Geheimniß, das er aus seinem Kunststücke machte, verursachte, daß man diesen Phosphorum lange Zeit den **Kunkelischen** nannte. **Graaf**, ein Arzt von Dresden, entdeckte dem Herrn **Boyle** verschiedene Processe, die bey dieser Operation vorgenommen werden müssen. Diesem Letztern gelung es vollkommen, Phosphorum zu machen, und er machte die Art, wie man dabey zu Werke gehen muß, bekannt. (b) Ein engländischer Scheidekünstler, welchen Herr **Boyle** unterrichtet hatte, war lange Zeit der einzige, welcher einen Handel damit trieb, und man nennte ihn damals englischen Phosphorum. Herr **Homberg**, der das Geheim-

(a) *Lemery* Cours de Chymie, p. 806.
(b) *Boyle* Noctiluca aerea.

heimniß von Kunkeln erfahren hatte, machte darauf welchen in Frankreich in Gegenwart der Akademie, und gab in der Absicht sehr merkwürdige Beobachtungen heraus. (a) Allein die umständliche Beschreibung dieser Arbeit findet man noch genauer in einer Abhandlung des Herrn Hellot, (b) so, daß, wenn man denen darinnen angezeigten Anweisungen folgt, jedermann Phosphorus machen kann. Ich will von dieser Operation nur eine sehr kurze Vorstellung machen:

Man lasse bey einem kleinen Feuer eine große Menge frischen Urin so lange ausdünsten, bis eine schwarze Materie übrig bleibt, die beynahe trocken ist. Man lasse diese Materie in einem Keller drey bis vier Monate faulen. Man nehme darauf eine gewisse Quantität davon, die man mit noch einmal so viel klaren Sande oder mit Bolus vermischen muß. Diese Vermischung thue man in eine steinerne Retorte, und, nachdem man ein oder zwey Maaß gemeines Wasser in eine große gläserne Vorlage mit einem langen Halse gegossen, stecke man die Retorte an diese Vorlage, und setze sie ins bloße Feuer. Man gebe zwo Stunden kleines Feuer, darauf vermehre man es nach und nach, bis es sehr heftig wird. Man setze dieses Feuer drey Stunden fort, so wird man bemerken, daß anfänglich in die Vorlage ein wenig Phlegma, darauf ein wenig flüchtiges Salz, und alsdenn viel schwarzes und stinkendes Oel übergehen wird. Endlich wird die Materie des Phosphori unter der Gestalt weißer Wolken kommen, welche sich an die Seiten der Vorlage anhängen, oder in Gestalt eines kleinen sehr feinen Sandes auf den Boden derselben fallen werden. Man lasse alsdenn das Feuer ausgehen und nehme die Vorlage ab. Man thue diese Phosphoruskörner in kleine blecherne Tiegel; man gieße ein wenig Wasser darauf,

(a) Mém. de l'Acad. des Sciences, 1692.
(b) Mém. de l'Acad. des Scienc. 1707.

darauf, und erhitze die Tiegel gehörig, daß die phosphorische Materie schmelzen kann. Man lasse diese Tiegel wieder kalt werden, indem man kaltes Wasser darauf gießet, so wird man alsdenn selbigen in Gestalt kleiner Stäbe, die man im Wasser aufbehalten muß, herausnehmen können.

§. 335.

Fortsetzung. Der Urin ist nicht die einzige Unreinigkeit vom Menschen, welche Phosphorus liefert. Nachdem Herr Homberg über die Theile, woraus dieser Körper bestehet, lange Zeit Betrachtungen gemacht hatte, glaubte er, daß die gröbsten Unreinigkeiten, wenn man sie auf die gehörige Art behandelte, eben diese Wirkung thun müsten, und es gelung ihm, welchen aus dem Kothe zu machen. (a) Dieser letztere Phosphorus zeigt sich unter der Gestalt des Schießpulvers, und entzündet sich in der Luft, ohne Flamme von sich zu geben. Man nennt ihn Pyrophorus. Seit dieser Entdeckung des Herrn Hombergs, hat man es auch dahin gebracht, Pyrophorus zu machen, indem man statt des Kothes, wovon er Gebrauch machte, Honig darzu genommen.

Wenn man einen solchen Phosphorum machen will, so nimmt man einen Theil Honig und drey Theile pulverisirten Bergalaun, welches man genau mit einander vermischet. Man läßt diese Materie in einer Pfanne verkalken, so, daß sie vollkommen trocken, und darinnen wie zu einer Art von Rinde werde, wobey man sie beständig mit einem eisernen Spatel umrühret. Man nimmt sie darauf zusammen, zerdrückt sie, und macht sie zu einem groben Pulver. Man thut dieses Pulver in einen Brennkolben, der zwey Drittel darüber hält. Man setzet den ganzen Bauch dieses Brennkolbens in Sand, der sich in einem Schmelztiegel befindet, den

(a) Mém. de l'Acad. des Scienc. 1710.

man in einen Reverberirofen stellt, und selbigem eine Viertelstunde nur ein kleines Feuer giebt. Dieses Feuer vermehrt man darauf eine halbe oder drey Viertelstunden. Man verstärkt es nach diesem eine ganze Stunde, so lange, bis die Materie roth wird. Man siehet alsdenn aus dem Halse des Brennkolbens einen dicken Rauch, und gewöhnlich hernach eine kleine violblaue Flamme herausgehen. Nun lässet man das Feuer nach und nach ausgehen, und wenn es so weit verlöscht ist, daß man den Brennkolben angreifen kann, so verstopft man ihn feste mit einem Korkstöpsel und mit Kütte, und nimmt ihn aus dem Sande. Die schwarze Materie, die sich darinnen befindet, ist der Phosphorus, den man alsdenn in kleine Flaschen gießt und an einem trockenen und schattigten Orte verwahret.

Wenn man einige Körner von diesem Pulver auf ein Pappier schüttet, so werden sie sich in kurzer Zeit entzünden und das Pappier verbrennen. Diese Wirkung folgt nothwendig aus der Beschaffenheit dieses Pulvers. Dieß ist eine durch das Feuer stark verkalkte Materie, die vermittelst desselben aller Feuchtigkeit, so, wie eines großen Theiles ihres Oeles und ihres flüchtigen Salzes, beraubt worden ist. Diese Theile haben bey ihrer Zerstreung eine Menge kleiner leerer Räume gelassen, so, daß nach der Verkalkung, wie Herr Homberg anmerket, dieses Pulver weiter nichts, als ein schwammiges Gewebe von irdischer Materie ist, die in ihrem festen Salze ein wenig von ihrem stinkenden Oele zurück behalten hat, deren Pori und leeren Plätze aber einen Theil der feurigen Materie, die sie durchdrungen hat, einige Zeit behalten. Dieses feste Salz ist alsdenn sehr bequem, die Feuchtigkeit der Luft, von welcher es berührt wird, zu verschlingen. Nun können diese wässerigen Theile nicht begierig in diese Poros dringen, ohne darinnen ein Reiben zu verursachen, welches hinlänglich ist, die feurigen

Theile,

Theile, die sich darinnen aufhalten, anzutreiben, sich zu entwickeln, und das wenige Oel, welches sich leicht entzündet, und welches der Gewalt der Verkalkung entwischet ist, zu verbrennen.

Der Beweis, den Herr Homberg davon anführet, bestehet darinnen, daß, wenn dieses Pulver in einem Gefäße, welches nicht fest verstopft ist, verwahret wird, selbiges nach und nach die Feuchtigkeit der Luft an sich ziehet, und unvermerkt seine Kraft verlieret, ohne daß es sich entzündet hätte, weil die wässerigen Dünste, die hineingegangen sind, es in so geringer Menge auf einmal durchdrungen haben, daß sie eine sehr merkliche Wirkung nicht haben erregen können.

§. 336.

Leuchtender Phosphorus.

Außer den eben gedachten brennenden Phosphoren, hat man auch eine Menge andere, die blos leuchtend und nicht bequem sind, die geringste Hitze zu machen. Dergleichen sind z. B. der Bolognesische Stein, das Quecksilber in dem luftleeren Raume, u. s. f. Alle diese Phosphori, von welcher Art sie auch sind, erfordern zu ihrer Zubereitung eine besondere Sorgfalt und eine beständige Uebung in der Kunst, mit vermischten Dingen umzugehen. Die Natur, die fruchtbarer ist, als die Kunst, giebt uns eine ungeheure Menge von Phosphoris, welche nur von einigen Zufällen, die in den Körpern sehr gewöhnlich sind, abhängen. Denn die Erfahrung lehrt uns, daß alle Körper phosphorisch sind, wenn wir die Metalle und die braunen Körper davon ausnehmen. Boyle, und nach ihm Du Fay, entdeckten diese Eigenschaft in den Foßilien. Der erste schrieb eine besondere Abhandlung von einem Diamante, den er leuchtend fand. Du Fay behauptete, daß diese Eigenschaft hauptsächlich dem gelben zukomme.

Der berühmte Beccaria, Professor zu Bologna, hat gefunden, daß alle Körper diese Eigenschaft besitzen,

ausgenommen einige, wovon er uns ein Verzeichniß gemacht hat. Um diese Eigenschaft in den Körpern leicht zu entdecken, verschloß er sich in eine finstere Kammer, und vermittelst eines Drehladens, wie sie in den Nonnenklöstern sind, brachte er die Körper, die er untersuchen wollte, aus dem hellen Tageslichte plötzlich in die Finsterniß.

Man kennet eine Menge thierischer Materien, in welchen sich diese Kraft auf eine sehr merkliche Art offenbaret. Wir haben in Frankreich eine kleine Fliege, die man als das Weibchen eines Käfers ansiehet, deren Haut am Bauche durchsichtig ist, und ein Licht, das sehr stark ist und aus ihren Eingeweiden herausgeht, von sich giebt.

Man findet ähnliche Fliegen in Spanien und in Italien; man nennt sie Lucciola. Der Dunstkreis ist davon angefüllet und erleuchtet.

Auf den Antillischen Inseln findet man eine Art von Fliege, die sehr dick ist, die bey der Nacht leuchtet, und die man alle vierzehn Tage erneuert.

Diese Arten von Fliegen machen oft die Körper, auf welche sie sich setzen, leuchtend, wie ehemals Bartholin, in Ansehung gewisser Speisen, die er bey der Nacht leuchten sahe, glaubte. Paulini führt ein ähnliches Beyspiel an: (a) Als der Koch der Mönche von Corbey am Abende vor S. Vitus im Jahre 868. zu Mitternacht aufstand und die Thüre der Speisekammer aufmachte, wurde er gewahr, daß alles darinnen von Lichte schimmerte.

Das Tagebuch der Gelehrten berichtet uns, daß man eines Tags zu Orleans das Fleisch in den Bänken wie einen Phosphorus leuchten gesehen habe. (b)

§. 337.

(a) Recueil d'Avantures memorab. 1686.
(b) Journ. des Sav. Jun. 1683.

§. 337.

Das Bestreben, welches gewisse Substanzen anwenden, sich zu durchdringen und sich durch ihr Durchdringen zu vereinigen, ist die dritte Art, in ihren unmerklichen Theilen eine hinlängliche Erschütterung hervorzubringen, die bequem ist, die Materie des Feuers anzutreiben, sich zu entwickeln und sich äußerlich zu offenbaren. Man kennet in der Naturlehre, unter dem Namen der **Gährungen**, die Wirkungen, welche aus diesen Arten von Vermischungen entstehen. Es muß gleichwohl angemerket werden, daß man diese Wirkungen fälschlich als wahre Gährungen ansiehet. Denn wie Herr **Homberg** (a) sehr wohl anmerket, so findet diese Operation nur statt, wenn in einer Vermischung eine Trennung der schwefflichen Materie von der salzigen Materie von Natur geschieht, oder wenn durch die Verbindung dieser beyden Materien von sich selbst irgend eine Vermischung entstehet. Dritte Art der Hervorbringung des Feuers.

Allein, damit wir uns nach dem seit langer Zeit in der Schule eingeführten Gebrauche richten, wollen wir unter den allgemeinen Namen von **Gährungen** die drey folgenden Wirkungen setzen, nämlich die einfache Aufbrausung, die mit einem Kochen verknüpfte Aufbrausung, und diejenige, welche von einem Aufkochen und von einer Entzündung begleitet wird.

Man muß unter **Aufbrausen** die Hitze verstehen, welche aus der Vermischung von zween Liquoren entsteht, die sich einander durchdringen.

Man nennt das Aufkochen die Luftblasen, die sich erheben, wenn zween flüßige Körper auf einander wirken, oder wenn ein flüßiger auf einen festen Körper wirket, wie es bey der Auflösung gewisser Salze durch scharfe Säuren geschiehet.

(a) Mém. de l'Acad. des Scienc. 1701.

Die dritte Erscheinung findet statt, wenn das Durchdringen der flüßigen Körper so weit getrieben wird, daß sie eine hinlängliche Menge von Feuer entwickeln, um die verbrennlichen Theile der Vermischung anzuzünden und zu verbrennen.

§. 338.

Scharfe Säuren u. Alkalia.

Ehe ich mich in die umständliche Beschreibung dieser verschiedenen Erscheinungen einlasse, befinde ich für gut, hier zu erklären, was die Scheidekünstler unter dem Namen von scharfen Säuern und von Alkalien verstehen.

Diese beyden Substanzen sind ursprünglich zwo Arten von Salzen. Die erste erscheint unter der Gestalt eines kleinen länglichen und an seinen beyden Enden spitzigen oder schneidenden Körpers, und erregt eine Empfindung der Schärfe auf der Zunge.

Das Alkali ist eine andere Art von rauhen, ungleichen, porösen Salze, und erregt auf der Zunge eine Empfindung der Säure.

Man findet viele Substanzen, die in die Classe der Alkalien gesetzt werden; allein das Wahre ist dasjenige, welches man aus einer Pflanze Kali oder Soude genannt, die in Languedoc, in der Gegend von Narbonne, und gegen die Spanischen Küsten zu häufig wächst, ziehet. Die mit diesen verschiedenen Salzen geschwängerten Säfte werden scharfe oder alkalinische Säuren genannt, nachdem sie von dem einen, oder von dem andern dieser Salze durchdrungen sind.

Man kennt die sauren Säfte nicht allein aus ihrem Geschmacke, der dem Safte von unzeitigen Trauben ähnlich ist, sondern auch an der Eigenschaft, die sie haben, alle blaue oder violette Farben der Pflanzen in roth zu verwandeln.

Man

Man breite eine gewisse Quantität Veilgensyrup in Wasser aus, man gieße auf diese Vermischung einige Tropfen Salpetergeist, welcher eine scharfe Säure ist, so wird die Farbe der Vermischung roth werden.

Man erkennet auch die Säuren aus ihrer Verwandschaft mit der Erden, hauptsächlich mit denen, die man als solche, die nicht zu Glase werden, betrachtet, und absorbirende nennet. Denn man bemerkt beständig, daß, wenn man eine scharfe Säure mit einer absorbirenden Erde verbindet, diese beyden Substanzen sich mit solchem Ungestüm vereinigen, daß man sogleich eine Art von Aufkochen hört, welches unterdessen nach der Güte der Säure mehr oder weniger stark ist. Dieses Aufkochen wird von Hitze und von Dünsten begleitet, die sich in dem Augenblicke der Vereinigung dieser beyden Wesen erheben.

Man gieße Salpetergeist auf Kreide. Das Aufkochen und die Dünste werden sich sehr deutlich verspüren lassen. Wenn man sich aber der Hitze, die aus dieser Vermischung entsteht, versichern will, so tauche man die Kugel eines Thermometers hinein, so wird man sehen, daß der Liquor viele Grade in der Röhre in die Höhe steigt. Es entsteht aus der Verbindung dieser beyden Wesen ein drittes, welches von den beyden andern verschieden ist, welches die Scheidekünstler Mittelsalz nennen.

Die alkalischen Säfte werden an der Eigenschaft, die sie haben, die blaue oder violette Farbe der Pflanzen in grün zu verwandeln, erkannt.

Man gieße Weinsteinöl, welches ein alkalischer Saft ist, auf Veilgensyrup, welcher in einer hinlänglichen Quantität Wasser ausgebreitet ist, so wird die Farbe der Vermischung grün werden.

§. 339.

Fortsetzung. Das Weinsteinöl, oder vielmehr dasjenige, welches man gewöhnlich Weinsteinöl nennet, ist eigentlich kein Oel. Es ist eine bloße Auflösung von Weinsteinsalze, die durch ein wässeriges Mittel geschehen ist. Um diese Auflösung zu machen, nimmt man eine gewisse Menge Weinsteinsalz, welches ein vermittelst der Verkalkung aus Weinhefen gezogenes Salz ist. Man thut dieses Salz in ein Gefäß, das breiter, als tief ist, und setzt es an einen feuchten Ort. Dieses Salz wird alsdenn von einer mit vielen wässerigen Theilen beladenen Luft berührt. Da nun die meisten Salze, aber hauptsächlich das Weinsteinsalz, mit dem Wasser eine so große Verwandschaft haben, daß, wenn sie nur noch eine Quantität davon behalten, die hinreichend ist, daß sie in der Gestalt der Salze bleiben können, sie begierig dasjenige, wovon sie berührt werden, annehmen, so verschlingen sie es, so zu reden, und gehen alsdenn aus dem festen Zustande in den Stand der Flüßigkeit über, und dieß ist die Veränderung, welche die Scheidekünstler Deliquium nennen, daher die Redensart: in Zerschmelzung fallen, oder durch Zerschmelzung gemachter Liquor, gekommen ist.

§. 340.

Erklärung des Aufbrausens. Nachdem ich diese Begriffe entwickelt habe, will ich die drey obgedachten (§. 337.) Erscheinungen hintereinander prüfen:

Die erste von diesen drey Erscheinungen, nämlich das einfache Aufbrausen, ist weiter nichts, als gewisse Grade von Hitze, die aus der Vermischung von zween flüßigen Körpern, die sich durchdringen, entstehen.

Man thue zween Theile Wasser in ein Gefäß, und einen Theil Weingeist, der von seinem Phlegma wohl gereinigt ist, in ein anderes. Man gebe diesen beyden flüßigen

flüßigen Dingen eine hinlängliche Zeit, daß sie die Temperatur, die alsdenn in dem Dunstkreise herrschet, erlangen können, wovon man sich vermittelst eines Thermometers versichern kann. Man gieße alsdenn schnell das Wasser auf den Weingeist, so wird man bemerken, 1.) daß diese beyden Säfte einen Theil ihrer Durchsichtigkeit verlieren werden, denn die Vermischung wird trüber. 2.) Werden sich an der Oberfläche einige Luftblasen erheben. 3.) Wird sich die Temperatur der Vermischung um 5 bis 6 Grade vermehren.

Man weiß, daß bey dieser Vermischung, so, wie bey einer jeden andern von dieser Art, die Theilchen eines von diesen flüßigen Körpern in die Theilchen des andern, welcher poröser und leichter ist, als jener, eindringen. Man weiß auch, daß die mehr oder weniger große Gewalt, welche diese Körper anwenden, sich zu durchdringen, die Ursache der Entwickelung der feurigen Materie ist, die alsdenn die Wärme der Vermischung vermehret. Allein man ist in Ansehung der Ursache, die die Durchdringung dieser flüßigen Dinge verursachet, nicht so einig; das ist, man ist in Betracht der Natur dieser Gewalt, welche die Theilchen des einen Flüßigen antreibt, in die Theilchen des andern einzudringen, nicht einig. Dieser Streit, der sich seit langer Zeit in der Schule erhoben hat, ist eben derjenige, wovon ich schon (§. 5.) in Ansehung der Berührung der Bestandtheile der vermischten Dinge, gehandelt habe. Man kann dasjenige, was ich in der Absicht gesagt habe, zu Rathe ziehen, und auf gegenwärtigen Fall die gehörige Anwendung machen.

§. 341.

des Aufwallens.

Ich habe bey dem vorigen Versuche angemerkt, daß sich einige Luftblasen auf der Oberfläche der Vermischung erheben. Die Erklärung dieser Erscheinung wird besser ihren Ort finden, wenn man

man die Vermischung einer scharfen Säure mit einem Alkali betrachtet, welches eine mit Aufwallung begleitete Aufbrausung verursachet.

Wenn man Salpetergeist auf Weinsteinöl per deliquium gießet, so wird man eine größere Aufbrausung, als vorher, und eine merklichere Aufwallung gewahr werden.

Die Aufbrausung kommt, wie ich schon gesagt habe, von der Durchdringung und von den Stößen zwischen den Theilen dieser beyden flüßigen Körper her, welches eine Erschütterung, die die feurige Materie entwickelt, verursachet, und da die Wirkung dieser beyden flüßigen Körper sich zu durchdringen, stärker ist, so ist auch die Aufbrausung größer, als diejenige, welche aus der Vermischung des Weingeistes und des gemeinen Wassers entsteht. Da auch das Aufwallen von den Luftblasen herkommt, welche sich von den Theilchen dieser flüßigen Körper, durch die Mühe, die sie anwenden, sich zu durchdringen, loßmachen, so muß dieses Aufwallen auch stärker seyn, weil das Durchdringen mit mehrerer Wirksamkeit geschiehet. Diese Luftblasen sind desto merklicher, da sie durch die feurige Materie, die die Vermischung erhitzet, noch mehr ausgedehnet werden.

Man siehet auch in dieser Vermischung eine Art von Dampfe, der aufsteiget. Dieser Dampf kommt von den wässerigen Theilen des Alkali her, die durch die ebengedachte feurige Materie in Dünsten aufsteigen.

Dieser Dampf wird sehr merklich seyn, wenn man die Hälse der beyden Flaschen, wovon die eine Salpetergeist, und die andere flüchtigen Salmiaksgeist enthält, zusammenbringt. Dieser Dampf kommt gleichfalls von der eben erwähnten Ursache her. Er wird von den wässerichen Theilen des flüchtigen Salmiaksgeistes, die in Dünsten aufsteigen, hervorgebracht.

§. 342.

§. 342.

Fortsetzung.

Die scharfen Säuren und die Alkalis haben also eine große Neigung, sich zu vereinigen. Die Scheidekünstler sehen auch das mineralische Alkali als die Grundlage der scharfen Säuren an. Dieses Alkali ist von dem vegetabilischen darinnen unterschieden, daß dieses letztere durch die Verbrennung aus den Pflanzen gezogen wird. Das mineralische Alkali im Gegentheile befindet sich schon ganz gebildet in den Eingeweiden der Erde. Die Alten kannten dieses letztere unter dem Namen des Natrum. Dieses Alkali ist es, welches die Grundlage und den Urstoff des Seesalzes ausmacht. Alle Seepflanzen liefern eine große Quantität desselben.

§. 343.

Fortsetzung.

Die Begierde, mit welcher die Säuren und die Alkalia sich zu vereinigen suchen, bringt oft erstaunenswürdige Erscheinungen hervor, die desto schwerer zu erklären sind, da ein jeder sie nach dem allgemeinen Lehrgebäude, das er angenommen hat, beurtheilet. Wir haben ein Beyspiel von diesen Arten von Erscheinungen in dem Coagulo, welches aus der Vermischung des Kalköles mit dem Weinsteinöle per deliquium entstehet.

Wenn man ungefähr gleiche Theile von Weinsteinöle und von Kalköle mit einander vermischet, und diese beyden Säfte stark schüttelt, so wird die Flüßigkeit verschwinden, und die Vermischung wird eine so feste Verdickung annehmen, daß man die daraus entstehende Masse wird angreifen, und einen Körper, von was für einer Gestalt man will, daraus bilden können.

Wenn man die erste Ursache, die die Durchdringung dieser beyden flüßigen Körper veranlasset, suchet, so gestehe ich, daß diese Erklärung sich auf die allgemeine

Ursache

Ursache der Verwandschaften, und auf das gegenseitige Bestreben, womit die Körper auf einander wirken, gründet. Wenn man aber die unmittelbare Ursache der Verdickung, die man nach der Vermischung bemerket, suchet, so muß man die Natur der flüßigen Dinge, die sie ausmachen, betrachten.

Nun sind die Theile dieser Vermischung das Oel von Kalke, welcher ein Mittelsalz mit irdischer Grundlage ist, dessen Säure die Säure des Meersalzes und die Grundlage einer Kalkerde ist. Das Weinsteinöl ist ein festes Alkali, welches in der möglichen geringsten Quantität von Wasser sich auflößt. Wenn man diese beyden Säfte vermischet, so verbinden sich die Seesalzsäure und das feste Alkali nach den allgemeinen Gesetzen, die diese beyden Arten von Salzen sich zu vereinigen antreiben, mit einander. Aus dieser Vereinigung entsteht ein Mittelsalz, welches nur in vielen Wasser aufgelöset bleibet, und die Kalkerde, welche dem Kalköle zur Grundlage diente, wird in der Gestalt einer im Wasser unauflößlichen Erde niedergeschlagen. Wenn diese Vermischung in einer großen Menge Wasser vorgenommen würde, so würde sich diese Erde absondern und auf den Boden des Gefäßes fallen, und das Mittelsalz, welches sich erzeugte, würde aufgelößt bleiben. Da aber das Weinsteinöl die mögliche kleinste Quantität Wasser enthält, so kann dieses Salz nicht aufgelößt werden, und das Niederschlagen der Kalkerde geschieht nur unvollkommen. Das Mittelsalz macht also darauf kleine matte Krystallen, die sich mit dieser Erde vereinigen, und eben die Quantität Wasser, welche vor der Vermischung hinreichte, alles in Auflösung zu erhalten, reicht nicht mehr zu, die zurückgebliebenen Massen dieser Vermischung aufzulösen, und dient, einen weichen Teig davon zu machen, wie die Erfahrung lehret.

§. 344.

§. 344.

Die Durchdringung der flüßigen Dinge zeigt uns noch eine andere Erscheinung, die zu bemerken ist, nämlich, eine starke Aufbrausung, die mit Aufkochung und Entzündung begleitet ist. Aufbrausung und Entzündung.

Diese Erscheinung kommt von eben der Ursache her, welche bey den vorigen Versuchen die flüßigen Körper, wovon wir Gebrauch gemacht haben, antreibt, sich zu durchdringen. Der Unterschied, den man hier bemerkt, kommt daher, daß die flüßigen Körper, wovon wir handeln wollen, sich mit einer größern Begierde durchdringen, und daher, daß die Materie des Feuers nicht so eingehüllet ist, und folglich einen merklichern Ausbruch machet, und eine Hitze, die bis zur Entzündung geht, hervorbringt.

Man thue in ein großes recht trockenes Glas vier Quent. Terpentinöl; man thue in ein anderes drey Quent. rauchenden Salpetergeist, und ein Quent. concentrirtes Vitriolöl. Man binde dieses letztere Glas an das Ende eines Stockes, der drey bis vier Fuß in der Länge hat, und gieße nach und nach diese letztere Vermischung in das erste Glas, so wird man alsdenn ein heftiges Aufbrausen bemerken, worauf ein dicker Rauch und eine Flamme folgen wird, die einige Fuß über das Glas steigen wird.

Dieser Versuch war schon den Alten bekannt. Olaus Borrichius, wie Herr Homberg sehr wohl anmerket, (a) war der erste, der ihn machte. Er bediente sich nur des Vitriol- und des Terpentinöls. Allein es währte nach diesem geschickten Scheidekünstler eine lange Zeit, ohne daß man es mit einem glücklichen Erfolge wiederholen konnte. Es geschahe erst im Jahre 1698. daß es

(a) Mém. de l'Acad. des Sciences, 1701.

es dem Herrn von Tournefort gelang, von Sassafraß abgezogenes Oel anzuzünden. Dem Herrn Homberg gelang es gleichfalls, diese Entzündung zu machen, und er fand durch die Untersuchungen, die er anstellte, daß alle von den Indianischen Gewürzpflanzen abgezogenen wesentlichen Oele, als die Oele vom Zimmte, von den Nelken, vom Cardemum und von andern auf gleiche Weise den Versuch verstatteten, wenn man von einer Säure, die von ihrem Phlegma wohl gereinigt ist, aber besonders von der Salpetersäure Gebrauch machte. (a) Er brachte es auch dahin, daß er Terpentinöl anzündete, aber er verlangt dabey, daß man sich desjenigen bediene, welches bey dem Abziehen zuletzt herüber geht; das ist, desjenigen, welches dicke ist und dessen Farbe ins Rothe fällt, und er versichert, daß dasjenige, welches zuerst in die Höhe steigt und weiß ist, sich niemals entzünde. Er glaubt, daß diese Wirkung daher komme, weil dieses Oel allezeit mit der Säure des Harzes vermischt ist, welches macht, daß die Säure nicht mit so vieler Begierde in selbiges dringet, weil es schon eine Säure bey sich hat; anstatt daß es mit großem Ungestüm in das rothe Terpentinöl dringet, welches keinen sauern Theil enthält, wodurch denn das Reiben in der Vermischung der Säure mit diesem letztern Oele viel heftiger gemacht wird.

Herr Homberg bestätigt diese Vorstellung durch folgenden Versuch: Er lößte Kampfer in Zimmetöl auf, und goß Salpetergeist auf diese Auflösung, und ob gleich eben dieser Salpetergeist das Zimmetöl allein anzündete, so konnte er doch nicht das Zimmetöl, wenn es mit dem Kampfer vermischt war, anzünden. Er schreibt diese Wirkung der natürlichen Säure des Kampfers zu, die sich in dem Zimmetöle ausbreitet. Obgleich diese Meynung wohl gegründet zu seyn scheinet, so hat doch Herr Geof-

(a) Mém. de l'Acad. des Sciences, 1701.

Geoffroy die Unrichtigkeit derselben gezeigt, (a) und durch die Erfahrung bewiesen, daß der Mangel der Entzündung von der Säure, und nicht von dem Oele, von dem man Gebrauch macht, herkommt, weil er es dahin brachte, nicht allein Oele, die aus ausländischen Pflanzen gezogen waren, sondern auch wesentliche Oele der Europäischen Pflanzen zu entzünden, wenn er eine gehörig concentrirte Säure darzu nahm. Während daß dieser geschickte Scheidekünstler diese Entdeckung in Frankreich bekannt machte, offenbarte sie Herr Hofmann in Deutschland. Herr Rouelle, dessen Einsicht jedermann kennet, hat diese Untersuchungen noch weiter getrieben. Denn er hat es endlich so weit gebracht, alle Arten von fetten Oelen, als das Nußöl, Hanföl und andere anzuzünden, so, daß, wenn man sich nur der rechten Säure dabey bedienet, man gewiß versichert seyn kann, daß kein Oel ist, das man nicht anzünden könne.

§. 345.

Fortsetzung. Die Entzündung, der, aus den Indianischen Pflanzen gezogenen wesentlichen Oele, zeigt uns noch eine andere Erscheinung, die gar wohl eine nähere Untersuchung verdienet.

Man thue in ein wohl abgewischtes Glas 3 Quent. Franzosenholzöl, und gieße, aber nach und nach, 5 bis 6 Quent. rauchenden Salpetergeist darauf. Es wird sich alsdenn eine sehr starke Aufbrausung zeigen, die von einem sehr dicken Rauche und oft von einer Flamme begleitet seyn wird, in deren Mitte sich eine Art von schwammigen Wesen erhebet, das man den philosophischen Schwamm nennet.

Das Aufbrausen, welches man bey diesem Versuche bemerket, kommt von eben den bereits angezeigten Ursachen

(a) Mém. de l'Acad. des Sciences, 1726.

chen her. Allein diese schwammige Masse, die sich in der Mitte des Glases erhebet, stammt größtentheils von den Lufttheilchen her, die unter den Oeltheilchen entwickelt werden. Diese, durch die Hitze verdünnte Luft, erweitert sich, und sucht in den Dunstkreis zu entwischen. Allein sie wird von den öhlichen Theilen, welche, da sie, so wie sie der feurigen Materie überlassen sind, klebricher und zäher werden, zurückgehalten, so, daß sie sich mit einander erheben, und den schwammigen Körper, den man bey diesem Versuche bemerket, hervorbringet.

§. 346.

Mittel, das Feuer zu unterhalten.

Wir wollen dasjenige, was wir von dem Feuer haben anmerken wollen, mit der Untersuchung der Mittel, die zu seiner Unterhaltung bequem sind, beschließen.

Da das Feuer in einer beständigen Bewegung ist und sich auf allen Seiten auszubreiten sucht, so braucht es 1.) eine bequeme Nahrung, die sein Wesen unterhält. 2.) Ein hinlängliches Hinderniß, welches sich seiner Loßmachung von den Körpern, die es verbrennet, widersetzet, damit es sich nicht zerstreue.

§. 347.

Dessen Nahrungsmittel.

Es scheint, daß das Oel überhaupt die wahre Nahrung des Feuers ist, weil, wenn man die Theile der vermischten Dinge, die der Wirkung des Feuers überlassen werden, zusammen nimmt, die Erfahrung uns lehret, daß man sie alle wieder findet, ausgenommen die öligen Theile, die verzehret worden sind. Es haben daher, wie es die Marquisin von Chatelet (a) anmerket, einige Naturkündiger fälschlich behauptet, daß das Feuer seine eigene Nahrung wäre, und daß dasjenige, was den vermischten Dingen, deren Theile man sammlet, fehlt, weiter nichts als das von ihren

(a) Sur la Nat. & la Propag. du Feu.

ihren Poris getrennte Feuer selbst wäre. Wenn diese Meynung richtig wäre, so müsse der Todtenkopf, den man nach dem Abziehen ganz trocken herausnimmt, entzündbar seyn, weil er allezeit Feuer enthält.

§. 348.

Hinderniß seiner Zerstreuung.

Obgleich die Nahrung dem Feuer nicht mangelt, so muß es doch außerdem eine Hinderniß finden, die sich seiner Zerstreuung widersetze. Der Urheber der Natur, welcher allen Bedürfnissen des Menschen hat zuvorkommen wollen, hat unsere Erdkugel mit einem Dunstkreise umgeben, der uns mehr als einen Vortheil giebt, wie ich schon angemerkt habe. Dieser Dunstkreis kommt uns auch hier zu Hülfe, und befreyet uns von einer Mühe, die uns nicht wenig zu thun geben würde, wenn wir für die Unterhaltung des Feuers, das wir so oft brauchen, beständig selbst wachen müsten. Der Druck und die Schnellkraft der Luft sind darzu hinreichend.

Es ist niemand, der nicht erfahren habe, daß das Feuer niemals heftiger ist, als wenn die Kälte am stärksten ist. Je kälter es nun ist, desto dichter ist die Luft, und destomehr ist ihre Schnellkraft gespannet, und folglich ist die Luft desto bequemer, gegen die feurigen Theile, die beständig sich von der angezündeten Materie zu trennen suchen, zu wirken. Wenn man eine glühende Kohle in die Sonnenstrahlen, da die Luft sehr verdünnet ist, legt, so wird die Hitze, die sie erregt, immer unmerklicher, und sie verlöscht in kurzer Zeit.

Will man diese Vorstellung durch einen entscheidenden Versuch bestätigen, so setze man unter den Recipienten der Luftpumpe ein Räderwerk, welches zween stählerne Bogen, die durch ihren Umlauf an einen Flintenstein schlagen, schnell herumdrehet. Dieser Stein wird eine große Anzahl starker Funken von sich geben,

so länge der Recipient mit Luft angefüllet seyn wird. Man leere einen Theil dieser Luft aus, so werden die Funken nicht so zahlreich und nicht so stark seyn. Man pumpe endlich den Recipienten so sehr aus, als es möglich ist, so wird man kaum einige Funken noch herauslocken, und sie werden sehr blas aussehen.

Der berühmte Boyle hat eine merkwürdige Reihe von Versuchen angestellet, welche alle beweisen, daß das Feuer in dem leeren Raume weder entstehen, noch sich erhalten kann. (a)

Nachdem er zween leuchtende Würmer unter einen dünnen gläsernen Recipienten gesetzt hatte, wurde das Licht schwächer und verlöschte bald darauf, und es kam nicht eher wieder zum Vorscheine, als bis er ihm wieder Luft gab, welches er verschiedenemal wiederholete.

Damit man aber diesen Erfolg nicht einer besondern Wirkung des Thieres in dem leeren Raume, welches alsdenn diese ausdünstliche Materie zurückhält, zuschreiben möchte, wiederhohlte Boyle verschiedenemale und mit gleichem Erfolge diesen Versuch mit Würmern, die er tödtete, ehe er in dem luftleeren Raume den Versuch damit machte.

Man kann also nicht läugnen, daß die Luft durch ihre Dichtigkeit und durch ihre Schnellkraft das Feuer beständig unterhält.

(a) Nova Experiment. circa relat. inter Aerem & Flam. vital. animal.

Neunter Abschnitt.

Von der Electricität.

§. 349.

Vornehmstes Kennzeichen der electrischen Erscheinungen.

Wir haben in dem vorigen Abschnitte (§. 333.) angemerket, daß ein schnelles Reiben die Feuermaterie anreizet, sich zu entwickeln, und sich äußerlich zu zeigen. Es giebt gewisse Körper, in welchen sich diese Materie auf eine ähnliche Art entwickelt, und verschiedene von den Wirkungen, die wir in dem vorigen Abschnitte bereits angemerkt haben, hervorbringet. Diese Wirkungen, wovon wir hier handeln wollen, sind in der Naturlehre unter dem Namen electrischer Erscheinungen bekannt; weil man die feurige Materie, welche sich bey diesem Umstande zeigt, die electrische Materie nennet. Eines von den Hauptkennzeichen dieser Materie, und welches hauptsächlich dienet, sie in den Körpern, worinnen sie sich entdeckt, bekannt zu machen, ist die Eigenschaft, die sie alsdenn erlangen, daß sie leichte Körper, die man ihnen nähert, an sich ziehen.

§. 350.

Ursprung der Benennung der Electricität.

Den Alten war diese Eigenschaft in dem Bernsteine bekannt. Thales, welcher 600 Jahre vor Christi Geburt lebte, verwunderte sich, als er sahe, daß ein Stück Bernstein, welches gerieben wurde, leichte Körper an sich zog, dergestalt, daß er selbiges für beseelt hielt. Da nun der Bernstein bey den Alten unter dem Namen des Electron bekannt war, und die Lateiner selbigen Electrum nannten, so haben sich die Franzosen des Wortes Electricität bedienet, die Eigenschaft, welche die Körper durch das Reiben, oder durch ein anderes Mittel erlangen,

und welche sie geschickt macht, leichte Körper an sich zu ziehen, auszudrücken.

Die Alten entdeckten diese Eigenschaft in einigen kostbaren Steinen, als im Gagathe und im Bernstein. Plato, (a) Theophrast, (b) Plinius, (c) Strabo, (d) Dioscorides, (e) Plutarch (f) und viele andere thun in ihren Werken davon Meldung.

§. 351.

Geschichte dieser Lehre.

Obgleich den Alten diese Sache bekannt war, so haben sie uns doch von dieser Materie in ihren Schriften nichts wichtiges hinterlassen. Erst seit dem letzten Jahrhunderte haben die Naturkündiger ihre Aufmerksamkeit auf diese Untersuchung gerichtet. Die ersten, die sich damit beschäftigt haben, sind Gilbert, ein Englischer Arzt, der vor dem Jahre 1600. lebte, (g) Gassendi, (h) und die Mitglieder der Akademie zu Florenz. (i) Diese großen Männer waren es, welche den Wetteifer der Naturkündiger rege machten, und welche man als die ersten Urheber der unermeßlichen Entdeckungen, die seit ihnen in dieser Materie gemacht worden sind, ansehen kann. Gilbert, dessen ich gedacht habe, entdeckte diese Eigenschaft in vielen Körpern, worinnen man sie niemals vermuthet hätte. Ich kann hier den sinnreichen Proceß, wovon er Gebrauch machte, um sie in vielen Körpern, in welchen sie zu schwach war, als daß man sie durch die gewöhnlichen Wege finden konnte, zu entdecken, nicht mit Stillschweigen übergehen. Er nahm eine Nadel von der Art derjenigen, welcher man sich bedienet, mit dem Magnete Versuche zu machen, steckte sie auf eine Angel, und hielt in einiger Entfernung Körper,

(a) In Timæo, pag. 547. (b) De Lapidibus, p. 395. (c) Hist. nat. Lib. 37. c. 3. (d) Lib. 15. (e) Lib. 2. c. 100. (f) T. I. p. 105. (g) De Magnete Lib. 2. c. 2. (h) Phys. Sect. I. Lib. 2. (i) Tentam. Florent. Part. II. p. 81.

Körper, die er rieb, daran. Wenn nun diese Körper electrisch waren, so gab die Nadel ihrem Eindrucke nach, und setzte sich in Bewegung.

Man kann diesen Versuch mit Gummi, mit Harzen, mit Edelgesteinen und mit gläsernen Röhren leicht wiederholen, und man wird bemerken, daß die Bewegung der Nadel desto geschwinder und schneller seyn wird, je electrischer diese Körper seyn werden.

§. 352.

Otto von Gericke Erfindung.

Der sinnreiche **Otto von Gericke** (a) erfand eine Kugel von Schwefel, in der **Größe eines Kinderkopfs**, die er vermittelst eines Griffes, den er an seine Axe steckte, zwischen zwo Säulen herumdrehen ließ, während daß ein anderer sie mit der Hand rieb. Mit dieser Maschine bewieß er die vier vornehmsten electrischen Erscheinungen: nämlich die **Attraction**, die **Repulsion**, die **Communication** und die **Propagation**.

1.) Die Attraction, weil diese so geriebene Kugel verschiedene leichte Körper, die man an sie hielt, an sich zog.

2.) Die Repulsion. Denn er entdeckte, daß ein leichter Körper, welchen die Kugel an sich gezogen hatte, darauf von ihr zurückgestossen wurde, und durch dieses Mittel gelung es ihm, in dem ganzen Umfange eines Saales eine Feder herumzuführen, indem er die Kugel, die er bey ihrer Axe hielt, in einer verticalen Lage an selbige brachte.

Um diesen Versuch auf eine einfachere Art, und die bequemer vorgenommen werden kann, zu wiederholen, reibe man gelinde und schnell eine gläserne Röhre von ungefähr drey Fuß in der Länge. Man halte darauf diese Röhre in einer mit dem Gesichtskreise parallelen Lage, und lasse ein kleines Stück von einem geschlagenen Gold-

(a) Exper. Magdeb. p. 147.

blatte darauf fallen. Dieses Blatt wird Anfangs von der Röhre an sich gezogen werden, es wird sich mit Schnelligkeit auf selbige stürzen; allein, sobald es sie wird berührt haben, wird es von selbiger zurückgestossen werden, so, daß man es in dem ganzen Umfange eines Saales wird herumführen können, wenn man ihm die Röhre, die es beständig fliehen wird, vorhält. Wenn aber dieses Blatt auf seinem Wege einen fremden Körper, der nicht electrisch ist, findet, so wird es sich mit Schnelligkeit diesem Körper nähern, und es wird sogleich wieder auf die Röhre fallen, die es von neuem fliehen wird. Man kann diese abwechselnde Bewegung vielemal hintereinander, so lange die Röhre electrisch bleibet, wiederholen.

3.) **Otto von Gericke** entdeckte auch die Mittheilung und die Fortpflanzung der electrischen Materie, denn er brachte es so weit, daß er sie einem Drathe mittheilte, und sie vermittelst desselben in der Entfernung von einer Elle fortpflanzte.

§. 353.

Boyles Entdeckungen.

Der berühmte **Boyle**, ein Zeitverwandter des **Otto von Gericke**, machte auch eine Menge Untersuchungen mit dieser Materie. (a) Er trieb die Entdeckungen, welche **Otto von Gericke** angefangen hatte, sehr weit. Die Mittheilung dieser Kraft wurde unter seinen Händen berühmter, und er zeigte durch die Erfahrung, daß sie sich einer Menge von verschiedenen Körpern durch die Annäherung electrischer Körper mittheilen kann.

Er entdeckte ferner, daß die electrische Kraft sich deutlicher zeigt, wenn man die Körper, die zu diesen Arten von Versuchen bestimmt sind, warm machet. Er war es, der uns lehrte, daß die electrische Kraft sich in dem luftleeren Raume sehr lange erhält.

Ich

(a) De mech. Electricit. productione.

Ich machte zwo Flaschen auf gleiche Weise electrisch; ich setzte die eine in einen luftleeren Raum, und die andere auf einen von den Simsen meines Zimmers. Diese letztere gab mir nur ein sehr schwaches Merkmaal von der Electricität 24 Stunden nachher, und die andere gab mir 14 Tage darauf noch sehr starke Proben davon.

Wenn man das Werk, welches uns **Boyle** von dieser Materie hinterlassen hat, zu Rathe ziehet, so wird man die Versuche, die er mit dem Rauche, mit der Flamme und mit angezündeten Körpern gemacht hat, darinnen antreffen.

§. 354.

Haurbees Entdeckungen.

Haurbee, (a) welcher gefunden hatte, daß die electrische Kraft des Glases stärker ist, als die von dem Schwefel, nahm eine gläserne Kugel statt der Schwefelkugel, deren man sich vor ihm bedienet hatte. Er band oben an die Kugel einen halben Reifen, der inwendig mit wollenen Fäden umwickelt war. Er steckte in diese Kugel eine hölzerne Axe, die rings herum mit wollenen Fäden umwickelt war, und er bemerkte, daß, wenn er die Kugel herumdrehete, die Fäden des halben Reifens convergent wurden, und sich gegen den Mittelpunkt der Kugel zu bewegen schienen, während daß diejenigen, welche um die Axe gewickelt waren, gleichsam Arten von auseinander laufenden Strahlen machten.

Dieser geschickte Naturkündiger war es auch, welcher gewahr wurde, daß die jedesmalige Beschaffenheit der Luft auf die electrischen Erscheinungen einen Einfluß hat, daß selbige niemals besser von statten gehen, als wenn die Luft trocken und heiter ist. Er machte auch viele Versuche mit gläsernen Röhren, und fand, daß sie auswendig kein Zeichen der Electricität von sich gaben,

(a) Transf. Phil. N. 308. & 309.

wenn sie von Luft leer waren, ob sie gleich sehr electrisch waren, wenn die Luft sie angefüllt hatte. Er steckte ferner eine electrische Kugel an die Luftpumpe, und machte viele glückliche Versuche in dem luftleeren Raume.

§. 355.

Entdeckungen des Hrn. Gray.

Hierauf gieng Herr **Gray** (a) in den electrischen Entdeckungen noch viel weiter. Er war es, der uns lehrte, daß man diese Eigenschaft in viel größere Entfernungen, als bisher geschehen war, fortpflanzen könnte. Es gelung ihm, dieses, vermittelst einer Schnur, bis auf eine Entfernung von 886 Fuß, englischen Maaßes, zu bewerkstelligen. Indessen darf man nicht glauben, daß sie nicht noch weiter fortgepflanzt werden könnte, denn Herr **Winkler** hat sie auf eine Entfernung von 12276 Fuß (b) fortgepflanzt; ein Versuch, den die Herren **Watson** (c) und **le Monnier** (d) mit glücklichem Erfolge wiederholt haben.

Ein ungefährer Zufall lehrete den Herrn **Gray** die Art, die Körper, denen man die electrische Kraft mittheilen will, durch die Annäherung einer geriebenen Röhre zu stellen. Er hatte anfänglich eine Schnur dem Horizonte parallel gelegt, und ließ selbige von seidenen Schnüren halten. Er glaubte, daß, wenn er sehr feine seidene Fäden nähme, die Schnürseile, welche er electrisiren wollte, zu tragen, diese Fäden, in Ansehung ihrer geringen Masse, nur eine sehr geringe Quantität der electrischen Kraft, die er der Schnur mittheilen wollte, zerstreuen würden. Allein da einige dieser Fäden bey einem Versuche, den er machte, zerrissen, nahm er statt derselben einen kleinen meßingenen Drath, und er sahe nunmehr, daß die Electricität sich nicht mehr mittheilen konnte,

(a) Transf. phil. N. 336.
(b) Tentam. Electric. pag. 6.
(c) Transf. philos. N. 489.
(d) Hist. de l'Acad. des Scienc. 1746.

konnte, woraus er erkannte, daß, wenn die seidenen Fäden im Stande wären, die Körper, die man electrisiren will, zu tragen, diese Eigenschaft nicht von ihrer Feinheit herkäme, sondern ihrer Natur zuzuschreiben wäre.

Man sahe also nunmehr ein, daß sich nicht alle Körper auf eine und eben dieselbe Art electrisiren; daß einige durch das Reiben, und andere durch die Mittheilung electrisch werden; daß diejenigen, die durch das Reiben electrisirt werden können, durch die Mittheilung sich nicht electrisiren lassen, oder daß sie wenigstens die electrische Kraft, die man ihnen durch diesen Weg mittheilet, nicht weiter hinaus fortpflanzen können, und daß sie folglich die einzigen sind, von denen man Gebrauch machen kann, auf irgend eine Art die Körper, denen man die electrische Kraft mittheilen will, zu halten. Herr Gray machte sich diese Entdeckung zu Nutze. Er bediente sich härener Schnüre, seidener Fäden, Harzpeches und anderer ähnlicher Substanzen, um die Körper, denen er die Electricität mittheilen wollte, frey zu stellen.

Dieser sinnreiche Naturkündiger war es, welcher zuerst den Versuch machte, die electrische Kraft dem Menschen mitzutheilen. Er machte diese Probe an einem Kinde von 10 Jahren, das er auf härene Schnüre legte, da er denn fand, daß, wenn er eine geriebene Röhre an die Füße, oder an den Kopf dieses Kindes hielt, selbiges an seinem ganzen Körper electrisch wurde. Er ließ dieses Kind auf Kuchen von Harze, die in einiger Entfernung von einander lagen, treten, und wenn er die geriebene Röhre an dessen Schenkel hielt, so machte er es hinlänglich electrisch, daß es Goldblätter, die er unter dessen Hände gelegt hatte, an sich ziehen konnte.

Dieser geschickte Naturkündiger war auch der erste, welcher entdeckte, daß, wenn man eine electrische Röhre an die Oberfläche des Wassers hält, sich alsdenn ein

kleiner

kleiner Berg erhebt, aus welchem ein schwacher Funke, mit einem kleinem Brausen begleitet, herauskommt.

§. 356.

Des Du Fay Entdeckungen.

Der Zufall machte diesen letztern Versuch unter den Händen des Herrn Du Fay noch berühmter, welcher alles, was seine Vorgänger, in Ansehung der Electricität, bereits entdeckt hatten, sorgfältig wiederholte, und die electrischen Entdeckungen zugleich noch weiter trieb. Man kann in den Abhandlungen, die er der Akademie überreichte, das Tagebuch seiner Operationen (a) lesen, welches sehr merkwürdige und umständliche Nachrichten enthält, die man nicht zergliedern kann, wenn man nicht eine Menge wichtiger Sachen auslassen will. Ich will hier nur folgende Entdeckung anführen:

Herr Du Fay hängte sich selbst an seidene Schnüre, um sich electrisiren zu lassen, und zog metallene Blätter an sich. Als eines von diesen Blättern ihm auf den Schenkel gefallen war, und einer von den Umstehenden es aufheben wollte, so empfand diese Person an der Fingerspitze, und Herr Du Fay an dem Orte des Schenkels, wo man ihn berührte, eine Art von Stechen, welches mit einem kleinen Geräusche begleitet war. Dieser Versuch machte die Zuschauer aufmerksam, man wiederholte ihn im Finstern, und man sahe eine Art von Funken, welche von dem Orte der Berührung herkamen. Der Schmerz, welchen dieser Funke erregte, das Geräusch, das er durch seinen Ausbruch machte, gaben alsdenn Anlaß zu muthmaßen, daß dieser Funke ein wirkliches Feuer wäre. Man machte verschiedene Versuche, um die Wirkungen desselben zu vermehren, und diese neue Idee zu bestätigen. Allein es war den Deutschen vorbehalten, dieses auf eine deutliche Art zu bewerkstelligen. Um

(a) Mém. de l'Acad. des Sciences, 1733. & 1734.

Um den Versuch des Herrn Du Fay mit gutem Erfolge, und auf eine vollkommenere Art zu wiederholen, wollen wir uns der glücklichen Erfindung des Herrn Bose bedienen. (a) Dieser geschickte Naturkündiger machte sich den Einfall, den Herr Hauxbee vor ihm gehabt hatte, zu Nutze. Er nahm statt der electrischen Röhre eine gläserne Kugel, und ließ sie schnell sich um ihre Axe bewegen, unterdessen daß ein anderer, welcher die Hände auf ihre Oberfläche legte, sie während ihres Herumdrehens rieb. Er legte horizontal eine eiserne Röhre in einer sehr geringen Entfernung von dieser Kugel, und ließ das andere Ende dieser Röhre von einer Person halten, die auf einem Harzkuchen stand. Durch dieses Mittel gelung es ihm, diese Person stark zu electrisiren. Er trieb vermittelst dieser Maschine die electrischen Entdeckungen sehr weit, wie man in der eben angezeigten Abhandlung sehen kann.

Wir fügen hier zu der Maschine des Herrn Bose ein Rad von einem sehr großen Durchmesser, welches eine Erfindung ist, die wir den deutschen Naturkündigern zu verdanken haben. Wir vermehren durch dieses Mittel das Herumdrehen der Kugel sehr stark, und die Wirkungen der Electricität werden dadurch viel größer. Wir nehmen auch statt der Harzkuchen, wovon man bisher Gebrauch gemacht hat, eine hölzerne Scheibe, die auf vier maßiv-gläsernen Säulen liegt, und finden bey diesem neuen Träger mehr Vortheile.

1.) Hat man seit langer Zeit bemerket, daß die Harzkuchen, die erst vor kurzem gegossen worden, nicht bequem sind, die Körper, die man electrisiren will, gehörig frey zu stellen.

2.) Werden die Harzkuchen in großer Hitze weich, unförmlich, und geben unter den Füßen derer, die darauf treten, nach.

3.) Im

(a) Recher. sur la Cause & la vérit. Théorie de l'Electricité.

3.) Im Winter, wenn die Kälte sehr strenge ist, zerbrechen diese Kuchen sehr oft. Nun aber kann man mit dem eben gedachten gläsernen Träger allen diesen Schwierigkeiten ausweichen.

§. 357.

Fortsetzung. Um jetzt wieder auf den Versuch des Herrn Du Fay zu kommen, so steigt eine Person auf diesen Träger und hält in der Hand eine Kette, welche an einer Röhre von verzinnten Bleche hängt, die mit der Kugel in Verbindung steht, und die der electrischen Materie, welche aus selbiger herausgeht, zum Führer dient. Diese Person wird dergestalt electrisirt werden, daß, wenn eine andere Person einen ihrer Finger an einen von den Fingern der freystehenden Person bringet, man zwischen diesen beyden Fingern einen Funken herausgehen sehen wird. Der Ausbruch dieses Funkens wird von einem sehr merklichen Geräusche begleitet seyn, und beyde Personen werden an den beyden Theilen ihrer Finger, die einander gegenüber stehen, einen leichten Schmerz empfinden.

Dieser Versuch ist mir allezeit, und denen, die ihn vor mir wiederholt haben, vollkommen gelungen; aber es kann gleichwohl geschehen, daß er nicht allezeit von statten gehet. Denn Muschenbroek berichtet uns, daß er drey Personen gefunden habe, die zu einer Zeit, da er andere vollkommen wohl electrisirte, nicht electrisirt worden sind.

§. 358.

Vortheile dieser Art zu electrisiren. Man kann auf diese Art nicht allein eine freystehende Person electrisiren, sondern es kann auch auf eben diese Art ein jeder anderer Körper, der der Electrisirung fähig ist, durch die Mittheilung electrisirt werden. Noch mehr, alles was eine electrisirte Person in der Hand hält, wird auf eben diese Art electrisch.

Wenn

Wenn man diesen Versuch an einem dunkeln Orte wiederholet, so sieht der Funke viel glänzender aus, und dieses Licht kann nach der Beschaffenheit der Körper, die man electrisiret, einen gewissen Umfang erlangen.

Wenn die electrisirte Person ein Ey in der Hand hält, so macht der Funke, der aus diesem Eye, wenn jemand selbiges mit der Fingerspitze berühret, kommt, ein starkes Licht, welches sich inwendig in dem Eye ausbreitet, und es sieht alsdenn leuchtend aus.

Wenn die electrisirte Person irgend ein metallenes Gefäß, welches mit Wasser angefüllt ist, in der Hand hält, und eine andere Person den Finger perpendicular über die Oberfläche des Wassers hält, so siehet man einen sehr starken und heftigen Funken, der zwischen die Theile, die sich nähern, ausbricht. Wenn man den Finger ein wenig schief gegen den Rand des Gefäßes hält, so siehet man, wenn der Finger einige Linien davon entfernet ist, eine bläuliche Flamme, welche aus dem Finger kommt und pfeifend auf das Gefäß zugeht. Diese Flamme hat gewöhnlich auf der Seite des Gefäßes ausgebreitete Strahlen, und man nennt sie die Feder.

§. 359.

Der electrische Funke ist ein wahres Feuer.

Dieser brennende Funke, welcher aus einer electrisirten Person, die man anrühret, kommt, hatte den Herrn Du Fay und einige andere auf die Gedanken gebracht, daß dieses Licht ein wahres Feuer wäre, und in der deutschen Schule wurde dieser Einfall bestätigt. Denn man brachte es darinnen so weit, mit diesem Funken Weingeist, Schwefel, Pech, u. s. f. anzuzünden.

Um diesen Versuch zu machen, muß man Weingeist nehmen, der von seinem Phlegma wohl gereinigt, und zur Entzündung durch einige Grade von Hitze, die man ihm vorher

vorher mittheilet, geschickt ist. Man braucht deswegen nur einen metallenen Löffel, worein man diesen Geist thun will, warm zu machen. Wenn die freystehende Person, die man electrisiret, diesen Löffel in der Hand hält, so wird eine andere Person, die den Finger geschwind und perpendicular in den Weingeist tauchet, einen Funken, der ihn anzünden wird, herausziehen.

Der Versuch wird gleichfalls gelingen, wenn eine nicht freystehende Person den Löffel hält, und wenn diejenige, die electrisirt ist, den Finger in den Weingeist tauchet.

§. 360.

Leidener Versuch. Auf diese schöne Entdeckung folgte eine der erstaunenswürdigsten und merkwürdigsten, die in dieser Materie gemacht worden ist; ich meyne den also genannten **Leidener Versuch**, weil er von dem Herrn **Muschenbroek**, Lehrer in dieser Stadt, gemacht wurde. Dieser geschickte Naturkündiger wollte im Anfange des Jahres 1746. untersuchen, ob das Wasser ein Mittel wäre, welches die Electricität annehmen und fortpflanzen könnte. Er füllte daher ein großes Gefäß von Böhmischen Glase halb mit Wasser an, und tauchte einen Meßingdrath hinein, der an einem Führer hieng, welchen er darauf electrisirte. Sobald der Drath electrisirt war, sahe er Lichtstrahlen herausgehen. **Muschenbroek**, der dieses Gefäß mit der einen Hand hielt, wollte mit der andern Hand einige Funken aus dem Führer locken, und empfand dabey eine heftige Bewegung, die sich in den beyden Armen und in der Brust verspüren ließ. Sein Erstaunen war so groß, daß er beynahe zween Tage darüber betäubt blieb, und er versicherte darauf in dem Briefe, den er an den Herrn von **Reaumur** schrieb, daß er auch um die Krone von Frankreich diesen Versuch nicht wieder anfangen wollte.

§. 361.

§. 361.

Diese Entdeckung machte den Wetteifer aller Naturkündiger rege. Ein jeder suchte um die Wette diesen Versuch zu wiederholen. Einige, welche die Stellung desjenigen, der ihn machte, bedachten, stellten sich vor, daß er gleichfalls gelingen würde, wenn viele Personen sich an der Hand hielten, wenn die erste von der Kette das gläserne Gefäß hielte, und die letzte den Führer berührte. Herr le Monnier hat ihn seit der Zeit in Gegenwart des Königs wiederholet, und die Kette bestand aus 240 Personen. Er gieng auch hier in dem Navarrischen Collegio wohl von statten, und die Kette bestand beynahe aus 500 Personen. Dessen Verbesserung.

Um diesen Versuch auf eine sehr bequeme Art zu machen, bediene ich mich einer Flasche von der Art, derer, deren man sich gewöhnlich bedienet, Arzneyen darinnen zu tragen. Ich fülle sie ungefähr bis auf zwey Drittel ihres Inhalts mit Wasser an, ich mache sie darauf mit einem Korkstöpsel zu, durch welchen ich in das Wasser einen metallenen Drath stecke, der an seinem auswendigen Ende, woran ich einen zinnernen Knopf machen lasse, gebogen ist. Ich fülle diese Flasche, indem ich ihren Hacken einem Führer nähere, den man electrisirt. Wenn sie genugsam gefüllet ist, so lasse ich sie die Person in der Hand halten, welche an dem einen Ende die Kette beschließet. Alsdenn berührt diejenige, welche an dem andern Ende eben diese Kette beschließet, mit dem Finger den zinnernen Knopf. Er locket dadurch einen brausenden Funken heraus, welcher allen denen, die einen Theil der Kette ausmachen, eine mehr oder weniger lebhafte Bewegung giebt. Denn es ist zu merken, daß die Bewegung, die man alsdenn empfindet, allezeit mit der Beschaffenheit derer, die sie empfangen, ein Verhältniß hat. Es giebt welche, deren Fasern mehr oder weniger reizbar sind, und in denen folglich die Bewegung Wirkungen, die mehr oder weniger merklich sind, hervorbringen muß.

Herr Jallabert, von welchem ich unten reden werde, und welcher sich versichern wollte, ob die bis auf einen gewissen Punkt gebrachte Bewegung nicht der thierischen Oekonomie gefährlich werden könnte, machte diesen Versuch mit verschiedenen Thieren. Er nahm ihnen an der Brust und auf dem Wirbel am Kopfe das Haar, oder die Federn, womit sie bedeckt waren, ab. Er band sie darauf an das mit Electricität angefüllte Gefäß, und ließ sie eine starke Bewegung leiden. Einige wurden gleich getödtet, andere starben einige Augenblicke darauf, und einige wurden nur stark angegriffen, (a) woraus man schließen kann, daß, wenn dieser Versuch ein wenig zu weit getrieben wird, selbiger einem jeden tödtlich werden kann, der die Unbesonnenheit hat, selbigen zu wiederholen.

§. 362.

Electrisirmaschine.

Der Wetteifer der Naturkündiger, diesen Versuch zu wiederholen, und die Neugierde der Liebhaber waren Ursache, daß man nunmehr eine Menge electrischer Maschinen erfand, wovon einige bequemer anzugreifen, schleuniger in ihren Operationen, und geschickt, größere Wirkungen hervorzubringen, andere einfacher waren und nicht so viel kosteten. Herr Watson erfand eine, deren Rad vier Fuß im Durchmesser hatte, und vier Kugeln zu gleicher Zeit, oder besonders herum drehen konnte. (b) Der P. Gordon, ein Schottischer Benedictiner und Lehrer der Weltweisheit zu Erfurt, nahm statt der Kugel eine gläserne Walze von 8 Zoll in der Länge, und von 4 Zoll im Durchmesser, die er vermittelst eines Bogens herumdrehete.

Herr Winkler, Lehrer zu Leipzig, erfand die Reibung der Kugel, vermittelst eines kleinen Kissens. (c) Viele

(a) Exper. sur l'Electr. avec quelques Conject. sur ses Effets.
(b) Lettres adress. à la Societé Roy. de Londres.
(c) Versuch über die Natur, die Ursache und die Wirkungen der Electricität.

Viele Naturkündiger haben diese Methode gemißbilligt. Man kann zwar nicht läugnen, daß die Art, womit man lange Zeit die Kissen angebracht, dem Erfolge, den man mit Rechte davon erwarten konnte, nicht günstig waren. Diese Kissen, welche auf harte und widerstehende Körper gelegt wurden, konnten denen beynahe unvermeidlichen Irregularitäten der Kugeln, die nicht recht rund sind, nicht hinlänglich nachgeben, so, daß das Reiben nicht ordentlich und gleichförmig, und folglich die Electricität nur sehr schwach seyn kann, dagegen man vermittelst der Hand im Stande ist, sie stark zu erregen.

Allein, wenn dieser Schwierigkeit abgeholfen wird, so muß man gestehen, daß man sich ein solches Kissen besser zu Nutze machen kann, als die zum Reiben einer Kugel geschickteste Hand, weil die Ausdünstung der Hand, welche man nicht zurückhalten kann, und die Hitze, welche das Reiben verursacht, selbige mit einer fetten Materie bedecket, die den Wirkungen der Electricität nothwendig nachtheilig seyn muß.

Um ein Kissen auf eine bequeme Art einzurichten, und allen den Nutzen, den man davon erwarten kann, daraus zu ziehen, binde man es auf eine stählerne Platte AB, (Fig. 97.) welche sich mit einer Feder C endigt, die an einen Schieber D genietet ist, welcher so eingerichtet ist, daß man das Kissen der Kugel nähern, oder es davon entfernen kann. Man kann sogar hinter dem Schwanze C eine Druckschraube anbringen, die durch den Schieber geht, und die, indem sie diesen Schwanz drücket, das Kissen fortstößt, und es an den Aequator der Kugel drücket. Fig. XCVII.

§. 363.

Außer diesem Nutzen des Kissens, daß man eine Person ersparen kann, welche sonst die Kugel reiben muß, finde ich noch einen Vor- Fortsetzung.

theil in dessen Gebrauche, daß man sich dadurch vor der Gefahr, die aus dem gewaltsamen Bruche einer Kugel entstehen könnte, in Acht nehmen kann. Obgleich dieser Zufall sich sehr selten zuträget, so kann er doch geschehen, und er ist nicht ohne Beyspiel. Er begegnete zum erstenmale zu Lyon dem P. Beraut. (a) Dieß geschahe den 8. Hornung 1750. um 8 Uhr des Abends. Der P. Beraut wollte einen kleinen von der Luft gereinigten Brennkolben leuchtend machen, und hatte von seiner Maschine die Lichter, die dem Lichte des Brennkolbens hätten hinderlich fallen können, entfernet. Sobald man anfieng, die Kugel zu reiben, hörte man ein Geräusch, als wenn etwas zerrissen würde. Einen Augenblick darauf that die Kugel einen Knall und zerbrach in eine ungeheure Menge von kleinen Stücken, die sich in den entferntesten Orten des Saales ausbreiteten. Indessen bemerkte man, daß der größte Theil dieser Stücke auf dem Orte des Fußbodens lag, der sich in der Fläche des Aequators der Kugel befand. Dieser Zufall that den Zuschauern keinen beträchtlichen Schaden.

Man muß hier, um das Zutrauen der electrisirenden Naturkündiger zu erwecken, bemerken, daß die Kugel des P. Beraut schon einen Sprung hatte, (b) und daß dieser Zufall, ob er gleich auch einigen andern Naturkündigern begegnet ist, sich doch allezeit nur bey dem ersten Umdrehen des Rades ereignet hat; daß man folglich, vermittelst eines Kissens, den Schaden, der aus einem solchen Zerspringen entstehen könnte, vermeiden kann.

§. 364.

Nollets Entdeckungen.

Da die eben gedachten electrischen Erscheinungen den Wetteifer aller Naturkündiger rege machten, so suchte ein jeder die vor ihm gemachten Versuche zu wiederholen, und neue hinzuzusetzen. Die

(a) Mém. de l'Acad. de Lyon, le 15. Avril, 1750.
(b) *Nollet*, Lettres sur l'Electricité.

Die Naturlehre wurde seit dieser Epoche, mit einer Menge neuer Versuche und neuer Abhandlungen über die Electricität, so zu sagen, überschwemmet. Alle diese Versuche sind zum Theile denen, wovon wir eben Meldung gethan haben, ähnlich. Sie stimmen darinnen überein, daß sie die anziehende, die zurückstossende Kraft, die Mittheilung und die Fortpflanzung der electrischen Materie bestätigen. Unter diesen verschiedenen Schriften, wovon viele ihrem Verfasser Ehre machen, zeichne ich hier eine aus, die alle bis auf den heutigen Tag entdeckten Erscheinungen enthält, und außerdem eine Menge neuer Fragen begreift, auch mit einer Zierlichkeit und Deutlichkeit abgehandelt ist, die man in allen Werken eben dieses Verfassers antrifft. (a) Die engen Gränzen, in welche ein Abschnitt eingeschlossen seyn muß, erlauben uns nicht ein so beträchtliches Werk zu zergliedern, welches außerdem in jedermanns Händen sich befindet.

§. 365.

Gebrauch der Electricität in Krankheiten.

Ich will bloß hier anmerken, daß dieser geschickte Naturkündiger der erste war, welcher entdeckte, daß die Electricität der menschlichen Gesellschaft zum Vortheile gereichen könnte, wenn man dem Menschen gegen gewisse Krankheiten, die oft den gewöhnlichen Mitteln nicht weichen, Hülfe verschafte. Er gründete diese Vorstellung auf folgenden Versuch:

Er tauchte einen haarförmigen Heber in eine Masse Wasser, die er electrisirte, und wurde gewahr, daß, wenn das Wasser electrisirt war, der Heber, der vorher nur tropfenweise lief, alsdenn beständig fortlief. Er schloß aus diesem Versuche, daß die Electricität die Be-

(a) *Nollet*, Essai sur l'Electricité. Recherches sur l'Electr. Lettr. sur l'Electr.

wegung der flüßigen Dinge in den haarförmigen Röhren beschleunigen würde.

Außer dieser Beobachtung, die schon sehr wichtig zu seyn schien, entdeckte eben dieser Naturkündiger durch mühsame und häufige Versuche, daß die Electricität die unmerkliche Ausdünstung beschleuniget.

Nachdem diese beyden Erscheinungen wohl bestätigt waren, so beschloß er, die Wirkungen der Electricität an gelähmten Personen auf die Probe zu stellen. Das Ministerium unterstützte ihn in seinen Absichten, und er machte diese Probe im Jahre 1746. im Invaliden-Hospitale. Der Erfolg stimmte zwar mit seinen Wünschen nicht überein; allein, er zweifelte deswegen noch nicht, daß die electrische Kraft in günstigern Umständen nicht eine sehr gute Wirkung thun sollte.

§. 366.

Jallaberts Versuch.

Herr Jallabert, Lehrer zu Genf, hatte gleiche Gedanken mit dem Abte Nollet, und der Erfolg war in Ansehung eines Schloßers, Namens Noguirs, vollkommen, wie viele glaubwürdige Personen mir bezeugt haben, und wie man aus der Nachricht, die er selbst davon giebt, urtheilen kann. (a)

Diese ersten Erfolge machten den Wetteifer der Akademie von Montpellier rege. Es geschahen Ao. 1749. in dieser Stadt viele Curen, die der Electricität unendliche Ehre machten. Herr Sauvages, ein berühmter Arzt von dieser Facultät, ließ einen Satz, worinnen sie umständlich beschrieben worden, vertheidigen. Man hat mir sogar versichert, daß er darinnen behaupten ließ, daß der Nervensaft weiter nichts, als das electrische flüßige Wesen sey. Allein dieser Gedanke, welcher mir ein wenig kühn zu seyn scheinet, und welcher sorgfältig

(a) Extrait d'une Lettre de Mr. *Jallabert* à Mr. *Cramer*, le 30. Jan. 1758.

tig untersucht zu werden verdienet, war damals nicht neu. Denn **Carl Gottlob Keßler**, ein Breslauischer Arzt, hatte schon eben dieses im Jahre 1747. behaupten lassen. (a) Man behauptete Ao. 1751. in Böhmen eben diese Meynung. (b)

§. 367.

Fortsetzung.

So viele durch die Electricität gewirkte Wunder bewegten die Naturkündiger, neue Versuche zu machen. Man versuchte, ob die Electricität nicht auf gleiche Weise in vielen andern Krankheiten von statten gehen könnte, und wenn man den Nachrichten, die wir damals aus Italien erhielten, glauben darf, so kann man die electrische Materie als ein allgemeines Hülfsmittel ansehen. Allein, da alle diese Nachrichten nicht bestätigt, und überdieß von vielen geschickten Naturkündigern widerlegt worden sind, so halte ich es für vernünftiger, wenn man zu den gewöhnlichen Mitteln Zuflucht nimmt, bis zuverläßigere Beobachtungen verdienen, daß wir unser ganzes Vertrauen auf die electrische Kraft setzen. Unterdessen berichtet uns die französische Zeitung vom 17. März, 1766. daß eine Frau zu London, die seit 14 Tagen die Sprache verloren hatte und von gewaltigen Verzuckungen gequält wurde, am ersten dieses Monats ihre Gesundheit wieder erhielt, nachdem sie drey bis vier Erschütterungen erhalten hatte.

§. 368.

Fränklins Entdeckungen.

Zu der Zeit, da die mediciniſche Electricität unter den Gelehrten so vieles Aufsehen machte, trieb **Benjamin Fränklin**, ein Einwohner in Philadelphia, die electrischen Untersuchungen sehr weit. Da er von dem Umgange mit Naturkündigern allzu weit

(a) Exercitat. phyſ. de motu mater. electr. ut cauſa efficiente motuum & ſenſuum.

(b) Theſ. D. *Bohadſch* in Univerſitate Pragenſi.

entfernt war, als daß er von dem, was in der Republik der Wissenschaften vorgieng, bey Zeiten unterrichtet werden konnte, so sahe er viele Entdeckungen als neu an, ob sie gleich vor den Seinigen schon gemacht worden waren. Wir werden also hier nicht untersuchen, ob er der Erfinder der Entdeckungen ist, die er in seinem Werke ankündigt. (a)

Unter den verschiedenen Gedanken des Herrn Fränklin bemerke ich viele, die sehr sinnreich sind. Er siehet die electrische Materie als das elementarische Feuer an, welches in der ganzen Körperwelt ausgebreitet ist; indessen legt er ihm ein Wesen und besondere Wirkungen bey, die es von dem gemeinen Feuer unterscheiden. Wir wollen hier nicht untersuchen, ob dieser Unterschied wohl, oder übel gegründet ist; wir wollen uns in keine theoretische Untersuchung einlassen. Wir wollen blos anmerken, daß man dem Herrn Fränklin die Aehnlichkeit, die er zwischen dem electrischen und dem elementarischen Feuer festsetzt, nicht streitig machen kann. Sie war schon durch die Versuche vieler geschickten Europäischen Aerzte, (b) und hauptsächlich durch den oben (§. 359.) angeführten Versuch sehr wohl bestätiget worden. Er betrachtet unsere Erdkugel als den allgemeinen Behälter der electrischen Materie, die wir nach unserm Belieben in Bewegung setzen und zusammenbringen können. Er behauptet, daß der größte Theil der Körper eine gewisse Quantität derselben enthält, die man vermehren, oder deren man sie durch gewisse Anstalten berauben kann. Er giebt vor, daß diese Materie durch alle Körper, ausgenommen durch das Glas, sehr leicht dringet, und dieß ist zugleich der wichtige Punkt, worüber zwischen dem Herrn Fränklin und denen meisten Naturkündigern ein Streit entstanden ist, welchen wir so deutlich, als möglich ist, aus einander setzen wollen.

§. 369.

(a) Exper. & Observ. sur l'Electricité.
(b) *Nollet*, Essai sur l'Elect. *Du Fay* Mém. de l'Acad.

§. 369.

Undurchdringlichkeit des Glases.

Die erste Betrachtung, die sich dem Gemüthe des Herrn Fränklin darstellet, die Undurchdringlichkeit des Glases zu bestätigen, gründet sich auf den Leidener Versuch. (a) Er fragt, wie es möglich wäre, daß eine Flasche, die man in der Hand hält, mit Electricität angefüllet werden und eine so gewaltige Erschütterung verursachen könnte, als diejenige ist, die man gewöhnlich verspüret, wenn die electrische Materie, welche in das Innere dieser Flasche, vermittelst des Führers, mit welchem ihre inwendige Oberfläche in Verbindung steht, kommt, leicht durch die Dicke dieser Flasche dringen könnte? Sollte sich diese Materie nicht alsdenn vermittelst der Person, die die Flasche hält, und die die electrische Materie wieder in den allgemeinen Behälter zurückbringen würde, so wie sie selbige von der Flasche erhielte, zerstreuen, wie in der That geschehen würde, wenn man sich statt einer gläsernen Flasche eines Gefäßes von Metall oder von einer jeden andern Materie bedienen würde?

§. 370.

Fortsetzung.

Nach dem eben angeführten Schlusse, der die Vorstellung des Herrn Fränklin sehr zu begünstigen scheinet, glaubt er, daß das Glas von Natur eine gewisse Menge electrischer Materie enthält, welche zwischen seinen beyden Oberflächen auf gleiche Weise vertheilet ist, und daß, so wie man eine mit Electricität anfüllt, die andere in eben dem Verhältnisse von der Quantität der Electricität, die sie enthält, verlieret. (b) Um diesen Satz jedermann verständlich zu machen, wollen wir eine Flasche annehmen, welche 100 Grad Electricität enthält. Nach der Vorstellung des Herrn Fränklin wird die inwendige Oberfläche dieser

(a) Exper. & Observ. sur l'Electr. T. I. p. 198.
(b) la même. T. I. p. 48.

ser Flasche 50 Grad Electricität, und ihre auswendige Oberfläche die 50 andern enthalten. Dieses vorausgesetzt, so wird, wenn man diese Flasche so electrisirt, daß die Electricität, die man ihr mittheilet, inwendig in die Flasche dringt, wenn man annimmt, daß man dieser Oberfläche 10 Grade giebt, selbige alsdenn 60 enthalten, während daß die äußere Oberfläche, welche von ihrer electrischen Materie 10 Grad verloren hat, nur 40 davon behalten wird. Wenn man fortfährt, eben diese Flasche zu electrisiren, und man ihr inwendig 50 Grade giebt, so wird diese Oberfläche 100 enthalten, und die äußere Oberfläche wird ihre ganze electrische Materie verloren haben.

Herr Fränklin sagt, daß, wenn man alsdenn den Zustand dieser beyden Oberflächen betrachtet, die innere Fläche dieser Flasche positiv und die äußere negativ angefüllt ist, und daß die erste sich der Menge von Electricität, die sie erlangt hat, zu entledigen, und die andere dasjenige, was sie verloren hat, wieder zu erhalten sucht, welches sogleich geschieht, wenn man zwischen den beyden Oberflächen dieser Flasche eine Gemeinschaft zuwege bringt, welches geschiehet, wenn jemand, indem er den Bauch der Flasche in der Hand hält, mit der andern Hand den Hacken berühret, welcher in das in der Flasche enthaltene Wasser getaucht ist.

§. 371.

Fortsetzung. Ein Umstand, der diesen Satz sehr zu begünstigen und zugleich anzuzeigen scheinet, daß eine Flasche nur eine gewisse Menge von electrischer Materie enthalten, und daß man folglich eine ihrer Oberflächen nur in soferne anfüllen kann, als die andere Oberfläche von ihrer natürlichen Menge von Electricität verlieren kann, wie Herr Fränklin behauptet, ist, daß, wenn man eine Flasche über einen gewissen Punkt electrisiren will, sie zerspringt, und demjenigen, der sie in der

Hand

Hand hält, eine starke Erschütterung giebt, welches mir sehr oft begegnet, wenn ich eine Flasche stark electrisiren will, um einer großen Anzahl von Personen die Bewegung mitzutheilen.

Eine andere Anmerkung, die ich bey dieser Art von Umständen allezeit gemacht habe, bestehet darinnen, daß, wenn die Flasche stark angefüllet ist, sie natürlicher Weise durch den Hacken ausleeret, so lange ich sie in der Hand halte, wobey man ein sehr deutliches Rauschen höret, welches sogleich aufhöret, wenn ich sie auf eine gläserne Schüssel setze. Sollte man nicht behaupten können, daß, so lange ich sie in der Hand halte, ich an die äußere Oberfläche, die ich berühre, einen Theil der electrischen Materie, deren sie beraubt ist, wieder zurück bringe, und daß ihre innere Oberfläche einen Theil der erhaltenen Last in die Luft, die den Hacken berühret, nach Verhältniß wieder zurück giebt, und wenn diese Wirkung, wie ich überzeugt bin, nicht mehr statt findet, sobald die Flasche auf eine gläserne Schüssel gesetzt wird, ist es nicht natürlich zu glauben, daß dieses daher kommt, daß, weil die äußere Oberfläche alsdenn nichts mehr erlangen kann, die innere nichts zu verlieren im Stande ist.

§. 372.

Bestätigung durch einen Versuch.

Herr Franklin bringet, um seine Theorie zu bestätigen, und zu zeigen, daß eine Flasche nur ihre natürliche Menge von Electricität enthalten kann, und daß man folglich nicht anders im Stande ist, eine von ihren Oberflächen mit Electricität anzufüllen, als nur in soferne die andere Oberfläche etwas von derjenigen, die sie im Besitz hat, verlieren kann, folgenden Versuch in Vorschlag: (a)

Man stelle eine Flasche, die bequem ist, den Leidener Versuch zu machen, auf einen gläsernen Träger. Man hänge

(a) Exper. & Observ. sur l'Electr. T. I. p. 200.

hänge in einer kleinen Entfernung von dem Hacken der Flasche an die führende Kette eine kleine metallene Kugel. Wenn man darauf den Führer electrisirt, so wird man aus der Kugel einen Funken kommen sehen, der auf den Hacken zugehet, und man wird zu gleicher Zeit einen solchen Funken aus dem Bauche der Flasche springen und auf den Finger zufahren sehen, den man bis auf den Berührungspunkt, wenn es nöthig ist, daran bringet, welches vielmal hintereinander wiederholt werden kann. Weil nun die Flasche bey diesem Verfahren stark angefüllt bleibt, und bequem ist, einige Zeit die Bewegung hervorzubringen, wenn man dieses Verfahren fortgesetzt hat, so ist dieß ein offenbarer Beweis, daß nicht die an die innere Oberfläche der Flasche gekommene Electricität durch ihre Dicke gedrungen ist, und den Finger, den man an die äußere Oberfläche hält, berühret, sondern daß die Funken, die an den Finger gekommen, von der äußern Oberfläche dieser Flasche, die überlief, herrühren.

Dieser Versuch geht vollkommen von statten, ja, eben diese Flasche, welche auf einem gläsernen Träger steht, erhält gar keine Electricität, wenn man nicht den Finger ihrer äußern Oberfläche nähert, und keine Funken von selbiger herauslocket, welches ich allemal, so oft ich diesen Versuch wiederholet, angemerkt und bewiesen habe.

§. 373.

Fränklins Schluß daraus.

Herr Fränklin schließt aus dem vorhergehenden Versuche, daß die electrische Materie, womit man eine Flasche anfüllet, sich an ihrer innern Oberfläche anhäuft, während daß sie auswendig ihrer natürlichen Menge von Electricität beraubt wird. Er hat seinen Fleiß sogar so weit getrieben, daß er eine angefüllte Flasche zerlegt hat, (a) und es erhellet

(a) Exper. & Observ. sur l'Electr. T. I. p. 140.

hellet aus dieser Zerlegung, daß die innere Oberfläche dieser Flasche die electrische Materie, die man ihr mitgetheilet hat, hartnäckig behält, so lange man zwischen ihren beyden Oberflächen keine Verbindung machet; das ist, nach seiner Meynung, so lange die electrische Materie, womit die eine der Oberflächen überflüßig versehen ist, nicht an die beraubte Oberfläche gelangen kann.

Man fülle eine Phiole, die bequem ist, den Leidener Versuch zu machen, mit Electricität an; man setze darauf diese Phiole auf einen gläsernen Träger, und ziehe den Hacken, der der electrischen Materie, die in die Flasche gekommen ist, zum Führer gedient hat, heraus, so giebt dieser Hacken, den man, wenn man die Flasche in der Hand hält, nicht ungestraft berühren kann, nicht einmal einen schwachen Funken, wenn die Phiole frey steht. Man nehme darauf diese Phiole, und setze eine andere, die nicht electrisirt ist, statt der ersten, auf eben diesen Träger. Man lasse vermittelst eines gläsernen Trichters das Wasser der ersten Phiole in die andere übergehen; man lege den Führerhacken in diese letztere, und nachdem man die erstere Flasche bey Seite gesetzt, suche man den Leidener Versuch mit der neuen Phiole zu wiederholen, so wird sie nicht einmal einen Funken von sich geben.

Herr Fränklin schließt aus diesem ersten, daß das Wasser der angefüllten Phiole keine Electricität enthält, weil es, wenn es in eine andere gegossen wird, demjenigen, der es vermittelst des Hackens berühret, keinen Funken giebt, und weil die ganze Electricität, die man dieser Phiole mitgetheilet hat, auf ihrer inwendigen Oberfläche zurück bleibet. Um es zu beweisen, stelle man die erste Phiole wieder auf eben dieselbe gläserne Stütze, man gieße eine neue Menge nicht electrisirtes Wasser hinein, so wird diese Phiole, wenn sie darauf mit ihrem Hacken versehen wird, im Stande seyn, den

Leide-

Leidener Versuch zu wiederholen, und eine starke Bewegung zu geben.

§. 374.

Bestätigung durch einen Versuch.

Ich kann hier noch einen Versuch beyfügen, der mir die Meynung, wovon jetzt die Rede ist, sehr zu begünstigen scheinet. Man fülle eine Flasche, so wie die vorhingedachte ist, mit Electricität an. Wenn eine freystehende Person diese Flasche in der Hand hält, so wird diese Person kein Zeichen der Electricität von sich geben. Wenn aber eine andere Person, die auf dem Fußboden steht, diejenige, die die Phiole hält, anrührt, so wird man einen Funken sehen, welcher aus dem Finger der Person, die auf dem Fußboden stehet, zu kommen scheinet, und man wird eben diese Erscheinung so oft bemerken, als die Phiole Electricität enthält, und als man diesen Versuch wiederholet.

Man kann diesen Versuch auf eine noch artigere Weise wiederholen. Wenn zwo Personen auf einer und eben derselben Platte so frey stehen, daß sie einander nicht berühren, und die eine von beyden eine angefüllte Flasche hält, so wird man, sobald eine dritte nicht freystehende Person den Hacken der Flasche berühret, eben diese Erscheinung bemerken, wenn eine vierte nicht freystehende Person den Finger einem Finger der zweyten freystehenden Person, die die Flasche nicht hält, nähert. Dieses kann man auf gleiche Weise sehr oft hintereinander wiederholen.

§. 375.

Zweifel gegen die Undurchdringlichkeit des Glases.

Alle diese Versuche, und viele andere, welche Herr Franklin zum Vortheile seiner Meynung anführt, scheinen sie auf eine sehr wahrscheinliche Weise zu bestätigen, und ich kann nicht läugnen, daß ich sehr geneigt bin, die Undurch-

durchdringlichkeit des Glases einzuräumen. Allein ich habe noch einige Zweifel übrig, die sich auf neue Versuche gründen, welche ich gemacht habe, die ich aber wegen beständigen Beschäftigungen noch nicht so genau prüfen können, daß ich sie hier anzuführen im Stande wäre. Ich bin von der Wahrheit der Gründe, welche ein sehr geschickter electrisirender Naturkündiger, (a) in Ansehung der Durchdringlichkeit des Glases, anführet, eben so wenig überzeugt, und glaube, daß man sie mit einer besondern Sorgfalt prüfen müsse, ehe man zum Vortheile der einen oder der andern Meynung eine Entscheidung geben könnte.

§. 376.

Fortsetzung.

Wenn man einen leichten Körper, z. B. ein Goldblatt, unter einem Recipienten aufhänget, und an diesem Recipienten eine eben geriebene Röhre hält, so siehet man sogleich das kleine Blatt den Eindrücken der electrischen Röhre nachgeben, und sich bewegen, so wie es durch das electrische Fluidum, das selbiges belebt, darzu angetrieben wird.

Ich weiß, daß die Anhänger des Franklin sich durch diese Schwierigkeit nicht abschrecken lassen, und daß sie nach ihrer Meynung nur dienet, die Lehre, die sie behaupten, zu bestätigen. Wenn man eine electrische Röhre der äußern Oberfläche des gläsernen Gefäßes nähert, so entwischet die electrische Materie, die von Natur in der innern Oberfläche enthalten ist, so wie die äußere Oberfläche eine neue Menge von Electricität erhält, und eben dem Einflusse derjenigen, die die innere Oberfläche verlässet, schreiben sie die Bewegung dieses Blattes zu. Allein, wie der Herr Abt Nollet (b) sehr wohl anmerket, so könnte, wenn die Bewegung dieses Blattes von der electri-

(a) *Noller*, Lettr. sur l'Electricité.
(b) - - Lettre IV. p. 63.

electrischen Materie, die entwischet, herkäme, das Blatt nur beständig zurückgestossen werden, und man würde es nicht sich der Oberfläche des Recipienten nähern sehen, wie man bey dergleichen Umständen wirklich bemerket.

§. 377.

Nollets Versuch. Eben dieser Naturkündiger schlägt noch andere Versuche vor, um den Durchgang der electrischen Materie durch die Dicke des Glases zu bestätigen, unter welchen ich folgenden als einen sehr sinnreichen und merkwürdigen Versuch wähle, welcher sorgfältig geprüft zu werden verdienet. (a)

Man nehme, sagt er, einen Brennkolben von dünnen Glase, dessen Kugel 4 bis 5 Zoll im Durchmesser hat, und worinnen keine Feuchtigkeit ist. Man kütte an das Ende seines Halses einen Hahn, vermittelst dessen man ihn an die Luftpumpe legen und die Luft herausziehen kann. Man versiegle ihn hermetisch; man stecke darauf den Hals des Brennkolbens in eine Tülle von Eisenbleche, oder in einen Flintenlauf, und electrisire alles dieses in einer finstern Kammer. Wenn die Electricität ein wenig stark ist, so wird man Strahlen von electrischen Feuer bemerken, die inwendig und von einem Ende des Brennkolbens zu dem andern beständig fließen werden. Wenn man den Finger an den Theil, der dem Halse gegenüber ist, hält, so wird ein neuer Ausfluß entstehen, der demjenigen, wovon ich anfänglich geredet habe, entgegen gehen wird, und wenn man Funken aus dem Laufe ziehet, so wird der Brennkolben mit einem zerstreuten und schnellen Lichte, fast wie das Licht der Blitze ist, gänzlich angefüllet werden.

Man kann nicht läugnen, daß, ob man gleich diesen Versuch auch nach der Hypothese des Fränklins erklären kann, er doch sehr starke Gründe zum Vortheile der

(a) *Nollet*, Lettre IV. p. 80.

der Durchdringlichkeit des Glases zurück lässet, und wer nicht etwas ohne völlige Ueberzeugung behaupten will, wird in Ansehung dieser Frage gewiß keinen Ausspruch thun können, ohne mit mehrerer Sorgfalt, als bisher geschehen ist, Versuche, die so kützlich zu behandeln sind, und die sowohl der einen, als der andern Meynung sehr günstig zu seyn scheinen, untersucht zu haben.

§. 378.

Gewalt der spitzigen Körper über die Electricität.

Wenn gleich die Frage von der Durchdringlichkeit des Glases seit den Versuchen des Fränklins so berühmt geworden ist, so wird doch die Gewalt spitziger Körper, die Electricität herauszulocken und fortzutreiben, die zu den schönsten Beobachtungen, die man seitdem über die Electricität gemacht hat, Anlaß gab, dem Andenken dieses sinnreichen Naturkündigers eine unsterbliche Ehre machen.

Herr Fränklin wurde gewahr, daß sich um Körper herum, denen man die electrische Kraft mittheilte, ein Dunstkreis bildete, und daß sich dieser Dunstkreis an den Ecken dieser Körper weiter, als sonst wo, ausbreitete.

Das Daseyn dieses Dunstkreises wurde jederzeit erkannt. Er offenbart sich oft unter der Gestalt leuchtender Federn an den Ecken der electrisirten Körper, und man hat von seinem Daseyn mehr als einen überzeugenden Beweis, wenn er sich gleich nicht merklich zeigt.

1.) Ist es nicht nöthig, einen electrisirten Körper zu berühren, wenn man einen Funken aus selbigen ziehen will. Dieser Funke geht oft heraus, wenn der Körper, den man dem Führer nähert, noch 8 bis 10 Linien davon entfernt ist.

2.) Wenn man eine gläserne Röhre reibt, um sie electrisch zu machen, und selbige darauf in einiger Ent-

fernung von dem Gesichte hält, so empfindet man eben den Eindruck, den man verspüren würde, wenn man mit dem Gesichte ein Spinnengewebe zerrisse, und oft erregt sogar die Nase, die sich der Röhre näher befindet, als ein jeder anderer Theil des Körpers, einen Funken, der mit Krachen herausgehet.

3.) Wenn eine freystehende Person eine metallene Schüssel, auf welche man etwas Pulver, z. B. trockenen Taback, Sägspäne, Kleye u. s. f. ausgebreitet hat, in der Hand hält, und man dieser Person die electrische Kraft mittheilet, so siehet man sogleich, daß sich dieses Pulver in der Luft zerstreuet, und sich mehr oder weniger ausbreitet, so wie die electrische Kraft mehr oder weniger stark ist. Dieser Versuch gelingt noch besser, wenn jemand, der auf dem Fußboden stehet, in einiger Entfernung die Hand über die Schüssel hält, oder wenn diese letztere Person die Schüssel in der Hand hat, und die electrisirte Person selbst ihre Hand über das Pulver hält.

Alle electrisirte Körper haben also einen Dunstkreis um sich herum, und dieser Dunstkreis erstreckt sich, nach dem Herrn Franklin, an den Ecken der Körper weiter, als sonst wo. Eben dieser Naturkündiger entdeckte auch, daß spitzige Körper die electrische Materie weiter und stärker herauslocken, als ein jeder anderer stumpfer Körper. „Wenn ein Mensch, der auf dem Fußboden steht, die „Spitze einer Nadel in einer Entfernung von 12 Zoll „oder mehr von dem Führer hält, so kann, während daß „die Nadel so gehalten wird, der Führer nicht electrisirt „werden, indem die Spitze das Feuer so schnell, als „es getrieben wird, durch die electrische Kugel herauszie„het. Man electrisire sie, und halte alsdenn die Spitze „in eben der Entfernung hin, so wird sie ihre electrische „Kraft augenblicklich verlieren. Im Finstern siehet man „ein Licht an der Spitze, wenn man den Versuch ma„chet,

„chet, und wenn die Person, die die Spitze hält, auf „einem Wachskuchen steht, so wird sie electrisirt wer„den, indem sie in dieser Entfernung das Feuer em„pfängt, (a)“ welches mit einem stumpfen Körper nicht auf eben die Art von statten gehet. Denn man muß ihn sehr nahe an den Führer halten, und er empfängt nicht anders die Electricität, als indem er einen Funken herausziehet.

Diese Entdeckung des Herrn Fränklins scheint mir ein wenig übertrieben zu seyn. Ich habe zwar allezeit gefunden, daß die Spitzen die electrische Materie weiter aus einem Führer ziehen, als ein stumpfer Körper, und daß man in einer großen Entfernung eine freystehende Person, die eine Spitze in der Hand hat, und selbige an den Führer hält, electrisiren kann. Ich räume auch ein, daß eine in einer gewissen Entfernung an den Führer gehaltene Spitze die electrische Kraft gar sehr schwächen kann; allein ich habe niemals gefunden, daß sie ihn der electrischen Materie, die ihm die Kugel mittheilte, gänzlich beraubet.

§. 379.

Aehnlichkeit des Blitzes mit der Electricität.

So übertrieben auch der gegenwärtige Satz seyn mag, so dient er doch, die Vorstellung, die sich viele Gelehrte seit langer Zeit von der Aehnlichkeit des Blitzes mit der Electricität gemacht haben, (b) zu bestätigen. Herr Fränklin setzte die Sache als wahr voraus, und weil die Spitzen die electrische Materie ohne Knall aus einem Führer ziehen, schloß er, daß man den Donner regieren und die Wirkungen desselben abhalten könnte, wenn man

(a) Exper. & Observ. sur l'Electricité, T. I. p. 29. & 30.

(b) *Gray*, Lettre à Mr. *Mortimer*, 1735. *Nollet*, Leçons de Physiq. T. IV. p. 314. *Halles*, Consider. sur la Cause des Tremblemens de Terre. *Barberet*, Dissert. sur le Rapport entre les Phénom. du Tonnere & de l'Electricité.

auf den Gipfel der Häuser und hoher Gebäude spitzige metallene Ruthen steckte, und einen Führerdrath anbrächte, der das Feuer des Donners, welches die Spitze herausziehen würde, über das Gebäude hinaus in die Erde oder in das Wasser lenkte.

Allein diese sinnreiche Vorstellung setzte dasjenige, worüber gestritten wurde, voraus. Man mußte beweisen, daß der Donner weiter nichts, als eine starke Electricität wäre, und Herr **Dalibard** (a) war es, der diese Wahrheit bestätigte. Er ließ in Marly einen eisernen Stab von 40 Fuß in der Länge aufrichten, der sich mit einer Spitze endigte, und den er mit aller erforderlichen Aufmerksamkeit frey gesetzt hatte. Am 10. May, 1752. zog die Person, der er die Sorgfalt dieser Beobachtung anvertrauet hatte, als sie einen Donnerschlag gehöret, zum erstenmale starke Funken aus diesem Stabe. Man muß die umständliche Beschreibung dieser Maschine, und die Beobachtungen des Verfassers in der angeführten Abhandlung selbst nachlesen.

Da dieser Versuch kurz darauf bekannt gemacht wurde, so machte er unter den Gelehrten ein großes Aufsehen, und viele bemühten sich, ihn zu wiederholen. Herr **Delor** ließ in seinem Garten an einem Wippgalgen einen eisernen Stab frey hängen, und wiederholte ihn mit allem möglichen Erfolge. Herr le **Monnier**, der damals Arzt zu S. Germain-en-Laye war, und P. **Bertier**, des Oratorii, wiederholten ihn auch; der erste zu S. Germain, und der andere zu Montmorenci. Der Erfolg übertraf sogar die Erwartung dieser beyden großen Naturkündiger. Denn sie wurden durch einen Stoß, der sie traf, da sie Funken aus ihrer Maschine ziehen wollten, über den Haufen geworfen; und sie berichteten uns, daß man diesen Versuch mit vieler Vorsicht

(a) Mém. lû à l'Acad. des Sciences, le 3. Mai, 1752.

sicht wiederholen müßte. Der Tod des berühmten Richmanns, Lehrer der Naturkunde zu Petersburg, welcher am 6. August, 1753. geschahe, ist auch ein sehr gewisser Beweis der Vorsichtigkeit, die man bey dergleichen Umständen zu beobachten hat. Denn er wurde durch einen blitzenden Funken, welcher aus dem freyhängenden und electrisirten eisernen Stabe kam, und durch seinen Kopf, der damals in die wirksame Sphäre dieser Materie getaucht war, herausgelockt wurde, auf der Stelle getödtet. (a)

§. 380.

Electricität auch ohne Gewitter.

Die Beschreibungen der Versuche, welche an verschiedenen Orten mit freygesetzten eisernen Stäben gemacht worden sind, lehren uns, daß sich die Electricität an diesen Stäben nicht allein bey Gewittern und wenn es donnert, sondern auch zu einer solchen Zeit offenbaret, wo man kein Gewitter vermuthen sollte. Dieß ist ein Umstand, welcher durch viele Beobachtungen, und hauptsächlich durch diejenigen, welche in dem Königlichen Garten, von dem Herrn Buffon, gemacht worden sind, bestätigt worden ist. Herr Dalibar, welcher daselbst einen eisernen Stab hatte aufrichten lassen, um der Neugierde dieses berühmten Naturkündigers ein Genüge zu thun, machte die Erfindung, daß er an diesen Stab ein kleines Glockenspiel befestigte, welches aus zwo Glocken bestand, wovon die eine an den eisernen Drath, der dem Stabe zum Führer diente, und die andere an die Wand, nebst einer kleinen metallenen Kugel gebunden war, die zwischen den beyden Glocken an einem seidenen Faden hieng. Dieses Glockenspiel ertönte oft über eine halbe Stunde vorher, ehe sich der Donner hören ließ, und es ertönte sogar, ohne daß es schien, als wenn ein Donnerwetter kommen würde, und ohne daß auch eines alsdenn gekommen wäre. Sie muth-

(a) Gazette de France & de Hollande, Septembre, 1753.

muthmaßten hieraus, daß entweder die Wolken, die damals vorbey giengen, nicht genug Electricität bey sich geführet, um Donner zu erregen, oder daß ihre electrische Materie durch die Gewalt der Spitze herausgezogen und zerstreuet worden.

Das Glockenspiel, wovon wir hier reden, war keine neue Erfindung. Es war schon gebraucht worden, ehe es Herr **Dalibart** an der Maschine in dem Königlichen Garten anbrachte. Es hat von den ersten Versuchen, die in Ansehung der Electricität gemacht worden sind, seinen Ursprung.

Wenn man auf den Versuch mit dem kleinen Metallblatte, welches der electrischen Röhre, die es electrisirt hat, folgt, und begierig auf diese Röhre zugeht, wenn es einen nicht electrischen Körper, den es auf seinem Wege antrifft, berührt hat, seine Aufmerksamkeit richtet, so wird man sogleich den ganzen Mechanismum des Glockenspieles sehen.

§. 381.

Prüfung der Methode, die Gewitter abzuleiten.

Die oben angeführten Versuche, in Ansehung der Gewalt der Spitzen, sind also so viele entscheidende Beweise, daß die Materie des Donners mit der electrischen Materie einerley ist, und daß die auf die Gebäude und andere hohe Oerter gesteckten Spitzen diese Materie aus den Wetterwolken, die darüber weggehen, herausziehen. Ist aber die Vorstellung des Herrn **Franklin** in der Absicht so richtig, als sie es beym ersten Anblicke zu seyn scheinet? Dieß scheint mir offenbar falsch zu seyn. 1.) Weil die Spitze nicht die ganze electrische Materie, die eine Wetterwolke bey sich führen kann, herausziehet; eben so wie eine Spitze, die unter einen electrisirten Führer gehalten wird, diesen Führer nicht gänzlich beraubet. 2.) Weil nach den Beobachtungen des Herrn **le Monnier** nicht

allein

allein die Spitzen das electrische Feuer aus den Wetterwolken ziehen, sondern auch ein hoher Baum, der Gipfel eines Gebäudes, und ein Mensch selbst kann es gleichfalls herausziehen, und sich in Gegenwart einer solchen Wolke electrisiren. Es könnte also geschehen, daß eine Wolke sich mit einem Krachen ergießet, und daß der Donner dennoch in die Nähe einer auf einem Gebäude errichteten Spitze fällt. 3.) Weil, wie der Abt Nollet sehr wohl anmerket: „wenn nur spitzige und hohe Körper erfordert würden, uns vor den Donnerschlägen zu „schützen, die Spitzen der Glockenthürme hinreichend „seyn würden, uns diesen Vortheil zu verschaffen. „Gleichwohl ist zu allen Zeiten bekannt, daß der Blitz „sie nicht scheuet. Ist es überdieß, wie eben dieser Verfasser ein wenig weiter oben anmerket, wohl wahrscheinlich, daß die blitzende Materie, die in einer dicken Wolke, welche im Stande ist, eine große Stadt zu bedecken, sich befindet, sich in einer Zeit von einigen Minuten durch eine Spindel in der Dicke eines Fingers, oder „durch einen metallenen Drath, welcher zu ihrer Verlängerung dient, filtriren sollte?“

Man lasse sich also mit denen, welche alle neue Dinge, die in die Augen fallen, blindlings ergreifen, nicht verblenden, und man glaube nur, daß die eben erklärte Entdeckung, in Ansehung der Gewalt der Spitzen, mehr wie eine sehr sinnreiche Entdeckung, die uns in den Stand gesetzt hat, die Aehnlichkeit des Donners mit der Electricität zu bestätigen, als wie eine nützliche Entdeckung, die bequem ist, uns gegen die Wirkungen des Donners zu schützen, anzusehen seyn müsse.

§. 382.

Künstliche Nachahmung des Donners und Blitzes.

Wir können also jetzt versichern, daß das Feuer des Donners weiter nichts ist, als eine starke Electricität, die sich in den Wetterwolken sammlet, und auf eben die Art, und durch eben den Mechanismum, wie das

electrische Feuer, welches auf die Körper fällt, die in seine Wirkungssphäre getaucht sind, auf die Erde geschleudert wird.

Man darf sich nicht verwundern, wenn man siehet, wie die electrische Materie, die in unserer Gewalt ist, im Kleinen eben die Erscheinungen hervorbringet, die der Donner im Großen im Dunstkreise zeiget. Diese Erscheinungen waren es, welche den Herrn Fränklin bewegten, in Ansehung der Aehnlichkeit des Donners und der Electricität einen kühnern Ausspruch zu thun, als seine Vorgänger. Denn es gelung ihm, ehe er von den Folgen der eben angeführten Versuche gewiß war, die Blitze und die Donnerschläge nachzuahmen, eine gewisse Menge Pappier zu durchbohren und Metalle zwischen zwey gläsernen Blättern zu schmelzen, welches Versuche sind, die sich leicht wiederholen lassen, wenn man den Anstalten, die wir gleich vor Augen legen wollen, folget.

§. 383.

Fortsetzung. Wenn man eine freystehende Person, die ein Buch in der Hand hält, auf dessen Einband man goldene Vignetten gemacht hat, electrisiret, und eine nicht freystehende Person im Finstern einen Funken aus einer von den Ecken des Buches ziehet, so wird man eine ungeheure Anzahl von kleinen schnellen Funken sehen, die sich beynahe auf dem ganzen Umfange der Vignette bemerken lassen, und die das Feuer eines Blitzes sehr wohl nachahmen.

Dieser Versuch wird noch besser von statten gehen, wenn man eine Kette, deren Glieder sehr enge sind, in einen großen Becher, der in- und auswendig bis auf einen Zoll von seinem Rande vergoldet ist, hängen lässet. Nachdem man diesen Becher stark gerieben und electrisirt hat, ziehet man einen Funken heraus, indem man einen Excitator, das ist, eine Art von eisernen C, so daran

daran hält, daß das eine von seinen Enden den Bauch des Bechers berühret, und das andere gegen den obern Theil der Kette sich richte. Man wird alsdenn auf einmal einen Donnerschlag hervorbringen und ein starkes Licht sehen, welches in vielen Fäden von jedem der Glieder der Kette, die ganz feurig aussehen werden, herumschießen wird.

§. 384.

Fortsetzung.

Wenn man an den Bauch dieses Bechers eines oder mehrere Bücher Pappier anbindet, und, nachdem man es stark electrisirt hat, eines von den Enden des Excitators an das Pappier, und das andere an die Kette hält, so wird man ein heftiges Knallen erregen, und das Pappier wird durchbohrt werden.

Das Loch, welches man hier in der Dicke des Pappiers bemerket, ist der Gegenstand eines großen Streites zwischen den electrisirenden Naturkündigern geworden. Herr Fränklin, welcher glaubt, daß bey diesem Versuche, so wie bey einem jeden andern ähnlichen, die electrische Materie von der angefüllten Oberfläche des Glases zu der leeren übergeht, behauptet, daß der aufgetriebene Rand des Loches sich auf der Seite, die der beraubten Oberfläche gegenüber ist, befinden müsse. Ich will aufrichtig gestehen, daß dieses sehr oft bemerkt wird, daß ich ihn aber auch sehr deutlich auf beyden Seiten, und zuweilen auf der andern Seite bemerkt habe, daher ich mich nicht eher in das Umständliche dieser Beobachtung einlassen kann, als bis uns neue Untersuchungen in den Stand setzen werden, in diesem Stücke einen Ausspruch zu thun.

§. 385.

Fortsetzung.

Um zwischen zwey Glasblättern Metall zu schmelzen, schneide man einen Streifen von den kleinen Gold- oder Kupferblättern, die die Ver-

golder brauchen, ab. Man lege ihn zwischen zwey Glasblätter so, daß er auf beyden Seiten über sie hinausgeht. Man binde diese beyden Blätter fest zusammen, und lege sie in eine Presse, die man so fest als möglich, ohne das Glas zu zerbrechen, zuschrauben muß. Man halte eines von den Enden des Goldstreifens an den Bauch des Bechers und electrisire ihn stark. Darauf halte man die eine Spitze des Excitators an das andere Ende des Goldblattes, und dessen andere Spitze an die Kette, die in den Becher hängt. Man wird alsdann einen blitzenden Funken herausziehen, der einen Theil des Goldes in dem Glase so mit Rinde überziehen wird, daß man es nicht mehr davon wird loßmachen können.

Herr Fränklin behauptet, daß dieser Theil des incrustirten Metalles durch den electrischen Funken geschmelzt worden, und daß diese Schmelzung kalt geschehen ist. Einige Naturkündiger bestreiten diese beyden Sätze: 1.) Daß bey diesem Versuche eine Schmelzung vorgegangen; und 2.) daß diese Schmelzung kalt geschehen ist. (a) Man behauptet, daß das Metall sich blos pulverisirt hat, und daß es durch den Ungestüm des electrischen Feuers in die erweiterten Poros des Glases getrieben worden, die sich hierauf wieder zusammengezogen haben, und das incrustirte Metall der Wirkung der auflösenden Mittel, die man braucht, selbiges wieder herauszubringen, entziehen.

Wenn man die Gründe, welche von beyden Seiten zur Unterstützung der beyden mit einander streitenden Meynungen angeführt werden, aufmerksam prüfet, so wird man einräumen müssen, daß dieser Versuch sich gleich gut erklären lässet, man mag nun eine Schmelzung, oder eine Pulverisirung des Metalls annehmen, und daß, wenn eine Schmelzung vorgehet, die Gründe, die warme oder die kalte Schmelzung zu glauben, gleich wichtig

(a) *Nollet*, Lettre III. sur l'Electricité, p. 46.

wichtig sind. Denn, wie Herr Fränklin sehr wohl anmerket: „jeder Körper, der in die Theilchen des Me„talls dringen, und die Anziehung, wodurch ihr Zusam„menhängen bestehet, überwinden kann, wie es die Men„strua thun, wird, so wie das Feuer selbst, das Feste „in Flüßiges verwandeln, ohne es zu erhitzen. Da also, „fährt Fränklin fort, das electrische Feuer eine heftige „Repulsion zwischen den Theilen des Metalles, durch „welche es geht, verursacht, so wird das Metall in Fluß „gebracht. (a)“

Man siehet aus den eben angezeigten Umständen, und aus den Streitigkeiten, die darüber entstanden sind, daß wir noch viele Untersuchungen, in Ansehung der Electricität, zu machen haben, ehe man sich vernünftiger Weise vorzüglich zum Vortheile einer oder der andern Meynung erklären kann.

Zehnter Abschnitt.

Von dem Lichte.

§. 386.

Inhalt.

Das Feuer, wovon wir in den vorhergehenden Kapiteln gehandelt haben, verschaffet dem Menschen noch andere Vortheile. Wenn es auf eine gewisse Art eingeschränkt wird, so breitet es über die Gegenstände, die es umgeben, eine lebhafte Klarheit aus, legt unsern Augen die Reichthümer der Natur vor, und verschaft uns das unaussprechliche Vergnügen, das schönste unter allen Schauspielen zu genießen. Diese Eigenschaft des Feuers, die unter dem Namen des Lichtes bekannt ist, wird der Gegenstand dieses

(a) Exper. & Observ. sur l'Electricité, T. II. p. 39.

dieses Kapitels seyn, worinnen wir untersuchen wollen: 1.) Was das Licht sey? 2.) Woher es komme? 3.) Welches seine Eigenschaften sind? 4.) Ob es zusammengesetzt ist, und was aus seiner Zusammensetzung folgt?

§. 387.

Was das Licht ist.

Die erste Frage, die wir untersuchen wollen, ist nach meiner Meynung einer vollkommenen Auflösung nicht fähig. Die äußerste Feinheit der Lichttheilchen entziehet sie den Untersuchungen, die wir machen könnten, und ich schicke diese Frage nur voraus, um die Ungereimtheit derer, die das Licht als ein Wesen ansehen, welches von der Materie und dem Geiste verschieden ist, und welches zwischen beyden das Mittel halten muß, vor Augen zu legen. (a)

Dieser Einfall, welcher seinen Ursprung der außerordentlichen Feinheit der Lichtstrahlen zu verdanken hat, wird durch die Wirkungen, welche diese Strahlen, wenn man sie sammlet, auf Körper hervorbringen, die man ihrer Wirkung überläßet, sehr vollkommen widerlegt. Als Herr Homberg einen Sonnenstrahl auf eine stählerne Feder, die er mit einem ihrer Enden an ein Stück Holz befestigt, richtete, wurde diese Feder in eine zitternde Bewegung gesetzt. (b) Jedermann weiß, daß ein Büschel von diesen concentrirten, und in einen sehr kleinen Raum vereinigten Strahlen, die festesten Körper verbrennet und die härtesten Metalle schmelzet.

Die Wirksamkeit dieses flüßigen Körpers, und eine so deutliche Wirkung auf Körper, die so widerstehend als die Metalle sind, ist der vollkommenste Beweis, daß das Licht als ein wahrer Körper angesehen werden müsse. Allein, wo kommt das Flüßige her? Dieß ist eine Frage, die nicht so leicht aufzulösen ist.

§. 388.

(a) *Hierne* Acta chem. C. 5. p. 28.
(b) Hist. de l'Acad. des Sciences, 1708.

§. 388.

Obgleich die Schule des Epicurs voller Irrthümer und Ungereimtheiten war, so sehen wir doch, daß es dieser Weltweise gewesen ist, der zuerst den Ursprung des Lichtes entdeckte, ungeachtet der Beweis, worauf er seine Meynung gründet, nicht bündig ist. Eben so, sagt er, wie der Geruch, der in dem riechenden Körper bemerkt wird, ein Ausfluß dieses Körpers ist, eben so besteht das Licht in einem Ausflusse des eigenen Wesens des leuchtenden Körpers. Diese Meynung wurde von den berühmtesten Naturkündigern des Alterthums (a) und von denen, die das System des Epicurs wieder auf die Bahn brachten, (b) angenommen. Woher es kommt. Epicurs u. Carteſii Meynung.

Carteſius bestritt diese Meynung zuerst, und sahe das Licht als ein Wesen an, das von dem Wesen des leuchtenden Körpers unterschieden ist. (c) „Nach seiner „Vorstellung (d) ist das Licht ein unermeßliches Fluidum, dessen außerordentlich kleine und in Gestalt kleiner Kügelgen gerundete Theile, gleichförmig und ohne „Unterbrechung die ganze Sphäre unserer Welt erfüllen. „Die Sonne, die den Mittelpunkt derselben einnimmt, „die Fixsterne, die gleichsam die Gränzen derselben sind, „und alle die Körper, die sich auf der Erde und an andern Orten entzünden, beleben diese Materie durch eine „Bewegung, die sie nicht von einem Orte in den andern „bringet, sondern sie durch eine Art von Zittern, welches einigermaßen dem ähnlich ist, das der Schall in „der Luft machet, beweget, so, daß der Stern, oder „der leuchtende Körper dadurch der Mittelpunkt einer „leuchtenden Sphäre wird, beynahe so wie eine Glocke, „oder jeder anderer klingender Körper, den man in Wirkung

(a) Epicur, Democrit, Zeno.
(b) Gaſſendi, Bernier.
(c) Diopt. C. 1. §. 3. Epiſt. 17.
(d) *Nollet*, Leçons de Phyſ. T. V. p. 7.

„kung setzet, von weiten, und auf allen Seiten herum „die Luftmasse, in deren Mitte er sich befindet, erschal„lend machet.“

§. 389.

Widerlegung der Meynung Cartesii.

Wenn man die Meynung des Cartesii, nebst den Einschränkungen selbst, die seine Anhänger hinzugefügt haben, die aber im Grunde dieser Hypothese nichts benehmen, annehmen wollte, so würde daraus folgen: 1.) daß wir niemals mit Finsterniß umgeben seyn würden. Denn der Druck, welcher gegen einen von den Theilen eines flüßigen Körpers, der in einem Raume, woraus er nicht entwischen kann, eingeschlossen ist, wirket, breitet sich gleichförmig auf allen Seiten aus. Obgleich die Sonne, wenn sie sich auf der uns gegenüber stehenden Halbkugel befindet, die Lichtmaterie unserer Halbkugel nicht directe belebt, so empfängt sie doch durch ihre Verbindung mit der Lichtmaterie, die zu der andern Halbkugel gehört, eben denselben Eindruck. 2.) Es würde auch folgen, daß wir niemals einen Schatten auf der Seite und hinter den Körpern, die in der Sonne stehen, aus der eben angeführten Ursache, zu sehen bekämen, welches offenbar der Erfahrung widerspricht.

Man kann sich also nicht weigern, zu glauben, daß das Licht unmittelbar aus dem eigenen Wesen der Sonne und der leuchtenden Körper, die in dem unermeßlichen Umfange des Himmels glänzen, seinen Ausfluß habe. Ich läugne nicht, daß diese Meynung vielen Schwierigkeiten, die man nicht so leicht beantworten kann, unterworfen ist. Allein sie hat doch nichts Ungereimtes an sich.

§. 390.

Fortschreitende Bewegung der Lichtstrahlen.

Die fortschreitende Bewegung des Lichtes wird durch viele genaue Beobachtungen, deren Stärke nicht bestritten werden kann, bestäti-

bestätiget. Halles, Manfredi und viele andere berühmte Astronomen, haben, vermittelst eines an einen festen Punkt befestigten Sehrohres, bemerkt, daß die Fixsterne das Jahr über nicht genau an einem und eben demselben Orte zu sehen sind, sondern daß sie Abweichungen unterworfen sind. Jedermann weiß, daß ein converes Glas die parallelen Lichtstrahlen zusammenbringet, und daß ein hohlgeschliffenes Glas sie zerstreuet, und von dem Orte, wo sie vorher hingiengen, entfernet. Diese Wirkungen sind weiter nichts, als die verschiedenen Richtungen, die man der fortschreitenden Bewegung dieser Strahlen giebt, und die folglich voraussetzen, daß sie in Bewegnng sind.

§. 391.

Deren Geschwindigkeit.

Wenn die Lichtstrahlen, die unsere Kugel erleuchten, unmittelbar aus der Sonne herkommen, so können sie nicht in einem Augenblicke bis auf die Oberfläche der Erde gelangen. Sie brauchen auch nach den Beobachtungen des Bradley 8′ 13″, diesen Raum zu durchlaufen. Nach den Beobachtungen des Hughens kommt, wenn die Trabanten des Jupiters aus dem Schatten dieses Sternes gehen, das Licht der Trabanten desto später zu uns, je entfernter der Jupiter von unserer Erdkugel ist, und der Unterschied, den man in der Geschwindigkeit dieses Lichtes bemerket, beträgt wenigstens 10 Minuten, wenn Jupiter in seiner größten, und wenn er in seiner kleinsten Entfernung ist. (a)

§. 392.

Verschiedene Bewegung des Lichtes.

Die Eigenschaften des Lichtes bestehen in verschiedenen Bewegungen, die es auf seinem Uebergange wirket. Es ist mit dem Lichte, wie mit jedem andern Körper beschaffen. Es sucht beständig sich in gerader Linie zu bewegen, und es bewegt

(a) Optic. *Newton*. L. II. p. 3. Prop. 11.

bewegt sich auch wirklich so, so lange es keine Hinderniß findet, die sich seinem Wege widersetzet. Dieser Theil der Naturlehre, der von der geraden Bewegung des Lichtes handelt, wird die eigentlich sogenannte Optik genannt. Wenn das Licht Hindernisse, welche sich seiner Bewegung in gerader Linie widersetzen, antrifft, so ändert es alsdenn nach der Beschaffenheit des Hindernisses, das es antrifft, seine Richtung. Wenn dieses Hinderniß von dem Lichte durchdrungen werden kann, und das Licht schief auf selbiges trifft, so leidet es, indem es das Hinderniß durchdringet, und wieder herausgeht, eine Strahlenbrechung, die es der Perpendicularlinie nähert, oder davon entfernet. Dieser Theil der Naturlehre, welcher von dem gebrochenen Lichte handelt, ist unter dem Namen der Dioptrik bekannt. Wenn endlich das Hinderniß, welches sich der fortschreitenden Bewegung des Lichtes widersetzet, undurchdringlich ist, so strahlt es zurück, und die Wissenschaft, die sich mit dem zurückgestrahlten Lichte beschäftiget, wird Catoptrik genannt. Ich werde von diesen drey verschiedenen Wissenschaften sogleich einen hinlänglichen Begriff machen.

§. 393.

Jeder Funke ist ein strahlender Punkt.

Der kleinste Lichtfunke wird in allen Punkten seiner Oberfläche gesehen, woferne man in einer gehörigen Entfernung davon ist. Man kann ihn also als den Mittelpunkt einer leuchtenden Sphäre ansehen, die von allen Punkten ihrer Oberfläche Strahlen schießt, welche sich auf alle Seiten ausbreiten. Ich nenne diesen kleinen Funken, von welchem die eben gedachten verschiedenen Strahlen ausgehen, den strahlenden Punkt; und setze hier, um Erläuterungen, die nicht zu unserm Gegenstande gehören, zu vermeiden, voraus, daß diese Strahlen sich in einem gleichförmigen Mittel, das ist, in einerley Dicke bewegen.

§. 394.

§. 394.

Alle die Strahlen, die aus einem Strahlenpunkte ausgehen, zerstreuen sich nothwendig auseinander, so wie sie sich davon entfernen, und sind folglich divergent. dessen Strahlen divergent sind.

Wenn der leuchtende Körper, der seine Strahlen, fortschicket, und einen Raum erleuchtet, einen gewissen Umfang hat, so muß man ihn als eine unendliche Anzahl von Strahlenpunkten ansehen, die Strahlen abschießen, welche sich auf verschiedenen Seiten durchkreuzen, wie man an dem leuchtenden Körper A (Fig. 98.) bemerken kann, auf dessen Oberfläche ich die Strahlenpunkte a, b, c, d bezeichnet habe. Ehe sich diese Strahlen kreuzen und mit einander in einem und eben demselben Punkte vereinigen, nähern sie sich einander, und werden zusammenlaufende Strahlen genennet. Fig. XCVIII.

§. 395.

Wenn man hier nur die Strahlen, die aus einem einzigen Strahlenpunkte ausgehen, und die folglich divergent sind, betrachtet, so machen sie einen pyramiden- oder kegelförmigen Lichtbüschel, dessen Spitze oder Gipfel der Strahlenpunkt ist, und dessen Basis gegen das Auge des Zuschauers zugekehret ist. Beweis durch einen Versuch.

Um dieses auf eine deutliche Art vorzustellen, so setze man an einen Fensterladen die (Fig. 99.) vorgestellte Maschine, die aus einem flachen metallenen Spiegel AB besteht, welcher mit einem Gewinde an einer Fläche C befestigt ist, die sich zirkelförmig um das Bret F G bewegt, welches an einer an dem Fensterladen gemachten bequemen Oefnung befestigt ist. Der Spiegel A B kann vermittelst des Zapfens D E verschiedene Grade der Neigung erhalten. An der Fläche C ist Fig. XCIX.

eine Röhre HI angebracht, in welche ein linsenförmiges Glas K, welches 18 bis 20 Linien im Brennpunkte hat, gesteckt wird. In L, welches der Brennpunkt des linsenförmigen Glases ist, wird ein Diaphragma angebracht, dessen Oefnung nicht über zwo Linien im Durchmesser hat.

Wenn diese Maschine an den Laden eines Fensters in einem Zimmer, welches so viel als möglich finster gemacht ist, befestigt worden, und man richtet den Spiegel so, daß das Sonnenlicht, welches auf seine Oberfläche fällt, in die Röhre HI zurückstrahlet, um auf die Linse K zu fallen, so werden die Strahlen, die durch diese Linse gehen, sich in dem Brennpunkte vereinigen, und daselbst einen Strahlenpunkt machen, der über das Diaphragma eine ungeheure Menge von divergirenden Strahlen schießen wird, die einen Lichtkegel machen werden, dessen Grundfläche gegen den Zuschauer gerichtet seyn wird.

Um diesen Lichtkegel und seine Lage zu beweisen, muß man in einiger Entfernung von dem Diaphragma eine verticale Fläche, die in ihrer Mitte ein Loch von 5 bis 6 Linien im Durchmesser hat, setzen, und in einiger Entfernung von diesem Loche eine andere weiße verticale Fläche, oder einen mit einem Schleyer versehenen Rahm stellen, damit man dasjenige, was auf dieser Fläche vorgehet, von hinten sehen könne. Man wird alsdenn einen Lichtzirkel bemerken, dessen Durchmesser größer seyn wird, als der Durchmesser des auf der ersten Fläche gemachten Loches, und welcher sich vergrößern wird, so wie man die letztere Fläche von der erstern entfernt.

Wenn dieser auf dem Schleyer gezeichnete leuchtende Zirkel größer ist, als das Loch, welches den Lichtstrahlen, die aus dem Strahlenpunkte kommen, den Durchweg giebt, und wenn dieser Zirkel größer wird, je weiter

der

der Rahm von der ersten Fläche entfernet ist, so ist dieß ein unwidersprechlicher Beweis, daß man diesen Zirkel als die Grundfläche eines Kegels ansehen muß, dessen Gipfel ein Strahlenpunkt ist, und daß folglich die Lichtstrahlen, die aus einem solchen Punkte herkommen, einen Kegel machen, dessen Grundfläche gegen das Auge des Zuschauers zugekehret ist.

Um diesen Versuch auf eine Art, die bequemer ins Werk zu setzen ist, zu machen, bediene ich mich einer Art von Tafel AB (Fig. 100.), deren Tafel, die eine Rinne a b in ihrer Länge hat, Fig. C. und die auf einer von ihren Seiten in Zolle und halbe Zolle abgetheilet ist, in zwo hohlen Rinnen an den Füßen CD, EF, die mit einem Querholze GH verbunden sind, auf- und niedergeht. Diese Tafel wird in einer bequemen Höhe vermittelst zwo Druckschrauben c, d befestiget. Ich lasse längst in der an der Tafel gemachten Rinne hin, die eben gedachten Flächen laufen, und befestige sie in einer beliebigen Entfernung mit einer Schraubenmutter E (Fig. 101.), die unter Fig. CI. der Tafel an einen Schraubenschwanz V, den jede von diesen Flächen hat, geschraubet wird.

Man kann auch statt der ersten Fläche, wovon wir bey dem vorhergehenden Versuche Gebrauch gemacht haben, eine andere verticale Fläche nehmen, die viele Löcher von ungefähr vier Linien im Durchmesser hat, die wenig von einander entfernt sind. Wenn man alsdenn eben diesen Versuch wiederholet, so wird man statt eines leuchtenden Zirkels, den man auf dem Schleyer bemerkt hat, eine Anzahl von Zirkeln gewahr werden, die der Anzahl der auf der ersten Fläche gemachten Löcher gleich seyn wird. Alle diese Zirkel werden größer werden, so wie man den Rahm entfernet, und keiner wird sich mit dem, der an ihn gränzet, verwirren. Denn ihre Mit-

telpunkte werden sich von einander entfernen, so wie diese Zirkel sich vergrößern werden. (a)

§. 396.

Schwächung des Lichtes bey seinem Fortgange.

Wenn man die erste mit einem einzigen Loche durchbrochne Fläche statt derjenigen, wovon eben Gebrauch gemacht worden ist, nimmt, und man auf den Lichtzirkel, der auf dem Rahm gezeichnet ist, aufmerksam Achtung giebt, so wird man sehen, daß das Licht dieses Zirkels immer matter wird, so wie dieser Rahm von der Fläche sich entfernet. Das Licht wird also schwächer, so wie es sich von seiner Quelle entfernet. Kann man aber genau bestimmen, welcher Progreßion es in seiner Abnahme folget? Man bestimmt es gewöhnlich durch folgende Analogie.

Man misset den Durchmesser des leuchtenden Zirkels in verschiedenen Entfernungen von dem Strahlenpunkte, und man findet aus der Erfahrung, daß der Durchmesser gerade, wie seine Entfernung von diesem Punkte wächset; das ist, wenn der Schleyerrahm in einer Entfernung von 2 Fuß von dem Strahlenpunkte gesetzt ist, und der Durchmesser des Zirkels 6 Linien beträgt, so wird er einen Zoll haben, wenn man diesen Rahm 4 Fuß entfernet; und 18 Linien, wenn man ihn 6 Fuß entfernet. Wenn nun der Durchmesser dieses Zirkels gerade so wächset, wie die Entfernungen von dem Strahlenpunkte, so wird dessen Oberfläche wie das Quadrat dieser Entfernungen wachsen, weil sich die Oberflächen dieser Zirkel doppelt so verhalten, wie die Oberflächen ihrer Durchmesser. Der in einer doppelten Entfernung erleuchtete Raum wird also viermal so groß seyn, als derjenige, welcher in einer einfachen Entfernung erleuchtet wird, und der in einer dreyfachen Entfernung erleuchtete Raum wird

(a) *Nollet*, Leçons de Phys. T. V. p. 68.

wird neunmal größer seyn, als der Raum, der in einer Entfernung = 1 erleuchtet ist. Nun muß die Intensität des Lichtes gegenseitig mit dem Raume, den es erleuchtet, im Verhältnisse stehen, weil es immer mehr concentriret wird, je enger der Raum ist, den es erleuchtet; das ist, es wird auf jeden Punkt dieses Raumes eine größere Anzahl von Strahlen fallen. Hieraus schließet man nun, daß das Licht nach dem Verhältnisse des Quadrates der Entfernungen von dem Strahlenpunkte abnimmt.

§. 397.

Einander durchkreuzende Lichtstrahlen.

Wenn viele Strahlenpunkte Lichtstrahlen in einen und eben denselben Raum abschießen, so durchkreuzen diese Strahlen einander, ohne sich zu verwirren, (§. 394.) welches durch folgenden Versuch leicht bewiesen werden kann.

Man setze den metallenen Spiegel, wovon wir bisher Gebrauch gemacht haben, so, daß das Licht, welches er in die Röhre zurückwirft, darinnen zwey Gläser erleuchtet, um in dem Brennpunkte eines jeden einen Strahlenpunkt zu machen. Man lege auf jeden Brennpunkt ein Diaphragma, welches man mit einem gefärbten Glase bedecket. Wir wollen zu dem einen ein rothes, und zu dem andern ein blaues Glas nehmen. Wenn alles so eingerichtet ist, so bedecke man das eine von diesen Gläsern, wir wollen das blaue nehmen, mit einem undurchsichtigen Körper. Das Licht, welches alsdenn, nachdem es durch das rothe Glas gegangen ist, in das Zimmer dringet, nimmt diese Farbe an, und machet auf dem Rahmen einen rothen Zirkel. Wenn man diesem Lichte durch die Vorhaltung eines undurchsichtigen Körpers den Weg verschließet, und man das blaue Glas aufdecket, so wird das Licht, welches durch selbiges dringet, auf dem Rahmen einen blauen Zirkel mahlen.

Jetzt stelle man 2 bis 3 Fuß von diesen beyden Gläsern eine mit einem Loche von 5 bis 6 Linien durchbrochne Fläche, und über diese Fläche hinaus setze man den Rahmen, wovon man eben Gebrauch gemacht hat. Man lasse nach diesen das Licht durch die beyden gefärbten Gläser gehen, so wird man alsdenn auf dem Rahmen zween Zirkel, einen rothen und einen blauen sehen. Allein, wenn man es umgekehrt machet, das ist, wenn man das rothe Glas in die Röhre zur Rechten stecket, so wird der rothe Zirkel auf der linken Seite auf der Fläche erscheinen. Dieses beweiset nun deutlich, daß die Lichtstrahlen, welche von zween Strahlenpunkten ausgehen, sich kreuzen, und sich nicht verwirren, wenn sie durch das Loch, welches man in die Fläche, die man ihnen entgegen setzet, gemacht hat, gehen.

Dieser Versuch zeigt uns, auf welche Art die Strahlen, die von den Gegenständen, welche sich über uns befinden, ausgehen, in die Kugel des Auges kommen, sich darinnen kreuzen, ohne sich doch zu verwirren, und wie jeder in dem innersten des Auges das Bild eines jeden Theiles des Gegenstandes, den sie zurück wirft, deutlich mahlet. Allein wir werden nicht eher von dem Sehen reden, als bis wir in unsern Vorlesungen über die thierische Oekonomie von dem Auge und von seinem Baue handeln werden. Diejenigen, die begierig sind, sich von diesem Vermögen einen Begriff zu machen, können den fünften Band der physikalischen Vorlesungen des Abts Nollet, aus welchem ich die eben angezeigten Versuche, in Ansehung der eigentlich sogenannten Optik genommen habe, zu Rathe ziehen.

§. 398.

Veränderungen der Lichtstrahlen auf ihrem Wege.

Die Wirkungen, die wir eben betrachtet haben, finden nur statt, wenn die Lichtstrahlen sich nach einer geraden Linie in einem gleichförmigen Zwischenkörper, der von einer-

einerley Dicke ist, bewegen. Wenn sie aber in verschiedene Zwischenkörper kommen, so leiden sie darinnen in ihren Bewegungen Veränderungen, die wir sogleich untersuchen wollen.

Die Lichtstrahlen, welche durch verschiedene Zwischenkörper gehen, durchbrechen sie perpendicular oder schief. In dem ersten Falle beschleunigen sie ihre Bewegung, oder sie leiden in ihrer Bewegung eine Verzögerung. In dem andern Falle entfernen sie sich von der geraden Linie, die sie zu beschreiben suchten.

§. 399.

Fortsetzung.

Ein Lichtstrahl, welcher durch verschiedene Zwischenkörper geht, beschleunigt seine Bewegung, wenn der Zwischenkörper, in welchem er geht, anziehender ist, als derjenige, durch den er eben gegangen ist. Das Gegentheil geschieht, und er leidet in seiner Bewegung eine Verzögerung, wenn er aus einem mehr anziehenden Zwischenkörper in einen weniger anziehenden geht.

§. 400.

Brechung der Lichtstrahlen.

Wenn ein Lichtstrahl schief durch verschiedene Zwischenkörper gehet, so leidet er in seinem Durchgange eine Brechung, die ihn von der Perpendicularlinie entfernt, oder selbiger nahe bringt. Er nähert sich der Perpendicularlinie, wenn er aus einem weniger anziehenden Zwischenkörper in einen andern geht, der es mehr ist. Wir wollen z. B. annehmen, daß ein Lichtstrahl AB (Fig. 102.) aus der Luft in das Wasser nach der Richtung AB geht. Fig. CII. Wenn dieser Strahl anfängt, die Oberfläche des Wassers in B zu berühren, so wird er die Richtung BC verlassen, und sich brechen, so, daß er nach D gehen wird, indem er sich der Perpendicularlinie EF nähert, weil das Wasser ein anziehenderer Zwischenkörper ist, als die Luft.

Gründet sich diese Wirkung auf den Unterschied, den man zwischen der Dicke der Luft und der Dicke des Wassers bemerket? Viele Naturkündiger haben dieß wirklich geglaubt; allein sie haben sich geirret. Denn es würde daraus folgen, daß die Grade der Brechung mit denen, welche man in den Dichtigkeiten refringenter Körper antrifft, in einem Verhältnisse seyn müssen. Nun hat Newton (a) das Gegentheil bewiesen, und uns von den Resultaten der Versuche, die er in der Absicht gemacht hat, Tabellen geliefert. Man bemerkt auch, daß ein Lichtstrahl keine Brechung leidet, ob er gleich schief durch das Baumöl in den Borax geht, deren Dichtigkeit sich gegen einander, wie 0, 913: 1, 714. verhält. Man bemerkt überdieß, daß es zuweilen geschiehet, daß ein Lichtstrahl eine Brechung leidet, die ihn der Perpendicularlinie nähert, wenn er schief durch einen dichtern Zwischenkörper in einen weniger dichten gehet. Dieß geschieht z. B. wenn er schief aus dem Wasser in Terpentinöl gehet, deren Dichtigkeit sich gegen einander, wie 1 : 0, 874. verhält.

Es erhellet aus diesen Beobachtungen, daß man die Gesetze der Brechung nicht blos in dem Unterschiede, der sich in den Dichtigkeiten refringenter Zwischenkörper befindet, suchen müsse, sondern daß sie von einigen besondern Bedingungen abhängen, die sich sowohl auf die brechenden Körper, als auf den gebrochenen Strahl beziehen. Muschenbroek (b) bringet diese Bedingungen auf dreye: 1.) Auf die Natur des brechenden Körpers. 2.) Auf die Beschaffenheit des fallenden Strahles. 3.) Auf den Grad der Neigung dieses Strahles. Er zeigt unmittelbar darauf, daß, auf was für eine Art auch die Brechung geschiehet, doch allezeit zwischen dem Sinus

(a) Optic. L. II. Prop. 10.
(b) Phys. §. 1727.

Sinus der Incidenz, und dem Sinus der Brechung, ein beständiges Verhältniß statt findet.

§. 401.

Fortsetzung.

Wenn ein Strahl, oder vielmehr ein Büschel von Lichte schief aus der Luft in Glas geht, so bricht er sich, indem er sich der Perpendicularlinie nähert. Da es nun einerley ist, ob man einen Lichtbüschel schief auf eine Fläche von Spiegelglase, oder perpendicular auf ein krummes Glas richtet, so wollen wir diese letztere Methode, weil sie am bequemsten in Ausübung zu bringen ist, wählen.

Man richte inwendig in einer finstern Kammer einen Lichtbüschel, der durch ein an einem Fensterladen dieser Kammer gemachtes Loch geht. Wenn dieser Büschel auf seinem Wege kein Hinderniß antrifft, und fortfähret, sich in einem gleichförmigen Zwischenkörper, als die in diesem Saale enthaltene Luftmasse ist, zu bewegen, so wird er gerade auf einer entgegen stehenden Fläche einen leuchtenden Zirkel machen. Wenn man aber ein erhaben geschliffenes Glas, welches diesen Büschel in seinem Durchgange auffängt, vorhält, so wird ein Theil dieses Büschels, indem er gerade auf den Mittelpunkt des Glases stößet, seiner ersten Richtung folgen, und seine Bewegung beschleunigen; während daß die andern Strahlen eben dieses Büschels, welche auf die schiefe Oberfläche dieses Glases stoßen, und es schief durchdringen, sich brechen werden, indem sie sich dem mittelsten Strahle nähern, welcher hier als die Perpendicularlinie selbst angesehen werden muß; sie werden durch diese Brechung einen Lichtkegel machen, dessen Gipfel in einer mehr oder weniger großen Entfernung von dem Glase seyn wird, so wie die Convexität desselben mehr oder weniger groß ist; das ist, wie diese Strahlen es mehr oder weniger schief durchdringen werden.

§. 402.

Vortheil der Linsengläser. Der Ort, wo die Lichtstrahlen zusammenstoßen, um den Gipfel der Pyramide oder des Kegels zu machen, wird der Brennpunkt des Glases genannt. Diese durch ihr Zusammenlaufen versammleten Strahlen machen ein Licht, das mehr concentrirt, und folglich lebhafter ist, und die Wirksamkeit der Sonnenstrahlen in den Brennpunkt eines starken Fernglases, bringt auf die dahinter gelegten Körper sehr heftige Wirkungen hervor, wie wir (§. 387.) schon angemerkt haben. Allein woferne man sich auf diese oder jene Seite des Brennpunktes ein wenig entfernet, so nimmt die Wirksamkeit der Strahlen merklich ab, und sie sind nicht mehr im Stande, die schwächsten Körper anzugreifen. Sie bringen alsdann nur ein sehr lebhaftes und glänzendes Licht hervor, dessen man sich bedienen kann, Gegenstände zu erleuchten, die nicht anders deutlich zu sehen sind, als wenn sie von einem lebhaften Lichte durchdrungen werden. Die Künstler haben sich dieses Vortheils in mehr als einer Gelegenheit bedienet. Man pflegt mit dem durch ein convexes Glas gebrochenen Lichte die undurchsichtigen Gegenstände, die man mit dem Vergrößerungsglase untersuchen will, zu erleuchten. Der Kupferstecher, der Schmelzarbeiter, und viele andere Künstler, verschaffen sich, vermittelst einer Kerze, die sie hinter einen mit Wasser angefüllten sphärischen Becher setzen, ein sehr helles Licht.

§. 403.

Fortsetzung. Ein anderer Vortheil der Linsengläser ist, daß sie uns die ihnen entgegen stehenden Dinge unter einem größern Umfange, als sie von Natur haben, ins Gesicht bringen. Dieses kommt daher, daß der Winkel, unter welchem man diese Gegenstände siehet, durch die Brechungen größer wird, welche die Lichtstrahlen leiden, die davon ausgehen, und durch die Linsengläser,

sengläser, deren man sich bedienet, dringen. Wir werden von den verschiedenen optischen Winkeln, unter welchen man die Gegenstände siehet, insbesondere reden, wenn wir von dem Auge und von dem Sehen handeln werden.

Ob man gleich die Epoche, in welche der Gebrauch der Linsengläser zum Vortheile des Gesichts gesetzt werden muß, nicht genau weiß, so ist doch bekannt, daß Roger Baco, der Ao. 1292. zu Oxfort starb, die Kunst besaß, diese Arten von Gläsern zu machen, weil er uns dieses Geheimniß hinterlassen hat. (a) Wir wissen auch, daß Alexander de Spina, der Ao. 1313. starb, eben diese Gabe hatte. (b) Wir lehren mündlich die Art, diese Gattungen von Gläsern zu verfertigen. Man kann in der Absicht verschiedene Werke, die in jedermanns Händen sind, zu Rathe ziehen. (c)

§. 404.

Erfindung der Ferngläser.

Man bediente sich anfänglich zweyer Gläser, wovon das eine conver war, und einen Theil einer großen Kugel ausmachte, und das andere concav war, und einen Theil einer kleinen Kugel ausmachte, um die Gegenstände, die sehr entfernt waren, zu sehen. Man steckte diese beyden Gläser an die Enden einer Röhre von einer gehörigen Länge, und gab diesem Werkzeuge, das wir jetzt ein Fernglas nennen, den Namen des holländischen Telescops, weil es zu Middelburg in Seeland von Zacharias Janze und Johann Lipperhoy (d) erfunden worden. Andere (e) schreiben diese Ehre dem Roger Baco, einige dem Galiläo,

(a) Perspektiv. p. 3. d. 2. c. 3.
(b) *Redi* Epist. ad Falconerium.
(c) Passement, Traité de Microscop. & des Telescopes. Traité d'Optique de Thomin.
(d) *Pet. Borelli* de Telescop. invent.
(e) *Molineux*, Dioptr. nouv.

lilão, und noch einigen andern, zu; und man kann vernünftiger Weise nicht entscheiden, wem wir diese glückliche Erfindung zu verdanken haben. Es war mit diesem Werkzeuge, wie mit allen andern neuen Erfindungen beschaffen. Es war in seinem Ursprunge sehr unvollkommen, und Kepler (a) machte es erst vollkommen.

Eine Entdeckung giebt oft zu einer andern Gelegenheit. Das holländische Teleſcop brachte dasjenige hervor, welches wir das astronomische nennen, welches weiter nichts, als ein Fernglas ist, das aus zwey convexen Gläsern besteht, und dieses wurde vom Campani und Hughens zu seiner Vollkommenheit gebracht.

Als man die Einrichtung der Ferngläser mit zwey Gläsern überdachte, fand man ein Mittel, einem wesentlichen Mangel abzuhelfen, der aus ihrer Einrichtung nothwendig folgte, und darinnen bestand, daß sie die Gegenstände verkehrt vorstellen. Man half diesem Fehler ab, indem man zu diesen Arten von Fernröhren vier Gläser nahm. Diese vier Gläser sind 1.) ein erhabenes Glas, welches an eines von den Enden des Rohres gesteckt wird, und welches einen Theil einer sehr großen Kugel ausmachet. Man giebt diesem Glase den Namen des Objectivglases, weil es nach der Seite des Gegenstandes gerichtet wird, den man betrachten will. Die drey andern, die sich auf der Seite des Auges befinden, werden Augengläser genannt. Sie machen gewöhnlich einen Theil einer sehr kleinen Kugel aus, wodurch der optische Winkel, unter welchem die äußern Gegenstände sich in dem Innersten des Auges mahlen, beträchtlich vermehret wird. Allein je größer die Gegenstände in ihrem Umfange erscheinen, desto dunkler und undeutlicher werden sie.

Die Lichtstrahlen, welche aus allen Punkten der Oberfläche des Gegenstandes ausgehen, und, indem sie sich

(a) *Kepleri* Dioptric.

sich kreuzen, durch das Objectivglas dringen, brechen sich bey diesem Durchgange, und mahlen in dem Brennpunkte dieses Glases das Bild des Gegenstandes, aber in einer umgekehrten Stellung; so daß, wenn das Auge des Beobachters sich hinter einem andern Linsenglase befände, welches wir das erste Augenglas nennen, und welches von diesem Bilde eben so weit entfernt seyn muß, als der Radius der Kugel, wovon er einen Theil ausmachet, lang ist, es diesen Gegenstand verkehrt sehen würde. Wenn man aber ein zweytes Augenglas hinter das erste so steckt, daß ihre Entfernung der Summe ihrer Brennpunkte gleich ist, so werden die Strahlen, indem sie sich zwischen dem ersten und zweyten Augenglase nochmals kreuzen, in dem Brennpunkte des zweyten, das ist, zwischen dem zweyten und dritten, ein zweytes Bild von dem Gegenstande mahlen, welches aber alsdenn in seiner natürlichen Stellung seyn wird, so daß, wenn das Auge des Beobachters, welches hinter dem dritten Augenglase ist, diesen Gegenstand auf eben die Art sehen wird, als wenn es selbigem mit bloßen Augen ansähe.

Dieß ist die Einrichtung und die Wirkung der Telescope mit vier Gläsern, wovon man bisher Gebrauch gemacht hat. Allein seit einigen Jahren hat es der berühmte **Dolland**, der den Entdeckungen eines **Newton**, **Eulers** und **Klingenstierna** nachgegangen ist, so weit gebracht, daß er einem Theile der Fehler dieser Arten von Ferngläsern abgeholfen; das ist, die Abweichungen der Refrangibilität verbessert, und ihnen den Regenbogen und die Farben, welche die Gegenstände umgeben und vorstellen, benommen hat. Er hat diesen Grad der Vollkommenheit dadurch erreicht, daß er das Objectivglas dieses neuen Telescops, welches man das achromatische nennet, aus zwey Gläsern von verschiedener Beschaffenheit verfertigte. Dieser geschickte Künstler,

der

der blos mit dem Erfolge seiner neuen Entdeckung, die Ao. 1760. bekannt wurde, beschäftiget war, hat uns von den Verhältnissen und von den Gestalten der Gläser, deren er sich bediente, keine Beschreibung gegeben. Die Gelehrten, die durch den Erfolg dieser neuen Methode aufgemuntert wurden, haben sich viele Mühe gegeben, sie mit Aufmerksamkeit zu untersuchen. Sie haben den Grund, worauf sie gebauet ist, untersucht, und die Wirkungen berechnet; und wir haben davon sehr lesenswürdige Abhandlungen vom Herrn Clairaut, (a) und ein sehr gelehrtes Werk des Herrn Dalembert. (b)

§. 405.

Camera obscura.

Als Johann Baptista Porta eines Tages dasjenige untersuchte, was in dem Innern eines finstern Zimmers, welches durch ein kleines an einem Fensterladen gemachtes Loch Licht bekam, vorgieng, so erstaunte er sehr, als er die äußern Gegenstände an den Wänden dieser Kammer verkleinert erblickte. Weil aber die Bilder dieser Gegenstände nicht recht deutlich waren, so brachte er an dem Fensterladen ein Linsenglas an, worauf sich die Gegenstände auf einer Fläche, welche man dem Brennpunkte des Fernglases gegenüber setzte, sehr deutlich abbildeten. (c)

Man hat seitdem diese Maschine vollkommener und tragbar gemacht. Daher haben die verschiedenen tragbaren finstern Kammern, die Polemoscope von allen Arten, die man erfand, und wovon wir bey der Abhandlung der Catoptrik reden werden, ihren Ursprung.

§. 406.

Zurückstrahlung des Lichtes. Catoptrik.

Die Catoptrik ist diejenige Wissenschaft, welche sich mit der Betrachtung des zurückstrahlenden Lichtes beschäftiget. Diese Wirkung findet statt, wenn ein Lichtbüschel auf eine Ober-

(a) Mém. de l'Acad. des Sciences, 1756. 57. 62.
(b) Opuscul. mathemat. T. III. in 4.
(c) *Joan. Porta*, Mag. natur.

Oberfläche, die er nicht durchdringen kann, fällt. In diesem Falle kann es geschehen, daß die feste Oberfläche, die er antrifft, ungleich und rauh ist. Alsdenn strahlt das Licht irregulair auf allen Seiten zurück. Wenn aber die Oberfläche, worauf es fällt, gleich und glatt ist, so strahlt alsdenn das Licht zum Theile nach einen und eben denselben Ort zurück. Ich sage, zum Theile, weil ein Theil dieses Lichtes allezeit von der zurückwerfenden Oberfläche verschlungen, und ein anderer Theil allezeit irregulair zurückgeworfen wird, weil man doch keine vollkommene, gleiche und glatte Oberfläche findet.

Wenn das Hinderniß, welches das Licht alsdann auf seinem Wege antrifft, undurchsichtig ist, so wirft die bloße vordere Oberfläche dieses Körpers das Licht zurück, und dieses thun die metallenen Spiegel. Wenn aber dieser Körper von Natur durchsichtig ist, so werden alsdenn seine beyden Oberflächen zurückstrahlend, und dieß ist der Fall der Spiegel von Glas.

§. 407.

Wie das Zurückstrahlen geschiehet.

Die Erfahrung lehret uns, daß die Lichtstrahlen nicht bis auf die Oberfläche des Spiegels gelangen, wenn sie zurückstrahlen wollen, sondern daß sie zurückprallen, ehe sie noch bis an diese Oberfläche gekommen sind. Diese Erscheinung, welche die ganze Aufmerksamkeit der Naturkündiger verdienet, scheint mir von der Anzahl derjenigen zu seyn, welche man zu erklären nicht wagen darf, wenn man nicht vorher die Natur des Lichtes und den zurückstrahlenden Körper besser erkannt hat. Viele geschickte Naturkündiger nennen nach dem Newton die Ursache, die sie hervorbringt, eine zurückstrahlende Kraft. Allein man siehet leicht ein, daß dieses eine Benennung ist, deren man sich blos bedienet hat, eine Ursache, die bisher unsern Nachforschungen entgangen ist, zu bezeichnen.

Indessen

Indessen können wir die Bemühungen derer, welche sinnreiche Hypothesen erdacht haben, um von dieser Erscheinung eine Ursache anzugeben, nicht tadeln.

§. 408.

Zurückstrahlende Spiegel.

Praxiteles war der erste, welcher metallene Spiegel, und zwar von Silber (a) verfertigte. Allein man hat seit langer Zeit bemerket, daß die homogenen Metalle nicht einer so schönen Politur fähig sind, als die heterogenen. Man ziehet daher eine gewisse Vermischung von Zinn und Kupfer vor, um zurückstrahlende Spiegel zu machen. Man kann die Schriftsteller, die von dieser Materie geschrieben haben, (b) zu Rathe ziehen.

§. 409.

Bestimmung des Reflexionswinkels.

Wenn ein Lichtstrahl auf seinem Wege einen undurchsichtigen und glatten Körper antrifft, so strahlt er auf so eine Art zurück, daß sein Reflexionswinkel seinem Incidenzwinkel gleich ist.

Um die Wahrheit dieses Satzes, welcher die Grundlage aller unserer Kenntnisse in Ansehung der Catoptrik ausmachet, zu beweisen, so fange man auf einem ebenen Spiegel von Metall einen Lichtbüschel auf, den man inwendig in einem finstern Zimmer mit dem Horizonte parallel richtet, und lasse einen Theil dieses Lichtbüschels durch ein Loch von ungefähr drey Linien gehen, das in eine metallene Schiene gemacht ist, die man perpendicular an den in Grade abgetheilten Umfang eines halben Zirkels befestiget, welcher sich nach verschiedenen Seiten bewegen lässet. Man stelle diesen halben Zirkel so, daß das Licht unter einem bekannten Winkel auf einen flachen Spiegel fällt, der perpendicular in dem Mittelpunkte und auf die Fläche dieses halben Zirkels befestigt ist. Das Licht

(a) *Plin.* Hist. nat. Lib. 33. C. 9 §. 45.
(b) *Smith.* Opt. Passement Traité des Microsc. & Telesc.

Licht wird alsdann unter eben diesen Winkel wieder zurückstrahlen, welches man deutlich wird sehen können, wenn man ein rauhgeschliffenes Glas, oder einen Rahmen, der mit in Oel getauchten Pappier überzogen ist, an den Umfang des halben Zirkels so befestiget, daß dieses Glas, oder dieser Rahmen, mit dem gedachten Winkel übereinstimmet. Denn man wird alsdann sehen, daß der Lichtstrahl auf diesen Rahmen einen kleinen hellen Zirkel machen wird, dessen Mittelpunkt mit dem angezeigten Winkel genau übereinstimmen wird.

§. 410.

Abbildende Eigenschaft der flachen Spiegel.

Aber die Spiegel werfen nicht allein die Lichtstrahlen, die auf ihre Oberflächen fallen, so zurück, daß ihr Reflectionswinkel ihrem Incidenzwinkel gleich ist, sondern es wird auch, wenn viele Lichtstrahlen von einem und eben demselben Gegenstande ausgehen, und auf die Oberfläche eines sehr glatten Spiegels fallen, das Bild des Gegenstandes in eben der Entfernung hinter der Oberfläche des Spiegels, unter einerley Größe und nach eben der Lage, in Ansehung des Auges des Zuschauers, abgebildet.

Ehe die Strahlen den Gegenstand abbilden, so gehen sie von dem Gegenstande selbst auf das Glas, und von dem Glase kommen sie bis in die Augen zurück. Sie haben also, wenn sie in die Augen gelangen, eben die Stellung, eben die Neigung, eben die Stärke und eben die Richtung, die sie haben würden, wenn sie wirklich aus dem Punkte und aus der Entfernung, in welcher der Gegenstand jenseit des Spiegels zu seyn scheint, herkämen. Folglich müssen sie ihn daselbst so vorstellen, wie sie wirklich thun, und zwar um so vielmehr, da die Seele natürlicher Weise die Gegenstände an das Ende der geraden Strahlen bringet, die auf das Auge, oder demselben gegenüber fallen. (a)

§. 411.

(a) *Regnault*, Entret. de Phys. T. III. p. 173.

§. 411.

Erhabene hohle und vermischte Spiegel.

Außer den eben gedachten flachen Spiegeln hat man auch erhabene, hohle und vermischte Spiegel erfunden. Allein, die engen Gränzen, die wir uns in diesen Abschnitten vorschreiben müssen, erlauben uns nicht, eine weitläuftigere Beschreibung davon zu machen. Wir wollen uns hier blos darauf einschränken, daß wir die Vortheile, die man davon erwarten kann, und den Gebrauch, den man bisher davon gemacht hat, vor Augen legen, zumal, da die Theorie dieser Spiegel sich auf eben den Grundsatz gründet, den wir bereits (§. 409.) erklärt haben, nämlich daß der Reflectionswinkel dem Incidenzwinkel gleich sey.

§. 412.

Wie die Strahlen von erhabenen Spiegeln gebrochen werden.

Die Erfahrung lehret uns, daß die Lichtstrahlen, die auf die erhabene Oberfläche eines Spiegels fallen, sich in der Zurückstrahlung ausbreiten. Folglich werden auch parallele Strahlen, wenn man sie auf die Oberfläche eines erhabenen Spiegels richtet, sich in ihrer Zurückstrahlung ausbreiten. Wenn man nun auf die Oberfläche eines solchen Spiegels Strahlen, die schon ausgebreitet sind, richtet, so wird sich ihre Ausbreitung in ihrer Zurückprallung vermehren; und wenn die Strahlen, welche auf die Convexität eines Spiegels fallen, zusammenlaufend sind, so wird ihr Zusammenlaufen in ihrer Zurückstrahlung abnehmen, welches eine unmittelbare Folge des allgemeinen Gesetzes ist, das wir (§. 409.) erklärt haben.

§. 413.

Verkleinernde Eigenschaft dieser Spiegel.

Wenn man einen Gegenstand in einiger Entfernung von der Oberfläche eines erhabenen Spiegels hält, so wird man das Bild dieses Gegenstandes hinter dem Spiegel in einer

mehr

mehr oder weniger großen Entfernung und unter einem kleinern Umfange sehen; weil die zurückgeworfenen Strahlen, welche sich ausbreiten, sich zum Theile für das Auge des Zuschauers verlieren, und er nur diejenigen empfängt, die dem Mittelpunkte der Kugel näher sind, da denn der Gegenstand unter einem kleinern optischen Winkel erscheinet.

§. 414.

Vergrösernde Eigenschaft der Hohlspiegel.

Die Lichtstrahlen, welche auf die Oberfläche eines Hohlspiegels fallen, werden in ihrer Zurückprallung zusammenlaufend. Allein, wenn diese Strahlen in einem Punkte, welchen man den Brennpunkt des Spiegels nennet, vereinigt werden, so kreuzen sie sich, und laufen auseinander. Nun geschieht es, vermöge dieser Eigenschaft des Hohlspiegels, daß man die Gegenstände von diesen Arten von Spiegeln unter einem größern, oder unter einem kleinern Umfange, nach den verschiedenen Umständen, die sich auf die Lage des Gegenstandes, auf die Stellung des Spiegels und des Zuschauers (a) beziehen, vorgestellt siehet.

§. 415.

Catoptrische Telescope.

Diese Eigenschaft der Hohlspiegel gab zu den catoptrischen Telescopen Anlaß. Man hat zwo Arten derselben, eine, welche man die **Gregorianischen**, und eine andere, die man die **Newtonianischen Telescope**, nach dem Namen ihrer Erfinder, nennet. Obgleich das erste Telescop schon Ao. 1663. vom Gregori erfunden wurde, so wurde es doch erst vom Herrn Hadley vollkommen gemacht, und erst Ao. 1726. fieng dasselbe an, bekannt und gesucht zu werden. (b)

(a) *Nollet*, Leçons de Phyſ. T. V. p. 211. & ſuiv.
(b) " " T. V. p. 551.

Dieses Teleſcop beſteht aus zwey metallenen Hohlſpiegeln, aus einem großen und einem kleinen. Der erſte hat ein Loch, deſſen Durchmeſſer ein wenig kleiner iſt, als das Loch in dem andern Spiegel. Er wird an das Ende des Fernrohres, welches dem Auge des Zuſchauers zugekehrt iſt, geſteckt. Der kleine wird an das andere Ende eben dieſes Rohres befeſtiget. Er wird darein gegen den Mittelpunkt dieſes Rohres zu, vermittelſt eines metallenen Zapfens, gehänget, der eine Art von Arm hat, welcher an den Hintertheil des Spiegels gelöthet iſt, und vermittelſt deſſen man ihn dem großen Spiegel nähern, oder davon entfernen kann.

Hinter dem Loche des großen Spiegels befindet ſich eine kleine kupferne Röhre, die zwo Linſen trägt. Die nächſte am Spiegel iſt auf der Seite dieſes Spiegels erhaben, und auf der andern Seite flach. Die andere, die gegen die Seite des Auges zugekehret iſt, iſt auf beyden Seiten erhaben.

Die Lichtſtrahlen, welche von den äußern Gegenſtänden ausgehen, werden, wenn man ſie auf die Oberfläche des großen Spiegels richtet, von dieſem zurückgeworfen, und indem ſie zuſammenlaufen, mahlen ſie in dem Brennpunkt dieſes Spiegels ein ſehr deutliches Bild. Wenn ſich dieſe Strahlen darauf kreuzen, werden ſie auseinander laufend, und ſie würden aus dem Rohre gehen, wenn ſie nicht den kleinen Spiegel anträfen, der ſie zurück wirft, und ſie zuſammenlaufend macht, damit ſie eben dieſen Gegenſtand weit über das Loch des großen Spiegels hinaus mahlen können. Aber ſie treffen bey dem Ausgange aus dieſem Loche das halb flache und halb erhabene Glas an, deſſen wir vorhin gedacht haben, welches ihre Convergenz vermehret, und verurſachet, daß ſich das Bild in einer kleinern Entfernung mahlet. Dieſe Strahlen werden darauf auseinander laufend. Allein ſie finden eine auf beyden Seiten erhabene

habene Linse, deren Focus sich in der Entfernung von diesem letztern Bilde befindet, und der sie genugsam zusammenlaufend machet, daß sie ihre erlangte Divergenz verlieren, damit sie parallel werden, und in dem Auge den Gegenstand, der sie zurück geschickt hat, mahlen können.

Das Newtonianische Telescop ist von dem eben beschriebenen verschieden. Da es aber wenig gebraucht wird, so verweisen wir den Leser, in Ansehung seiner Beschreibung, auf die verschiedenen Schriftsteller, die davon gehandelt haben. (a)

§. 416.

Brennspiegel.

Da die Hohlspiegel die Eigenschaft haben, die Lichtstrahlen zurückzuwerfen, und sie zusammenlaufend zu machen, so müssen sie die Wirksamkeit dieser Strahlen, indem sie sie concentriren, nothwendig vermehren, und folglich ihre Wirkungen sehr heftig machen. Schon die Strahlen, die aus einer glühende Kohle kommen, sind hinreichend, verbrennliche Materien anzuzünden. (b)

Man setze zwey Hohlspiegel, ungefähr 6 Fuß von einander, so, daß ihre Mittelpunkte in einer und eben derselben geraden Linie stehen. Man lege in den Brennpunkt des einen eine angezündete Kohle, und in den Brennpunkt des andern einen brennbaren Körper, z. B. ein Stück Schwamm. Man blase die Kohle mit einem Blasebalge mit zwo Mündungen an. Wenn die Lichtstrahlen dieser Kohle von dem nahen Spiegel auf den andern zurückgeworfen werden, so werden sie von diesem letztern auf den Schwamm zurückgeworfen, und werden ihn anzünden. Spiegel von vergoldeter oder versilberter

(a) Transf. Phil. N. 80. *Newton*, Optiq. L. I. p. 1.
(b) *Bettinus* Apiar. 7. pro Gymnas. 1. pr. 2. Schol. 1. *Schotti* Mag. univ. Part. I. p. 366. 410.

ter Pappe sind darzu hinreichend. Zahn führet an, daß Neumann zu Wien Ao. 1699. einen Spiegel von Pappe machte, welcher die Eigenschaft hatte, Metalle zu schmelzen. (a)

§. 417.

Catoptrische Seltenheiten. Wir werden dasjenige, was wir von der Catoptrik haben anmerken wollen, mit der Beschreibung beschließen, die wir mündlich von vielen blos curiösen Maschinen machen werden, welche alle auf den oben angezeigten Grundsätzen beruhen. Diese Maschinen sind die Polemoscope, die zusammengesetzten finstern Kammern, diejenigen, denen man den Namen der optischen gelassen hat, die Perspective, die walzenförmigen Spiegel, u. s. f.

§. 418.

Newtonisches Farbensystem. Wir haben bisher das Licht als ein einfaches und homogenes Wesen betrachtet. Jetzt wollen wir es so, wie es wirklich ist, nämlich als zusammengesetzt, in Betrachtung ziehen, und dasjenige, was aus seiner Zusammensetzung erfolgt, untersuchen.

Isaac Voßius hatte ehemals behauptet, daß die Farben, unter welchen die gefärbten Gegenstände sich unsern Augen zeigen, in dem Lichte ihren Sitz hätten. Allein niemand, wie ich weiß, hatte es vor dem Newton so weit gebracht, daß er das Licht aufgelöset, und gezeigt hätte, daß die Strahlen, woraus es besteht, die Eigenschaft haben, in uns die Empfindungen der verschiedenen Farben, die wir bemerken, zu erregen. Seit den Versuchen, die dieser große Mann ausfindig gemacht, und die man seitdem so vielemal mit dem vollkommensten Erfolge wiederholet hat, beweißt man, daß jeder Lichtbüschel aus sieben Hauptstrahlen bestehet, die sowohl in Ansehung ihrer Brechung, als in Ansehung ihrer Zurückprallung

(a) *Zahn* Oculus artificialis.

prallung von einander verschieden sind, und daß jeder von diesen Strahlen in uns die Empfindung einer verschiedenen Farbe erregt.

Um diese Wahrheit zu beweisen, mache man an dem Laden eines Fensters, das gegen Mittag liegt, eine Oefnung von ungefähr vier Linien im Durchmesser, und man fange durch diese Oefnung einen Lichtbüschel auf. Dieser Büschel wird inwendig in dem Zimmer, welches ich sehr finster voraussetze, auf der Wand, oder auf einer weißen Fläche, die man gegen die Oefnung über setzet, wenn es die Lage des Fensters nicht verstattet, daß man sich des geraden Sonnenlichts bedienen kann, einen weißen Lichtzirkel mahlen. Man fange das Licht mit einem flachen metallenen Spiegel auf, um es darauf in das Zimmer zu leiten, so wird man eben diese Erscheinung bemerken.

Man lasse nach diesem den Lichtbüschel schief auf einen von den Winkeln eines Prißma fallen. Dieser Büschel wird sich brechen, sich entwickeln, und auf der gegenüber stehenden Fläche eine an ihren beyden Enden gerundete Erscheinung mahlen, die in ihrer ganzen Länge zwischen zwo Parallel-Linien begriffen, und in ihrer Breite in viele verschieden gefärbte Streifen abgetheilt seyn wird. Wenn man die Farben von unten hinauf betrachtet, so werden sie in folgender Ordnung erscheinen: roth, orangenfarb, gelb, grün, blau, indigo und violet. (a)

§. 419.

Fortsetzung.

Obgleich diese Farben in dem Bilde sehr distinkt sind, so kann man gleichwohl nur diejenigen, die ihre Extremitäten beschließen, für vollkommen homogen ansehen. Denn man muß diese Erscheinung als eine Zusammensetzung von vielen gefärbten

(a) *Newton*, Opt. Lib. I. Part. I.

Zirkeln ansehen, die in einander fallen. Also fällt das Orangenfarbe zum Theile ins Rothe und zum Theile ins Gelbe. Das Grüne fällt zum Theile ins Gelbe und zum Theile ins Blaue, und eben diese Beschaffenheit findet in Ansehung der fünf Mittelfarben statt, die nicht vollkommen von einander unterschieden sind.

Man kann sich des folgenden Verfahrens bedienen, um sie noch mehr zu trennen. Man lasse den Lichtbüschel durch ein Linsenglas gehen, das einen Brennpunkt von 4 Fuß hat, und 8 bis 10 Fuß weit von dem Fensterladen stehet. Man setze hinter dieses Linsenglas ein Prißma. Dieses Prißma wird eine Erscheinung geben, deren Farben mehr getrennt seyn werden, und die man besser wird unterscheiden können. Da der Durchmesser der Lichtzirkel alsdenn viel kleiner seyn wird, die Länge der Erscheinung aber eben dieselbe bleibet, so werden die Farben reiner, obgleich nicht so helle seyn.

§. 420.

Ob die Lichtstrahlen aus mehrern Strahlen zusammengesetzt sind.

Als Newton diese Erscheinung mit Aufmerksamkeit untersuchte, so glaubte er, daß dieser Lichtbüschel aus Strahlen zusammengesetzt wäre, wovon einige leichter gebrochen werden könnten, als die andern, und daß ein jeder von diesen Strahlen eine feste und bestimmte Farbe bey sich führte. Die Versuche, die er darauf machte, diese Wahrheit zu befestigen, bestätigten ihn immer mehr und mehr in dieser Meynung. Ich will hier nur einen Theil der Versuche, die er in der Absicht machte, wiederholen, nämlich diejenigen, die mir am bündigsten, und zu gleicher Zeit am leichtesten zu bewerkstelligen zu seyn scheinen. Wer sich weitläuftiger von dieser Theorie unterrichten will, kann das Werk dieses berühmten Naturkündigers zu Rathe ziehen. (a)

Wenn

(a) Traité d'Optique.

Wenn man den vorhergehenden Versuch wiederholet, und das durch das erste Prißma gebrochene Licht aufgefangen, und es durch den Winkel des andern Prißma gegangen ist, welches einen Fuß von dem ersten entfernt, aber in einer verticalen Lage, das ist, so steht, daß seine Axe die Axe des ersten Prißma in geraden Winkeln durchschneidet, so werden die durch dieses zweyte Prißma gebrochenen Strahlen alsdenn sich abwenden, und in einer schiefen Lage eine der ersten ähnliche Erscheinung mahlen.

Da diese beyden Prißmata sich nach rechten Winkeln durchschneiden, so werden die durch das zweyte verursachten Brechungen die Strahlen, welche das erste von unten hinauf gewendet hatte, von der Rechten zur Linken werfen. Allein dasjenige, was die eben angeführte Theorie bestätigt, ist, daß die Farben noch eben dieselben sind, und eben dieselbe Ordnung, wie vorher, untereinander behalten. Dieses beweiset, daß jeder Strahl seinen vorigen Grad der Brechung behält, und in uns die Empfindung eben derselben Farbe erreget.

§. 421.

Fortsetzung.

Man kann die sieben Farben, welche die Erscheinung uns zeigt, leicht absondern, wenn man in einer gehörigen Entfernung von einem gebrochenen Lichtbüschel eine dünne metallene Platte setzt, welche mit sieben Löchern, von ungefähr drey Linien im Durchmesser, die in einer geraden Linie stehen, durchbohret ist.

Man bedient sich dieses leichten Mittels, diese gefärbten Strahlen zu trennen, um sie besonders zu untersuchen, und zu zeigen, daß, was für eine Modification man ihnen auch giebt, sie uns beständig die Empfindung einer und eben derselben Farbe verschaffen.

§. 422.

Fortsetzung. Wenn man den rothen Strahl absondert, indem man ihn durch ein Loch, von ungefähr drey Linien im Durchmesser, gehen lässet, so wird dieser Strahl beständig seine rothe Farbe behalten, man mag ihn entweder zum andernmale brechen, oder zurückprallen, oder auf Oberflächen, die mit verschiedenen Farben gefärbt sind, fallen, oder endlich durch verschiedene gefärbte Gläser gehen lassen.

1.) Man sondere den rothen Strahl ab, und setze jenseit des Loches die Ecke eines Prißma, so wird sich dieser Strahl zum andernmale brechen, und auf der gegenüber liegenden Wand, oder auf der Decke des Saales einen kleinen rothen Zirkel mahlen.

2.) Man lasse das andere Prißma, wovon man eben Gebrauch gemacht hat, weg, und fange diesen rothen Strahl auf der Oberfläche eines flachen Spiegels schief auf, so wird dieser Strahl zurückprallen, und an dem Orte, wo er zurückprallet, wiederum einen rothen Zirkel sehen lassen.

3.) Man lasse alles in eben derselben Lage; aber anstatt diesen Strahl auf der Oberfläche eines Spiegels aufzufangen, so ergreife man ihn in seinem Uebergange, indem man ihm Rähmen von verschieden gefärbten Taffent entgegen hält, so wird man bemerken, daß dieser Strahl seine vorige Farbe noch immer behält, doch mit dem Unterschiede, daß er mehr oder weniger lebhaft seyn wird, so wie die Farbe der Oberfläche, worauf er fällt, der Farbe dieses Strahles mehr oder weniger ähnlich ist.

4.) Man setze diesem abgesonderten Strahle Gläser von verschiedenen Farben entgegen, so wird man bemerken, daß dieser Strahl auf der Fläche, die man den gefärbten Gläsern gegenüber setzet, seine Farbe behalten wird, wenn er durch sie gegangen ist. Denn es giebt

einige,

einige, durch welche er nicht durchgehen will, sondern bey deren Begegnung er zurückprallet. Da man die andern Strahlen nach den, welchen wir eben untersucht haben, beurtheilen kann, so beweisen diese Versuche, daß jeder Strahl in uns die Empfindung einer festen und unveränderlichen Farbe erregt.

§. 423.

Fortsetzung.

Man kann also sagen, daß ein Lichtbüschel eine Verbindung von Strahlen ist, die sich auf verschiedene Art brechen, und die verschiedene Farben haben. Die Erfahrnng lehret auch, daß die Strahlen, die sich am meisten brechen, zu gleicher Zeit am meisten zurückprallend sind.

Wenn man auf einer der Seiten eines rechtwinkligen gleichschenkeligen Prißma einen Lichtbüschel auffänget, und dasjenige, was dieser Büschel wird, aufmerksam untersuchet, so wird man bemerken, daß ein Theil davon unter das Prißma, und ein anderer Theil darüber geht. Man lasse diesen letzten Theil auf ein zweytes Prißma fallen, welches ihn auch darüber führet. Man lasse darauf das erste Prißma langsam um seine Axe sich herumdrehen, so wird man bemerken, daß die Strahlen, die sich am meisten brechen, zuerst zurückprallen; das ist, daß diese Strahlen sich bey dem Ausgange aus dem zweyten Prißma in folgender Ordnung mahlen werden: violet, indigo, blau, grün, gelb, orangenfarb, roth.

§. 424.

Entstehungsart der einzelen Farben an sich selbst.

Die eben angeführten Versuche sind hinreichend, den Satz des Newtons, in Ansehung der verschiedenen Farben, zu bestätigen; und es scheint nicht möglich zu seyn, daß man sich weigern könne, zu glauben, daß ein Lichtbüschel aus einer Verbindung von vielen heterogenen Strah-

Strahlen bestehet, die sich auf verschiedene Art brechen und zurückprallen, und, wenn sie abgesondert werden, im Stande sind, in uns die Empfindung der verschiedenen Farben rege zu machen.

Der weiße Lichtzirkel, den man an der Wand, oder auf einer Fläche bemerkt, die in einem finstern Zimmer so gesetzt wird, daß sie einen Lichtbüschel, den man in dieses Zimmer leitet, auffänget, bekommt dieses weiße Licht, das wir alsdenn bemerken, blos von der Verbindung der Strahlen von aller Art, woraus er besteht, welches durch folgenden Versuch leicht bestätigt werden kann.

Wenn man durch ein Augenglas einen Büschel von gefärbten, das ist, durch ein Prißma abgesonderten Strahlen, so gehen lässet, daß das Augenglas den Büschel gänzlich auffangen kann, so wird man in dem Brennpunkte dieses Glases einen kleinen weißen Zirkel sehen. Wenn dieser Zirkel nicht vollkommen weiß ist, so kommt dieß daher, weil diese Strahlen nicht genug vereinigt sind. Man kann also diesem Zirkel die Weiße, die er haben muß, endlich geben, wenn man ein anderes Augenglas über das erste hinausseßt.

Wir haben schon angemerkt, daß ein Lichtbüschel, der durch ein Augenglas gehet, einen Kegel macht, dessen Spitze sich in dem Brennpunkte dieses Glases befindet, und daß man jenseit dieses Gipfels einen andern Kegel siehet, der dem ersten mit dem Gipfel entgegen stehet. Die Lichtstrahlen, welche ein Augenglas zusammenlaufend macht, fallen also mit einander in einen Punkt, um sich darauf jenseit dieses Brennpunktes zu entwickeln. Wenn man nun, indem man den vorhergehenden Versuch wiederholt, die Fläche, worauf der Brennpunkt des Augenglases fiel, zurückschiebt, so wird man alsdenn keinen weißen Zirkel mehr, sondern die sieben Farben in

einer

einer umgekehrten Ordnung ganz deutlich sehen. Hieraus folgt, daß, wenn diese verschiedenen Strahlen vereinigt werden, sie die weiße, wenn sie aber entwickelt werden, die übrigen Farben geben.

§. 425.

Fortsetzung. Der vorhergehende Versuch lehrt uns zwar, daß die Verbindung der Strahlen die weiße Farbe giebt; aber werden darzu nothwendig alle Strahlen erfordert? Dieß ist eine Frage, welche hier einen Platz verdienet, und welche wir durch folgenden Versuch auflösen wollen.

Man breche einen Lichtbüschel vermittelst eines Prißma. Man lasse diesen Büschel durch ein Augenglaß so gehen, daß man einen weißen Zirkel in dem Brennpunkte dieses Glases habe. Man fange alsdenn die verschiedenen gefärbten Strahlen besonders auf, ehe sie durch das Glas gehen, so wird man bemerken, daß die Empfindung des weißen sich verändern wird, so wie man einige von den Strahlen, den gelben ausgenommen, auffangen wird; woraus denn folgt, daß die Vermischung der sechs Hauptfarben hinreichend ist, das Weiße hervorzubringen.

§. 426.

Betrachtung der Farben, in Ansehung der gefärbten Körper. Nachdem man die Farben an sich selbst betrachtet hat, so folgt, daß wir sie auch in den gefärbten Körpern betrachten, und dasjenige, was die verschiedenen Farben, unter welchen sie sich unsern Augen zeigen, hervorbringt, untersuchen müssen. Obgleich jeder Körper insbesondere eine feste und bestimmte Farbe hat, so gründet sich doch diese Farbe nicht auf sein Wesen. Der Schnee z. B. ist nicht von Natur weiß, das Feuer ist nicht wesentlich roth, u. s. f. Woher kommt aber diese Eigenschaft, welche macht, daß gewisse Körper sich allezeit unsern Augen unter einer und eben derselben Farbe zeigen? dieses wollen wir sogleich aus einander

der

der setzen, und dieses wird den Gegenstand der folgenden Versuche ausmachen.

§. 427.

Woher die Farbe an den Körpern rühret.

Die Farben, welche wir in den gefärbten Körpern bemerken, gründen sich auf eine besondere Configuration zwischen den Theilchen, die sie ausmachen, die sie in den Stand setzet, diesen oder jenen gefärbten Strahl zurückzuwerfen, oder überzutragen, und die andern zu verschlingen, oder sie zurückzuwerfen, oder so schwach überzutragen, daß die Empfindung, die dadurch entsteht, für nichts geachtet werden muß.

Nach dem Newton bestehet diese Einrichtung in den verschiedenen Graden der Dünnheit der kleinen Blättchen oder Theilchen, welche die Oberfläche der Körper ausmachen, und er hat seine Nachforschungen sogar so weit getrieben, daß er auch auf eine so wahrscheinliche als sinnreiche Art die verschiedenen Grade der Dünnheit bestimmt hat, welche die Bestandtheile der Oberfläche haben müssen, um diesen oder jenen Strahl zurückzuwerfen, oder überzutragen, und zu machen, daß ein Körper, der durch die Zurückprallung, oder durch seine Durchsichtigkeit gesehen wird, uns vielmehr von dieser Farbe, als von einer jeden andern zu seyn scheinet.

Er machte diese Berechnung nach folgendem Versuche a). Er legte zwey Objectivgläser, davon das eine halb flach und halb erhaben, und zu einem Teleskop von 14 Fuß bequem, das andere aber auf beyden Seiten erhaben war, und sich zu einem Teleskop von ohngefähr 50 Fuß schickte, so auf einander, daß die flache Oberfläche des einen einer von den erhabenen Oberflächen des andern entgegen stand. Indem er diese beyden Gläser gelinde zusammen drückte, bemerkte er an dem Orte ihrer Berührung einen kleinen zirkelförmigen weißen Raum, der mit vielen

a) Optiq. l. 2. par. 1. IV. observ.

vielen Ringen umgeben war, die verschieden gefärbt, und durch weiße, oder vielmehr durchsichtige Zwischenräume von einander abgesondert waren. Indem er diese beyden Gläser auf eine schwarze Oberfläche legte, wurde der Mittelpunkt, an statt, wie in dem ersten Falle, weiß und durchsichtig zu seyn, schwarz, und die gefärbten Zirkel blieben, wie vorher.

In diesen beyden Fällen bleibt ein kleiner zirkelförmiger Luftstreif übrig, der zwischen den beyden Gläsern aufgefangen wird. Dieser Luftstreif verdünnet sich in Ansehung der Erhabenheit der beyden Objectivgläser, so wie er sich ihrer Berührung nähert, oder er verschwindet ganz und gar. Daher erscheinet, wenn diese beyden Gläser auf eine schwarze Oberfläche gelegt werden, in dem Mittelpunkte, das ist, in dem Punkte ihrer Berührung, ein schwarzer zirkelförmiger Raum; weil das Licht, wenn es an diesem Orte durch einen hermogenen Zwischenkörper geht, jenseit desselben einen schwarzen und dunkeln Grund findet, der es nicht wieder zurück schickt; die Empfindung des schwarzen aber sich auf die Beraubung der Lichtstrahlen gründet, und diese Beraubung allezeit statt findet, wenn die Strahlen mit zurück geworfen, oder weiter gebracht werden.

Diese Vorstellung wird dadurch bestätigt, daß eben dieser Raum durchsichtig und helle zu seyn scheinet, wenn man die schwarze Oberfläche wegläßet, und alsdann durch die Dicke dieser beyden Gläser siehet.

Man wird rings um diesen zirkelförmigen Raum verschiedene gefärbte Zirkel gewahr. Nun hat der zwischen diesen Gläsern aufgefangene Luftstreif verschiedene Grade von Dünnheit, welche immer abnehmen, bis an den Ort ihrer Berührung. Da also die Farben nach der Abwechselung dieses Streifens gleichfalls abwechseln, so hat Newton nicht ohne Grund gemuthmaßet, daß die verschiedenen Farben, unter welchen die gefärbten Gegenstände sich

unsern

unsern Augen zeigen, sich auf die verschiedenen Grade der Dünnheit der Bestandtheilchen ihrer Oberflächen gründen.

§. 428.

Grundsätze der Färbekunst.

Es mag nun die Beschaffenheit der Bestandtheilchen der Oberflächen, die die Körper geschickt machet, diesen oder jenen Strahl zurückzuwerfen, oder durchzulassen, und folglich mehr unter dieser, als unter einer andern Farbe zu erscheinen, in den verschiedenen Graden der Dünnheit dieser Theilchen bestehen, oder sie mag sich auf irgend eine andere Verbindung derselben gründen, so ist es gleichwohl gewiß, daß man die Bestandtheilchen der Oberflächen der gefärbten Körper nicht verändern kann, ohne ihre Farben zu verändern.

Um dasjenige, was ich in Ansehung der gefärbten Körper anzeigen will, mit einiger Ordnung vorzutragen, so betrachte man folgende Hauptpuncte, die ich durch die Erfahrung festsetzen und beweisen will.

1. Man kann eine bestimmte Farbe hervorbringen, wenn man zwey flüßige Dinge, die jedes besonders keine Farbe haben, und sehr helle sind, mit einander vermischet.

2. Man kann durch den Zusatz eines ungefärbten flüssigen Körpers eine Farbe in eine andere verändern.

3. Zwey gefärbte flüßige Körper nehmen, wenn sie mit einander verbunden werden, eine Farbe an, die von den Farben, welche ein jeder von diesen Körpern vor der Vermischung hatte, verschieden ist.

4. Man kann den gefärbten flüßigen Dingen ihre Farbe benehmen, wenn man sie mit ungefärbten flüßigen Körpern vermischet, und man kann die erste Farbe durch den Zusatz eines ungefärbten flüßigen Körpers wieder herstellen.

§. 429.

§. 429.

Zu der ersten Erscheinung. Fortsetzung.

Man vermische mit einander,	So wird man erhalten:
1. Salpetergeist, und die Auflösung der Rosenblüthen, die mit Weingeist gemacht worden ist,	das Rothe.
2. Aufgelöstes Queckſilber und Weinsteinöl,	Orangenfarbe.
3. Aufgelöseten Sublimat, und Kalkwasser,	das Gelbe.
4. Farbe von Rosen, und Weinsteinöl,	das Grüne.
5. Farbe von Rosen, und Uringeist,	das Blaue.
6. Aufgelöstes Kupfer, und Salmiacgeist,	Indigo.
7. Aufgelöseten Sublimat, und Salmiacgeist,	das Weiße.
8. Auflösung von Bleyzucker, und Vitriol,	das Schwarze.

Zu der andern Erscheinung.

Man vermische mit einander,	So wird man erhalten:
1. Tinctur der Sonnenblume, und Salpetergeist,	eine Feuerfarbe.
2. Veilchensyrup, und Weinstein-Oel,	das Grüne.
3. Auflösung von blauen Vitriol, und flüchtigen Salmiacgeist,	das Dunkelblaue.

Zu der dritten Erscheinung.

	Man vermische mit einander,	So wird man erhalten:
1.	Gelb von Saffrantinctur, Roth von rother Rosentinctur.	Das Grüne.
2.	Blau von Veilchentinctur, Braun von Schwefelgeist.	Das Karmesin.
3.	Roth von rother Rosentinctur, Blau von Hirschhorngeist.	Das Blaue.
4.	Blau von Veilchentinctur, Blau von Kupferauflösung.	Das Violette.
5.	Blau von Veilchentinctur, Blau von Ungarischer Vitriolauflösung.	Indigo oder Purpur.
6.	Blau von Kornblumentinctur, Blau von gefärbten Salmiacgeist.	Das Grüne.
7.	Blau von Ungarischer Vitriolauflösung, Braun, Lauge.	Das Gelbe.
8.	Blau von Ungarischer Vitriolauflösung, Roth von rother Rosentinctur.	Das Schwarze.
9.	Blau von Kornblumentinctur, Grün von Kupferauflösung.	Das Rothe.

Zu der vierten Erscheinung.

	Man vermische mit einander,	So wird man erhalten:
1.	Grün von Kupferauflösung. Ungefärbten Salpetergeist.	zerstöhrte Farbe.
	Ungefärbtes Weinsteinöl.	wiederhergestellte.

Man

Man vermische mit einander,	So wird man erhalten:
2. Roth von rother Rosentinctur. / Ungefärbte Vitriolauflösung.	Schwarz.
2. Ungefärbtes Weinsteinöl.	wiederhergestellte Farbe.
3. Zartes Roth von Rosentinctur. / Ungefärbter Vitriolgeist.	schönes Roth.
3. Ungefärbter Salmiacgeist.	Grün.
3. Ungefärbtes Vitriolöl.	zartes Roth.
4. Grün von Grünspanauflösung. / Ungefärbter Vitriolgeist.	zerstörte Farbe.
4. Ungefärbter Salmiacgeist.	Purpur.
4. Ungefärbtes Vitriolöl.	helle und ungefärbt.

§. 430.

Wenn flüßige Körper, die besonders genommen, nicht gefärbt sind, es aber durch ihre Vermischung werden, so kann diese Veränderung nur von der Beschaffenheit ihrer Theile herkommen, die sie geschickt macht, diesen oder jenen Strahl besonders durchzulassen; dagegen sie, wenn man jeden besonders nimmt, selbige alle ohne Unterschied durchlassen. Ursache dieser Erscheinung.

Eben dieselbe Ursache kann, wenn sie auf eine verschiedene Art wirket, auch die andern Erscheinungen, die wir darauf angemerket haben, hervorbringen. In der That, nichts stimmet mit der Natur der flüßigen Dinge, deren wir uns bedienet haben, mehr überein, als, wie der Abt Nollet a) sehr wohl anmerket, zu glauben, daß Salpetergeist, welcher auf Sonnenrosentinctur gegossen wird, die allzu groben Theilchen dieser Auflösung zertheilet, und diesen Theilchen unter sich ein solches Verhältniß giebt, daß diese neue Vermischung geschickt wird, den rothen Strahlen den Durchgang zu verstatten, während daß das Weinsteinöl,

a) *Nollet*, Leçons de Phyſ. T. V. p. 436.

steinöl, welches durch seinen Zusatz mit dem Veilchensyrup eine widrige Wirkung hervorbringet, in dieser Vermischung nur Oefnungen lässet, die ein von Natur schwächeres Licht, dergleichen das Licht der grünen Strahlen ist, durchgehen lassen können.

§. 431.

Fortsetzung. Wenn man diese verschiedenen Vermischungen fortsetzet, so bemerkt man, daß alle Erscheinungen genau mit dieser Theorie übereinstimmen.

Wenn man eine Auflösung des fressenden Sublimates auf Weinsteinöl gießt, so verliehren diese beyden Körper, welche, besonders genommen, helle sind, ihre Helligkeit in der Vermischung, und machen eine dunkle Rostfarbe. Wenn man flüchtigen Salmiacgeist darauf gießt, so wird die Vermischung milchig. Endlich verschwindet die Farbe, und die erste Helligkeit kommt wieder hervor, wenn man auf die Vermischung eine gewisse Quantität Salpetergeist gießt.

Wenn wir diese Erscheinungen in Betrachtung ziehen, so sehen wir, daß sie mit der Erklärung, welche wir eben von den vorhergehenden gegeben haben, sehr wohl übereinstimmen. Denn die Helligkeit besteht in der vollkommenen geradlinigen Lage der Poren der hellen Körper nach allen Seiten. Diese geradlinige Lage gründet sich also auf das Verhältniß, welches die Bestandtheile dieser Wesen gegen einander haben. Wenn man daher gleich zwey Wesen, die, besonders genommen, helle sind, mit einander vermischet, so folgt daraus noch nicht, daß ihre Vermischung eben diese Eigenschaft haben müsse. Man darf sich also nicht wundern, wenn die Vermischung von zwey hellen flüßigen Körpern undurchsichtig wird.

Der auf eine solche Vermischung gegoßne Salpetergeist stellt die Helle wieder her, weil diese scharfe Säure die Bande, welche die Theilchen der Säfte sich durch ihre Vermischung gemacht hatten, zerreißt, und folglich ihre erste Lage wieder herstellet.

§. 432.

§. 432.

Einfluß der Luft in die Farbe der Körper.

Alles, was die Lage und Stellung der Bestandtheile der vermischten Dinge verändern kann, wird sie geschickt machen, verschiedene Strahlen zurückzuwerfen, und wird folglich ihre Farbe verändern, nachdem die Veränderung, welche in der Stellung ihrer Theilchen vorgegangen ist, mehr oder weniger groß ist.

Die Berührung der Luft und des Feuers bringet alle Tage dergleichen Veränderungen hervor, worauf der gemeine Haufe nicht aufmerksam ist, welche aber ein Naturkündiger zu bewundern nicht unterlassen kann. Der Berührung des ersten dieser beyden flüßigen Dinge müssen wir der grünen Farbe zuschreiben, welche die Wiesen dem Gesichte so reizend macht. Denn das Gras hat von Natur keine Farbe vorzüglich von der andern. Ohne die Berührung der Luft, der es beständig ausgesetzt ist, würden wir alles Gras von einer Weiße sehen, die das Gesicht ermüden würde. Wir haben hiervon ein Beyspiel in der Cultur unserer Gärten. Die Cichorie, z. B. welche in freyer Luft wächst, treibt Blätter, die allezeit grün sind. Diejenige aber, welche auf Beeten oder unter Glocken wächst, wird niemals grün. Sie behält diese Weiße, die sie bis auf unsere Tafeln mitbringet.

Man findet an den öst- und westlichen Küsten von England eine Art von Muschel, die in Ansehung der Farbe, die sie uns giebt, unter dem Namen der Purpurmuschel bekannt ist. Diese Muschel gleicht sehr dem Murex, oder Buxinum, aus welchem die Alten diese Farbe zogen. Wenn man diese Muschel zerbrochen, und den Fisch herausgenommen hat, so siehet man an dem Kopfe dieses Thieres eine in die Quere laufende Ader. Wenn man diese Ader aufmachet, und den Saft auf weiße Leinewand drücket, so sieht die Farbe sehr schön grün aus. Wenn man sie aber in die Sonne legt, so

wird sie in wenig Minuten dunkelgrün, darauf Meergrün, bläulich, roth, purpurfärbig, und wenn man sie eine oder zwo Stunden in der Sonne lässet, so bekommt sie eine sehr schöne feste Purpurfarbe.

§. 433.

Und des Feuers.

Die der Wirkung des Feuers überlassenen Körper geben uns oft eben diese Erscheinungen. Dieses flüßige Wesen verändert die Einrichtung der unmerklichen Theilchen, woraus z. B. die Schaalthiere, als die Krebse, die Krabben, und einige andere von dieser Gattung bestehen, dergestalt, daß, wenn diese Schaalthiere einige Zeit der Wirkung des Feuers überlassen werden, sie eine sehr schöne rothe Farbe erhalten.

Die colbotische Dinte ist gleichfalls ein Beweis dieser Wahrheit. Wenn man mit Colbot-Tinktur auf weißes Pappier schreibt, so wird, sobald die Ausdünstung das Vesiculum, welches das Colbot in der Auflösung erhält, weggenommen hat, auf dem Pappiere von dem Wesen, welches sich darauf befindet, ganz und gar kein Eindruck mehr zu sehen seyn. Wenn man aber dieses Pappier warm machet, so werden die mit den Colbot gemachten Züge eine grüne Farbe annehmen, welche sie sehr deutlich unterscheiden wird, und welche verschwinden werden, so wie das Pappier wieder kalt wird, aber sogleich wieder erscheinen, sobald man es von neuen warm gemacht hat.

Eine rothe in den Rauch von Schwefelblumen gelegte Rose verlieret ihre Farbe, und wird weiß.

Alle diese Versuche beweisen uns auf eine sehr deutliche Art, daß die Farben, unter welchen wir die verschiedenen gefärbten Gegenstände sehen, sich blos auf die besondere Stellung ihrer Theilchen gründen, die sie geschickt macht, die verschiedenen gefärbten Strahlen zu-

rückzuwerfen, oder durchzulassen. Da aus der Vereinigung aller Strahlen eine weiße Farbe entstehet, so sehen die Körper, welche ohne Unterschied alle Strahlen zurückwerfen, in unsern Augen weiß aus, und diejenigen, die sie verschlingen, müssen aus der gegenseitigen Ursache schwarz aussehen. Dieses wird durch die Vermischung einer Infusion von Gallapfel mit einer Infusion von Eisenvitriol hervorgebracht.

Der Eisenvitriol enthält viele eisenhaltige Theile. So lange diese Theile sich frey befinden, und frey in der Auflösung herumschwimmen, benehmen sie der Durchsichtigkeit nichts, weil sie von einer Dünne und von einer Gestalt sind, die sich so mit einander verbinden können, daß sie allen Arten von Strahlen den freyen Durchgang verstatten. Die Vitriolauflösung ist auch, wenn sie noch frisch und nicht zu stark ist, sehr helle. Wenn man sie aber mit dem Galläpfelsafte vermischet, so vereinigen sich die eben gedachten eisenhaltigen Theile mit den gummigten Theilen des Gallapfels. Sie machen ein neues Gewebe, das den Strahlen nicht mehr den freyen Durchgang verstattet, und selbige werden in der Vermischung, die folglich schwarz aussehen muß, so zu sagen, verschlungen.

Man kann diese Wirkung vernichten und die Durchsichtigkeit wieder herstellen, wenn man auf die Vermischung einige Tropfen Salpetergeist gießt.

Der Salpetergeist ist das wahre auflösende Mittel aller eisenhaltigen Theile. Sobald man folglich etwas davon auf eine solche Vermischung gießet, so bemächtiget er sich dieser Art von Theilen, sondert sie von den Theilen des Gallapfels ab, und stellt die erste Einrichtung der Vermischung wieder her.

Diejenigen, welche eine größere Reihe Versuche von dieser Art zu lesen begierig sind, können die Schriftsteller,

die über diese Materie geschrieben haben, (a) aus welchen ich einen großen Theil der eben angeführten Versuche genommen habe, zu Rathe ziehen.

Eilfter Abschnitt.

Von dem Wasser.

§. 434.

Nutzen des Wassers.

Das Wasser, welches der Gegenstand dieses Abschnittes seyn wird, ist eines von den schätzbarsten Dingen, die aus den Händen des Schöpfers gekommen sind. Es trägt zur Hervorbringung aller der Wesen das Seinige bey, die zur Erhaltung des thierischen Lebens, und zum Wohlseyn des Menschen nothwendig sind. Die Pflanzen würden nicht leben und wachsen können, wenn das Wasser den Nahrungssäften, die sie nothwendig brauchen, nicht zum Verbindungsmittel diente. Die Mineralien würden sich in dem Schooße der Erde nicht bilden, wenn das Wasser nicht die verschiedenen Theile, woraus sie bestehen, mit sich führte, und sie vereinigte, indem es ihnen den Leim giebt, der ihnen eigen ist. Der Mensch würde an den Nahrungsmitteln, die er zu sich nimmt, keinen Geschmack finden, wenn nicht das Wasser die salzigen Theile, die sie enthalten und die man hinzufügt, auflößte, und sie durch dieses Mittel fähig machte, zu wirken, und die nervigen Hügelchen des Geschmackhäutleins zu reizen. Das menschliche Leben selbst würde nicht von langer Dauer seyn, wenn das Wasser nicht die Nahrungsmittel, die der Mensch zu sich nimmt, auflößte,

(a) Tentamina Florentina, Part. II. p. 93. *Boerhaave*, Chemia, V. 2. p. 535. *Helsam*, Ch. 10. p. 304. *Hierne*, Acta chemic. *Holmius*, S. 2. C. 6. p. 186.

lößte, und den verschiedenen Feuchtigkeiten, die in der Natur seines Körpers ihren Umlauf haben, Flüßigkeit gäbe.

Das Wasser verschaft uns noch viele andere Vortheile, die ich hier nicht weitläuftig beschreiben kann, und die man in vielen Schriftstellern erläutert findet. (a)

§. 435.

Gestalten, in welchen es sich zeiget.

Dieses dem Menschen so nothwendige Wesen zeigt sich unsern Nachforschungen in einem dreyfachen verschiedenen Zustande, unter welchem es betrachtet zu werden verdienet. 1.) Zeigt es sich unter der Gestalt eines Fluidi. 2.) Unter der Gestalt eines Dunstes. 3.) Unter einer festen Gestalt, die man Eis nennet.

§. 436.

Beschreibung des fließenden Wassers.

Das fließende, oder als ein Liquor betrachtete Wasser kann auch, entweder als elementarisch, oder als vermischt in Betrachtung gezogen werden. Wenn man es unter dem ersten von diesen beyden Verhältnissen betrachtet, so ist es ein Wesen, das aus homogenen Theilen ohne Farbe, ohne Geruch, ohne Geschmack besteht, und das die Scheidekünstler Phlegma nennen. Es befindet sich bey der Composition aller vermischten Dinge. Thales, (b) Empedocles, Vanhelmon, Eller, (c) und viele andere sehen es sogar als das bloße und einzige Principium aller vermischten Dinge an. Unter allen denen, die diese Meynung angenommen haben, ist keiner, der sie sorgfältiger und auf eine deutlichere Art entwickelt hätte, als der berühmte Eller, dessen wir eben gedacht

(a) *Niewentyt.* Exist. de Dieu de Mont. par les Merv. de la Nat. Part. I. C. 4. *Fabricius* Theolog. de l'Eau. *Smith*, Traité des Vertus medicinales de l'Eau.

(b) Quest. acad. L. IV. C. 118.

(c) Mém. de l'Acad. de Berlin, T. IV.

haben. Allein diese Frage, so wichtig sie auch ist, würde uns von unserm Gegenstande zu weit entfernen. Diejenigen, welche begierig sind, ihrer Entwicklung zu folgen, können die eben angeführte Abhandlung zu Rathe ziehen. Ich will hier nur anmerken, daß der Versuch, der den Grund der Hypothese des Herrn **Ellers** ausmachet, sorgfältig geprüft zu werden verdienet, und daß, ob es gleich wahr ist, daß eine geringe Menge Wassers, welche in einen gläsernen Mörsel gethan, und bis auf einen gewissen Grad gerieben wird, durch verschiedene Stände der Verdickung geht, und daß ein Theil dieses Wassers sich in eine außerordentlich feine und zarte Erde verwandelt, während daß der andere ausdünstet, (a) so glaube ich doch nicht, daß man diese Erde, welche durch dieses Reiben entsteht, als eine bloße Verwandlung des Wassers ansehen könne. Alles bewegt mich vielmehr zu vermuthen, daß das Wasser hier nur einen **Leim** hergiebt, welcher den fremden Theilen, die in seinem Innern schwammen, und den Theilen des Mörsers und des Stempels, die sich während der Operation haben losmachen können, zum Bande dienet.

§. 437.

Wie viel Salz das Wasser auflöset.

Das Wasser, als elementarisch betrachtet, befindet sich in der Composition aller vermischten Dinge. Denn es ist keines, welches bey der chymischen Zergliederung nicht Wasser gäbe. Allein man darf deswegen nicht glauben, daß das Wasser, welches man in unsern chymischen Werkstätten durch das Aufsteigen erhält, ganz rein und völlig von allen heterogenen Theilen befreyet ist. So vorsichtig man auch die Reinigung desselben vornimmt, so behält es doch allezeit einige fremde Theile, die außerordentlich flüchtig sind, und die sich mit selbigem bey dem geringsten möglichen Grade der Wärme erheben.

Jedoch

(a) Mém. de l'Acad. de Berlin, T. III.

Jedoch kann das Wasser, welches bey langsamen Feuer vielemal abgezogen wird, für rein genug gehalten werden, und man kann Gebrauch davon machen, um die verschiedenen Eigenschaften des Wassers zu erkennen.

Die Scheidekünstler sehen dieses Wasser als das allgemeine Auflösungsmittel aller salzigen Wesen an. In der That, wenn wir ein Salz, das man in Etrurien findet, davon ausnehmen, so ist keines, das in dem Wasser nicht aufgelößt werden könnte. Sie sind es unterdessen nicht alle auf gleiche Weise. Einige darunter lassen sich nicht so leicht auflösen, als die andern. Ueberhaupt lößt es sie leichter auf, wenn es warm ist, als wenn es kalt ist. Denn die Hitze vermehrt die Wirksamkeit der Wassertheile, indem es sie beweglicher macht. Obgleich diese Sache auf verschiedene Arten erklärt wird, so wird sie doch von allen Scheidekünstlern erkannt. Der berühmte Eller merket an, daß acht Unzen reines Wasser, welches nach dem Farnheitischen Maaßstabe nur 33 Grad Wärme hat, kaum $\frac{1}{64}$ seines Gewichts von gemeinem Salze auflößt, und daß, wenn diese Wärme unvermerkt bis auf den 32sten Grad abnimmt, das Salz nach und nach zurück tritt, und sich auf dem Boden des Gefäßes setzet. Wenn man aber im Gegentheile die Wärme um 10 bis 12 Graden vermehret, so wird eben diese Menge Wassers hinreichend seyn, 2 Unzen von eben diesem Salze aufzulösen. Wenn endlich die Hitze bis auf den Punkt der Aufwallung vermehrt wird, so wird selbiges eine seinem Gewichte gleiche Quantität auflösen. (a)

Um diesen Versuch auf eine geschwindere Art, und die hinreichend ist, diese Anmerkung zu bestätigen, zu wiederholen, so thue man 2 Unzen Wasser in drey verschiedene Becher. Man gebe dem Wasser eines jeden dieser

(a) Mém. de l'Acad. de Berlin, T. III.

dieser Becher eine verschiedene Temperatur, als 10, 30, 50 Grad, nach dem Maaßstabe des Herrn von Reaumur. Man werfe in jeden Becher $1\frac{1}{2}$ Unze gepülvertes Seesalz, so wird man nach der Auflösung die Quantität des Salzes, die auf dem Boden eines jeden Bechers bleiben wird, gewahr werden.

§. 438.

Fortsetzung. Wir wollen die verschiedenen Quantitäten von Salz, die eine gegebene Quantität Wasser auflösen kann, hier nicht weitläuftig beschreiben. Diese Versuche sind äußerst verfänglich, und erfordern viele Zeit. Ueberdieß haben wir sehr genaue Verzeichnisse aus den Versuchen vieler der geschicktesten Naturkündiger. (a) Ich will hier blos anmerken, daß die alkalischen Salze diejenigen sind, die am geschwindesten schmelzen. Der Salmiac schmelzt am langsamsten, und der Borax ist unter allen denen, die wir kennen, dasjenige, das am schwersten zergeht.

Bey den Auflösungen der Salze ist noch anzumerken, daß, wenn der flüßige Körper, den man brauchet, um es zergehen zu lassen, eine gewisse Quantität desselben aufgelößt hat, er von dieser Art nichts mehr auflösen kann; und dieß ist es, was die Scheidekünstler den Punkt der Sättigung nennen. Unterdessen, wenn man diesem flüßigen Körper ein Salz giebt, das leichter zu schmelzen ist, so wird er noch eine gewisse Quantität auflösen, welche doch geringer ist, als diejenige, die er aufgelößt haben würde, wenn er nicht schon von einem andern Salze gesättigt gewesen wäre. Wenn man z. B. nachdem man eine gewisse Menge Wasser mit Salpeter gesättigt hat, Zucker in dieses Wasser wirft, so wird es noch eine gewisse Quantität davon auflösen können, weil der Zucker sich leichter auflösen lässet, als der Salpeter.

Diese

(a) *Boerhaave*, Chymie. *Muschenbroek* Ancien. Edit. T. I. p. 429. *Eller*, Mém. de l'Acad. de Berlin, T. III.

Diese Erscheinung findet statt, und kann in eben demselben Wasser vielemale wiederholt werden, wenn man ihm hinter einander Salze aufzulösen giebt, die mehr und mehr aufzulösen sind.

Wenn irgend ein Salz in dem Wasser aufgelöset ist, so dringen die kleinen Salztheilchen, die von der Masse, wovon sie einen Theil ausmachten, abgesondert sind, in die Poros des Wassers, nähern sich und verbinden sich mit den Theilen dieses flüßigen Körpers. Dieser Zusatz macht die Theile des Wassers gröber, daher sie nicht mehr geschickt sind, eine größere Quantität von eben dem Salze zu durchdringen und aufzulösen. Allein, obgleich diese Theile zu stumpf und zu grob sind, als daß sie auf eine und eben dieselbe Gattung wirken könnten, so sind sie es doch nicht so sehr, daß sie nicht ein Salz durchdringen könnten, dessen Pori größer sind, und dessen Verbindung der Theile schwächer ist. Sie können also noch eine gewisse Quantität von einer andern Art von Salze, das sich besser auflösen lässet, auflösen.

§. 439.

Verschiedene Arten des Wassers.

Wenn das Wasser als ein Principium betrachtet wird, so hat es eine Menge Eigenschaften, die es mit dem als ein vermischtes Wesen betrachteten Wasser gemein hat. Wir wollen selbige untersuchen, indem wir das Wasser unter diesem letztern Verhältnisse betrachten.

Dieses Wasser ist dasjenige, dessen wir uns bey unsern gewöhnlichen Bedürfnissen bedienen. Es sind verschiedene Gattungen desselben, die man auf sechse einschränken kann; nämlich: 1. das Regenwasser, welches oft unter der Gestalt des Schnees und des Hagels herabfällt; 2. das Quellwasser; 3. das Wasser der Seen; 4. das Flußwasser; 5. das Brunnenwasser; 6. das Meerwasser.

§. 440.

§. 440.

Regen und Flußwasser.

Ehe der Regen auf unsere Erde fällt, so hat er schon unserer Kugel zugehört. Dieses sind Dünste, die sich mehr oder weniger hoch in den Dunstkreis erhoben haben, die daselbst theils durch die Kälte, die sie erlitten haben, theils durch den Zusammenstoß der Wolken, deren Theile mehr oder weniger zusammen gerückt sind, verdickt worden sind, und sie mehr oder weniger stark an sich gezogen haben, um daselbst die Gestalt des Regens anzunehmen. Wenn diese Dünste sich bis an die Gränzen des Dunstkreises, die man mit Rechte als die Gegend des Schnees ansieht, erhoben haben, so verdicken sie sich daselbst nicht allein dergestalt, daß sie den Regen hervorbringen, sondern viele dieser Theile machen auch, indem sie sich mit einander vereinigen und gerinnen, Schnee oder Hagel, der eben dieselbe Gestalt behält, und in derselben auf die Oberfläche der Erde kommt, wenn die untern Gegenden des Dunstkreises, die er durchgehen muß, nicht warm genug sind, daß sie ihn schmelzen, und in Regen verwandeln, wie gar oft geschiehet.

Wenn der Regen auf die Oberfläche der Erde fällt, so durchdringt er sie, und fließt durch ihre verschiedenen Lager. Da dieses Ablaufen auf Orten von schiefen Flächen geschieht, so ereignet es sich zuweilen, daß er Spalten und Oefnungen findet, wodurch das Regenwasser in seinem Laufe entwischen kann, und wodurch es mehr oder weniger hoch zurückspringet, um Quellen zu machen.

Wenn das Regenwasser sich durch verschiedene Erdschichten durchgeseihet, oder sich in tiefen Höhlungen gesammlet hat, so macht es alsdenn Seen und Moräste. Diese verschiedenen Gewässer, nämlich das Wasser der Quellen, der Seen und der Moräste, bringen vereinigt, oder besonders Flüsse hervor. Oft haben die Seen ihren Ursprung von dem Regen, von den Quellen und Morästen, und sie empfangen nebst diesen Gewässern alle die fremden Theile, die sie bey sich führten.

Das

Das Flußwasser giebt dem Brunnenwasser seinen Ursprung. Alle diejenigen Flüsse, die einen freyen Ablauf haben, stürzen sich in einen allgemeinen Behälter, der uns unter dem Namen des Meeres bekannt ist. Das Wasser desselben ist salzig und bitter, und kann gar nicht getrunken werden. Das salzige Wesen hat es von den Salzbänken, die sich darinnen befinden, und sich auflösen. Seine Bitterkeit kommt von dem Harze her, das es durch eine Menge Quellen erhält, die ihr Wasser mit dem Meerwasser vermischen. Sie kommt auch von den stinkenden und brandigen Oelen gewisser Pflanzen und Thiere her, die in seinem Schooße verfaulen.

§. 441.

Versuche, das Meerwasser trinkbar zu machen.

Schon seit langer Zeit hat man ein sicheres und bequemes Mittel ausfindig zu machen gesucht, das Meerwasser trinkbar zu machen. Man hat sich darzu der Filtration bedienet, und wenn den Beobachtungen des Grafen von Marsilly a) zu glauben ist, so verliehrt das Meerwasser seine Bitterkeit und sein salziges Wesen, wenn man es durch eine grosse Menge Sand filtriret. Gleichwohl hat der Erfolg nicht allezeit mit der Erwartung derer, die hiervon Gebrauch gemacht haben, übereingestimmt. Denn Feuillee berichtet uns, daß eine große Menge Seewasser, welches er dreymal hinter einander in einem Glase, welches 13 Zoll Sand in der Höhe enthielt, hatte filtriren lassen, deswegen nicht gänzlich seine Bitterkeit und salziges Wesen verlohren hatte. b) Die Alten bedienten sich hohler Kugeln von Wachs, die sie ins Meer hinab ließen, und voll süsses Wassers wieder hinauf zogen. Andere rühmen den Gebrauch eines irdenen mit Wachs verstopften Topfes, und versichern, daß, wenn man diesen Topf in das Meer hängen liesse, das Wasser sich durch das Wachs filtrire, und darinnen sein salziges

a) L'Hist. de la Mer. pag. 32.
b) *Feuillée*, Journal d'Observ. T. I. p. 64.

salziges Wesen zurücklasse. (a) Diese Methode ist wegen der geringen Menge Wassers, die sie verschaffet, nicht von großem Vortheile. Einige sind auf die Gedanken gekommen, Meerwasser sieden zu lassen, und den Dunst davon vermittelst eines Schwammes aufzufangen. (b) Allein diese Art hat eben den Fehler, als die vorhergehende, und überdieß benimmt sie dem Wasser nur das Salz, und einen Theil seines übeln Geschmacks. Andere sind auf die Erfindung gefallen, verschiedene Körper in dieses Wasser zu werfen. (c) Andere haben verschiedene Salze hinein geworfen; aber keine von diesen Arten hat den Grad der Vollkommenheit erreichen können, den man seit so langer Zeit wünschet. Einige haben zu der Destillation ihre Zuflucht genommen, indem sie das Meerwasser mit verschiedenen fremden Körpern vermischten, und niemand, so viel ich weiß, hat es hierinnen weiter gebracht, als Herr Poissonnier, ein Arzt in Paris.

§. 442.

Unreine Beschaffenheit des gemeinen Wassers.

Die Wasser, die wir trinken, sind nicht reiner, als das Meerwasser, und wenn sie trinkbar sind, so kommt dieses daher, daß die fremden Dinge, die sie bey sich führen, diesen Wassern nicht einen unangenehmen Geschmack geben. Einige Versuche, die leicht zu wiederholen sind, können diese Wahrheit hinlänglich bestätigen.

Man thue abgezogenes Wasser in viele Gefäße. Man lasse in jedem Gefäße verschiedene Salze, in dem einen z. B. Meersalz, in einem andern Eisenvitriol, in dem dritten Alaun u. s. w. zergehen. Man filtrire darauf diese Wasser besonders, um einem jeden nur eine Quantität von dem fremden Wesen zu lassen, welche es bequem in Auflösung erhalten kann. Wenn man eine Infusion von Galläpfeln auf dasjenige, welches Eisenvitriol enthält, gießet, so wird es

(a) *Fournier*, Hydrographie. L. IX. ch. 26. p. 473.
(b) Le même, même endroit.
(c) Phil. Transf. n. 246.

es dunkel werden, und eine Farbe annehmen, die ins Violette fällt. Wenn man auf dasjenige Wasser, welches Seesalz enthält, Weinsteinöl gießet, so wird es eine milchige Farbe annehmen. Wenn man auf alle, und zwar auf jedes besonders, durch Salpetergeist gemachte Silberauflösung gießet, so werden sie nach der Gattung des Salzes, das sie in Auflösung erhalten, verschiedene Farben annehmen.

Nun ist keine Art von Wasser unter allen denen, die wir trinken, die durch ihre Vermischung mit der Silberdestillation nicht eine gewisse Farbe annähme, und diese verschiedenen Farben beziehen sich auf die heterogenen Theile, die in ihrem Schooße schwimmen.

Die Ursache dieser Erscheinung kommt daher, weil die heterogenen Theile, die in verschiedenen Wassern aufbehalten werden, außerordentlich zart sind. Sie sind darinnen nicht in so großer Menge ausgebreitet, daß sie die Durchsichtigkeit und Helligkeit des Wassers verändern könnten. Allein durch die eben angezeigten Vermischungen biethet man diesen Theilen Wesen an, womit sie eine nähere Verwandtschaft, als mit den Wassertheilchen haben. Sie machen sich also von diesen letztern, so zu sagen, los, um sich mit denen, die man ihnen giebt, zu vereinigen. Es entstehen alsdenn daraus gröbere Theile, welche das Gewebe des flüßigen Körpers in Unordnung bringen, und seine Helligkeit verändern, indem sie selbigem die verschiedenen Farben, die wir eben bemerkt haben, geben.

Die Erfahrung beweiset uns also, daß keine Art von Wasser in der Natur ist, die gänzlich rein sey. Sie sind alle mit verschiedenen Dingen verbunden, die sich an Oertern, wo das Wasser stille stehet, befinden, oder die es während seines Laufes mit sich genommen hat.

§. 443.

Merkwürdige Arten des Wassers.

Wenn diese fremden Körper in diesen Wassern in einer gewissen Menge ausgebreitet sind, so geben sie ihnen verschiedene Eigenschaften, und verursachen in ihnen eine Menge von Wirkungen, wovon einige bewundernswürdiger sind, als die andern. Ich bin zwar weit entfernt, allen dem, was uns die Alten in der Absicht hinterlassen haben, Glauben beyzumessen. Plinius z. B. erzählt, daß das Wasser einer dem Jupiter geheiligten Quelle zu Modone die Kraft hat, die angezündeten Fackeln, die man hineintaucht, auszulöschen, und daß es auch die Kraft hat, die ausgelöschten anzuzünden. Es ist unbegreiflich, wie das Wasser einer Quelle eine ausgelöschte Fackel anzünden könne; aber man sieht leicht ein, wie eine angezündete Fackel das Wasser einer Quelle oder eines Baches entzündet, wie in einem kleinen Flusse geschahe, welcher in dem Priorat von Tremolac des Ordens von Cluny (a) liegt. Herr Cassini versicherte der Akademie, daß zu Poretta, nicht weit von Bologna, eine Quelle ist, die bey Lichte Feuer fängt. Dieser Ort gehört dem Herrn Ranucoi. (b) Plinius führt auch an, daß in Toscana Quellen sind, deren Wasser das Haar der Thiere, und die Haare der Menschen, die davon trinken, weiß machet. (c) Seneca (d) und Vitruvius (e) bezeugen eben dieses. Die Alten gedenken eines Flusses, der sich in Sicilien befindet, dessen Wasser den Verstand derer, die davon trinken, schärfet, und eines andern Flusses, der sich in den Cycladischen Inseln im Egäischen Meere befindet, dessen Wasser eine widrige Wirkung hervorbringet. Wir lesen in den meisten Alten eine Menge Wunder

(a) Lettre de M. *Raoul*, Conseill. à Bourdeaux, à M. de *Reaumur*, Juillet, 1740.
(b) Hist. de l'Acad. des Sciences, 1687.
(c) *Plin.* l. 31. c. 2.
(d) *Senec.* l. 3. c. 25.
(e) *Vitruv.* l. 8. c. 3.

der von dieser Art. Allein sie würden von ihrem Wunderbaren viel verlieren, wenn man sie aufmerksam prüfte. Es würde damit eben die Beschaffenheit haben, wie mit jener berufenen Quelle in Dauphine, die ehemals so viel Aufsehen machte, und die seit langer Zeit zu einer bloßen harzigen Erde ohne Wasser geworden ist, worinnen man zuweilen eine irrende und leichte Flamme sieht, die der Flamme des angezündeten Brandteweins ähnlich ist. (a) Ich sage nicht deswegen, daß man alles dasjenige, was unsere Alten in der Absicht geschrieben haben, für fabelhaft halten müsse; denn man kann nicht läugnen, daß das Wasser nicht einer Menge wunderbarer Eigenschaften fähig sey, wenn man die Eigenschaften der fremden Körper, die es enthält, in Betrachtung ziehet. Es giebt z. B. Wasser, welche viele Geister enthalten, und welche, wie Wein, trunken machen. Man findet eine Quelle von dieser Art bey der Stadt S. Baldomar. Eine ähnliche Quelle findet sich in Aquitanien, nicht weit von Bessa. Man hat auch eine Quelle, deren Wasser eben die Wirkung thut, in der Provinz Toledo bey Valentia. Eben dieses wird von dem Flusse Lyncestius (b) gesagt.

Wir haben zu Senlis ein Wasser, welches die Zähne derer, die davon trinken, erschüttert. (c) Vitruv (d) führet an, daß eine Quelle zu Susa in Persien ist, deren Wasser eben die Wirkung thut. Plinius versichert, daß eine ähnliche in Deutschland an dem Rheine gefunden wird.

§. 444.

Mineralische. Ob man gleich von allen diesen Eigenschaften, welche die Alten dem Wasser beygelegt haben, viel herunter lassen muß, so ist doch gewiß, daß die Wasser, wovon wir Gebrauch machen, mehr oder

(a) Hist. de l'Acad. 1699.
(b) *Varen.* Geogr. §. IV. c. 17. S. 6.
(c) Hist. de l'Acad. 1712.
(d) *Vitruv.* l. 8. c. 2.

weniger heilsam sind, je nachdem sie mehr oder weniger fremde Theile von guter oder übler Beschaffenheit bey sich führen.

Man ziehet überhaupt wegen seines Gebrauches das Quellwasser vor. Doch sind in Ansehung des Vorzugs, den man ihm giebt, einige Einschränkungen zu machen. Es hat seinen Ursprung von dem Regen, und geht durch viele unterirdische Canäle, ehe es heraus quillet. Man muß also auf die Zwischenorte, wodurch es geht, eine besondere Aufmerksamkeit richten. Denn es muß von allen den fremden Körpern, die es auflösen, und mit sich wegnehmen kann, nothwendig etwas bey sich führen.

Man findet viele Quellen, die außerordentlich warm sind. Man kann z. B. die Hand kaum einige Secunden in das Wasser von Bourbonne (a) halten. Die Quellen zu Aachen kommen ganz siedend aus der Erde hervor, und Herr Duhamel versichert, daß er darinnen in kurzer Zeit Eyer hätte hart werden lassen können. Diese Hitze kann von dem unterirdischen Rauche und Dampfe, wie man in den Bergwerken in Ungarn gewahr wird, (b) die sich mit diesen Wassern vermischen, oder von einiger Vermischung von Eisen- und Schwefelerzen, u. s. f. herkommen.

Man findet Wasser, die von einer unerträglichen Schärfe sind, weil sie durch Erden, welche mit Alaun und Vitriol vermischt gewesen, gegangen sind.

Man darf aber deswegen nicht alle diejenigen, die unserm Geschmacke nicht schmeicheln, verwerfen. Es giebt viele, welche blos von dieser Eigenschaft den Vortheil, uns in verschiedenen Umständen nützlich zu seyn, haben. Dergleichen sind die meisten von unsern mineralischen Wassern. Die Wasser zu Passy z. B. enthalten nach dem Berichte des Herrn Lemery (c) eine gewisse Menge von eisen-

(a) Hist. de l'Acad. 1700.
(b) Hist. de l'Acad. 1688.
(c) Hist. de l'Acad. 1701.

eisenhaltigen Materien, und von einer Erde, die eine sehr kleine Dosis eines sehr leichten, und sehr flüchtigen Vitriolgeists bey sich hat. Die Wasser zu Vichy enthalten nach dem Herrn Duclos (a) ein schwefliches Salz. Die von Balarue haben einen salzigen Geschmack, und sie machen die Haut derer, die sich darinnen baden, gelinde und fett. (b) Die Wasser von Achen enthalten Schwefel und Vitriol, die in ihrer Nachbarschaft häufig anzutreffen sind. (c) Die chymische Zergliederung, die man von vielen mineralischen Wassern gemacht hat, zeiget uns, daß die Wasser verschiedene Salze, steinige Theile, metallische Theile, u. s. w. bey sich führen. Eben durch die Vermischung dieser verschiedenen Theile, aber hauptsächlich durch die Vermischung der salzigen und metallischen Theile, erhalten diese Wasser den großen Nutzen, die Verstopfungen zu heben, die Bewegung der gelähmten Theile zu erleichtern, u. s. f.

§. 445.

Versteinernde Wasser.

Wenn man nicht allezeit die Farbe und den Geschmack der Wasser zu Rathe ziehen darf, um in gewissen Umständen davon Gebrauch zu machen, weil sich zuweilen welche finden, die unter diesen beyden Verhältnissen ganz und gar nicht angenehm, und uns gleichwohl nothwendig sind, so findet man auch viele, die uns aus der gegenseitigen Ursache leichter hintergehen.

Wir finden eine Menge Wasser, die außerordentlich helle, ohne Geruch, ohne Geschmack, und gleichwohl nicht von einem guten Gebrauche sind. Dergleichen sind z. B. die Wasser, die irdische Theile, oder Kupfermarkasit, und eisenhaltige Theile bey sich führen, die mit Salzen und vitriolischen Theilen vermischt sind. Wenn diese Theile zart genug sind, daß sie in die Poros der verschiedenen Körper, die man hinein taucht, dergleichen hauptsächlich

(a) Hist. de l'Acad. 1668.
(b) Hist. de l'Acad. 1699.
(c) Hist. de l'Acad. 1668.

Pflanzen sind, hineindringen, so zerfressen sie selbige, und zerstöhren sie, ausgenommen ihre irdischen Theile, welche sich alsdenn in Stein verwandeln, ohne daß die Figur und die äußere Gestalt dieser Körper dadurch verändert wird. Das ist, man bemerkt allezeit die Richtung der Holzfasern. Bleskenius versichert, daß in Irrland eine Quelle ist, deren Wasser diese Wirkung hervorbringet. Herr Clozier (a) hat uns die Beschreibung eines Baumes geliefert, welcher gänzlich versteinert war, und welchen er in einem bey Etampers gelegenen Berge fand. Die Alten kannten diese versteinernde Eigenschaft in den Wassern vieler Quellen, die sie angezeigt haben. Man kann in der Absicht die Werke des Vitruvs (b), des Plinii (c), des Strabonis (d) und vieler anderer zu Rathe ziehen. Alle die Wasser, welche steinige Säfte bey sich führen, bringen überall, wo sich Körper befinden, die sie aufnehmen können, eben dieselbe Wirkung hervor. Wir finden eine Menge von Versteinerungen, wovon einige durch den verschiedenen Wachsthum der Versteinerung immer merkwürdiger sind, als andere. Denn man findet einige von diesen Körpern, die nur sehr leicht versteinert sind, andere kann man in die Classe der Kieselsteine setzen, die mit dem Stahle Feuer geben, u. s. w.

§. 446.

Incrustirende Wasser.

Es geschiehet zuweilen, daß die steinigen Säfte, welche die Wasser bey sich führen, zu dick, und mit den irdischen Theilen zu sehr verwickelt sind, als daß sie in die Poros fester Körper dringen könnten. Alsdenn werden diese Körper nicht versteinert. Wenn sie aber von diesen Arten von Wassern bespühlt werden, so setzt sich der steinige Saft, der eine Kalkerde ist, auf ihre Oberfläche nieder, und machet eine Art von Rinde, die man

(a) Mém. de Mathem. & de Phys. T. 2. pag. 508.
(b) *Vitruv.* L. 3. c. 8.
(c) *Plin.* L. 2. c. 103. L. 31. c. 2.
(d) *Strabon.* Lib. 13. p. 529.

man Incrustation nennt. Das Wasser des Canals von Arcueil thut diese Wirkung. Diese Arten von Versteinerungen sind gewöhnlich zerbrechlich, und wenn sie Holz umhüllen, entdeckt man es leicht, wenn man sie zerbricht. Denn es macht in der Mitte gleichsam eine Art von Kerne aus. Es entstehen auch ähnliche Incrustationen um Binsen herum, die in der Mosel wachsen.

§. 447.

Cement-Wasser.

Es setzen sich aber nicht allein die steinigen Säfte, und die irdischen Theile, welche das Wasser bey sich führt, an die Körper an, die man darinnen einige Zeit liegen lässet, sondern es setzt auch metallische Theile nieder, die es wegnimmt, und in seinem Laufe mit sich führt. Viele Gelehrte (a) erwähnen der Quellen zu Neuhäusel, Hengrand, welche das Eisen, das man hinein steckt, mit Kupfer überziehen. Die Wasser zu Bourbonne vergolden auch das Inwendige der Gefäße, deren man sich zum Trinken bedienet. Die Aachner Wasser thun eben diese Wirkung. Ein Kranker, welcher von diesen Wassern drey Tage aus einer und eben derselben Tasse getrunken hatte, verwunderte sich sehr, als er sie inwendig vergoldet sahe (b).

§. 448.

Stalactiten.

Es giebt Wasser, welche hart werden, und sich in Stein verwandeln, wenn man sie in Gefäßen verschlossen hält. Man behauptet sogar, daß die Mauern der Stadt Lima von dieser Art von Steine gebauet sind (c). So viel ist gewiß, daß es gewisse Wasser giebt, welche dergestalt mit steinigen Säften angefüllet sind, daß es nicht nöthig ist, ihnen einen Kern zu geben, damit sie diesen Saft daran setzen, und Versteinerungen machen können. Sie werden von Natur zu Stein. Wir

(a) *Porowinus*, Memorab. p. 186. Transf. Phil. n. 450.
(b) Hist. de l'Acad. 1700.
(c) *Feuillée*, Jour. d'observ. p. 433.

haben eine Menge mitten in Felsen gegrabener Höhlen, worein die Wasser sehr mühsam dringen, sich anhängen, und einige Zeit an den Ritzen der Gewölber dieser Arten von Höhlen hängen bleiben. Der wässerige Theil zerstreuet sich unvermerkt, die irdischen und steinigen Theile verbinden sich alsdenn unter der Gestalt von Steinsäulen, die die Naturkündiger Stalactiten nennen. Man findet hier welche in den Kellern des Observatorii zu Paris. Die berühmtesten, die ich kenne, sind diejenigen aus den Höhlen von Arcy in Bourgogne. Sie machen beträchtliche Säulenwerke, und sogar eine Menge verschiedener Figuren aus, die im Stande sind, diejenigen zu erschrecken, deren Einbildung die Vorstellungen, die sie erregen, nur ein wenig unterstützen würde.

§. 449. a.

Eigenthümliche Schwere des Wassers.

Alle diese Beobachtungen, und viele andere ähnliche, die man über verschiedene Wasser, welche sehr schön und sehr rein aussehen, machen kann, scheinen uns in Ansehung der Wahl derjenigen, die man zum Trinken bestimmen müsse, viele Schwierigkeit zu machen. Wenn man unterdessen die Sache näher betrachtet, so wird es nicht schwer seyn, dieser Schwierigkeit abzuhelfen. Die kleine Menge Wasser, die wir täglich zu uns nehmen, die Leichtigkeit, womit die fremden Theile, die es bey sich führt, sich in den verschiedenen Gängen des menschlichen Körpers filtriren können, muß diese Wahl sehr gleichgültig machen, wenn man nur voraussetzt, daß die in dem Wasser zerstreuten fremden Theile nicht giftig, oder von einer ihrer Natur nach gefährlichen Beschaffenheit sind.

Wenn wir unterdessen denen, die man überhaupt als die besten ansiehet, den Vorzug gehen wollen, so muß man ein unschmackhaftes Wasser, welches eine unmerkliche Farbe hat, und leicht ist, wählen. Ich verstehe unter diesem letztern Ausdrucke nicht dasjenige, welches mit einem

nem gleichen Volumen leichter ist, als ein anderes. Dieser Unterschied am Gewichte ist allzu unbeträchtlich, als daß er unsere Aufmerksamkeit verdienen sollte. Denn da die Schwere des Regenwassers in allen Tabellen ist, = 1.000. So ist die specifike Schwere eben dieses Wassers, wenn es abgezogen ist, = 999.

Die Schwere des Meerwassers, 1.030.
Eine andere Art, 1.221.
Das Brunnenwasser, 0.999.
Das Flußwasser, (a) 1.009.

Ueberhaupt verhält sich nach den Beobachtungen des Herrn Halley (b) die eigenthümliche Schwere des Wassers zu der von der Luft 840 : 1, und nach den Beobachtungen des Boyle (c), wie 814 : 1.

Wenn man das Wort: leicht, nach der Strenge, und im genauen Verstande nimmt, so läuft man oft Gefahr, wenn man einem Wasser, als dem leichtesten, den Vorzug giebt. Denn jedermann weiß, daß das Schneewasser sehr leicht ist, und gleichwohl lehret uns die Erfahrung, daß sein Gebrauch gefährlich ist. Die Bewohner der Alpen, welche selbiges trinken müssen, bekommen Kröpfe, eine Krankheit, die man dem Schneewasser zuschreibt.

Wenn man ein leichtes Wasser zum Tranke anpreiset, so muß man dasjenige darunter verstehen, dessen Theile feiner und beweglicher sind, welches am leichtesten kocht, und eben so geschwinde wieder kalt wird, wie uns der berühmte Boerhaave anrühmet, und dieß ist gewöhnlich das Regen- und Quellwasser, welche diese Vortheile haben, wenn sie nicht zu viel heterogene Theile bey sich führen. Denn es wäre nicht möglich, Wasser ausfindig zu machen, das gänzlich rein wäre, wie wir schon angemerkt haben. Wenn der Regen fällt, so kehrt er, so zu sagen,

(a) *Muschenb.* Phys. table des Pesant. specif.
(b) Transf. philos. n. 1686.
(c) Expér. nov. continuat. 2.

den Dunstkreis aus, und nimmt die fremden Theile mit sich, die sich in demselben befinden. Das Quellwasser nimmt einen Theil von denen mit sich, die es an den Oertern, wodurch es fließet, antrifft. Also besteht die ganze Aufmerksamkeit desjenigen, der eines und das andere aufsucht, darinn, daß er es an Orten sammle, wo, wenn er das Regenwasser vorziehet, nicht viel dergleichen gefährliche Ausflüsse sind. Wenn er aber Quellwasser verlanget, so muß er es an einem Orte suchen, wo wenig von den Mineralien sind, die mit der thierischen Oekonomie nicht übereinstimmen.

Diese Begriffe, so kurz sie auch sind, können hinreichen, uns in den Stand zu setzen, die Natur und die Eigenschaften des Wassers, als einen flüßigen Körper betrachtet, zu erkennen. Wir wollen es nunmehr als einen Dunst in Betrachtung ziehen.

§. 449. b.

Verwandlung des Wassers in Dämpfe.

Das Wasser, sowohl das elementarische, als dasjenige, welches wir als vermischt ansehen, ist verschiedener Grade von Hitze fähig, wenn man es der Wirkung des Feuers überlässet. Diese Hitze, die es alsdenn erlangt, kommt von den feurigen Theilen her, die es durchdringen, und die darinn zwischen den Wassertheilen zurück gehalten werden. Wenn die feurige Materie eine Masse Wasser durchdringet, so trennet sie die Theile dieses flüßigen Körpers, und vermehrt ihre Beweglichkeit, sie setzt sie in Bewegung, und treibet sie durch die Gewalt, die sie anwendet, zu entwischen, in die Höhe. Die Zerstreuung der feurigen Materie nimmt die am meisten ausgedehnten Theile, die sie auf der Oberfläche des Wassers antrifft, mit sich. Diese Theile, die alsdenn ausdünsten, fallen in die Augen, wenn sie in großer Anzahl sind, und wenn sie sich in einer Luftmasse erheben, die kälter ist als sie, und sie bis auf einen gewissen Grad verdicket. Diese Ausdünstung der wässerigen Theile ist unter dem Namen des Dampfes bekannt.

§. 450.

§. 450.

Wie die Ausdünstung geschiehet.

Alle flüßigen Dinge haben dieses mit dem Wasser gemein, daß sie ausdünsten. Diese Ausdünstung geschiehet mehr oder weniger schwer, mehr oder weniger häufig, je nachdem die flüßigen Dinge, die man will ausdünsten lassen, mehr oder weniger dick sind, und ihre Bestandtheile mehr oder weniger mit einander zusammen hängen. Allein, wie geschiehet diese Ausdünstung, und welche Wirkungen können die Dünste, die aus einem flüßigen Körper in die Höhe steigen, hervorbringen? Dieß ist es, was wir mit wenig Worten untersuchen wollen.

§. 451.

Fortsetzung.

Was die erste dieser beyden Fragen anbetrifft, so werde ich den ausdünstenden Theilen nicht über die ganze Masse, die sie verlassen, hinausfolgen. Sie zerstreuen sich alsdenn in den Dunstkreyß, und steigen darinnen in die Höhe, aus einer Ursache, die wir noch nicht genugsam kennen, obgleich viele Naturkündiger uns diese sehr wahrscheinliche Begriffe gemacht haben.

Was die Art, nach welcher sich die Dünste bilden, anbetrifft, so habe ich dieses schon angemerkt, als ich die Wirkung, die das Wasser in dem Feuer, welches selbiges durchdringet, hervorbringet, erklärte.

In der That, die feurigen Theile thun in Ansehung des Wassers eben die Wirkung, welche viele kleine Keile thun würden, die man von allen Seiten zwischen die eigentlichen Theile eines Körpers einschläget. Ich sage, die eigentlichen Theile, denn die feurigen Theile verändern nicht die Natur des Wassers, welches sie in Dünsten auftreiben. Man hat bey der Destillation dieses flüßigen Körpers einen sehr überzeugenden Beweis davon. Die Dünste, die in den Kopf des Helms steigen, verdicken sich daselbst, und das Wasser, welches alsdenn in die Vorlage geht, ist von gleicher Natur, und reiner, als das, in dem

Brenn-

Brennkolben, woraus es gekommen ist, welches nicht geschehen würde, wenn das Feuer die Wassertheile, die es erhebt, auflößte.

Die feurigen Theilchen dringen also in die Poros des Wassers, zerbrechen, so zu sagen, die schwachen Bande, die sie vereinigen, entfernen sie von einander, vermehren das Volumen der ganzen Masse, und indem sie auf allen Seiten zu entwischen suchen, so nehmen sie die Theile, die sie auf der Oberfläche finden, und die sehr erweitert sind, mit sich weg. Alle diese Wirkungen offenbaren sich auf eine deutliche Art. 1. Die Entfernung der Theilchen des Wassers, und die Vermehrung seines Volumen zeigt sich bey folgendem Versuche:

Man nehme einen kleinen Brennkolben. Man fülle ihn mit Wasser so an, daß es ungefähr bis auf zwey Drittel des Brennkolbens geht. Man zeichne die Höhe des Wassers vermittelst eines Fadens, den man um den Hals dieses Brennkolbens bindet. Man tauche alsdenn den Kolben in ein Gefäß, welches zum Theil mit siedenden Wasser angefüllet ist, so wird man bemerken, daß das Wasser des Brennkolbens über den Faden steigen wird, welches beweiset, daß die Wassertheile, die von der feurigen Materie durchdrungen sind, sich von einander entfernen, und daß das ganze Volumen des flüßigen vermehrt wird.

2. Die außerordentliche Erweiterung der Theile, welche das Feuer in den Dunstkreyß erhebt und mit wegnimmt, wird vollkommen bewiesen, wenn man die Methode betrachtet, deren wir uns (§. 277.) bedient haben, die Kugel eines Thermometers anzufüllen. Wir zeigten damals, daß man die Kugel des Werkzeuges leicht erhitzen müsse, um die Luft, die darinn enthalten ist, zum Theile auszudehnen, damit man alsdenn eine geringe Menge gefärbten Liquors hinein bringen könne. Wir ließen alsdann diesen Liquor so lange sieden, bis er in Dünste verwandelt wurde. Als dieser Liquor in Dünste verwandelt

wandelt war, tauchten wir das Ende der Röhre in eine Masse eben desselben Liquors, und wir bemerkten, daß die Kugel des Werkzeuges sogleich damit angefüllt wurde, ausgenommen ein kleines Luftkügelchen, welches zwischen dem Liquor der Kugel und zwischen dem von der Röhre hängen blieb. Da uns nun die Versuche des Herrn Amontons gelehrt haben, daß die Luft sich durch eine Hitze, die der Hitze des siedenden Wassers gleich ist, nur um ein Drittel ausdehnet, und daß man folglich nur ein Drittel dieser Kugel anfüllen kann, wenn man ihr eben diesen Grad von Hitze mittheilet, wenn sie mit Luft angefüllet ist, so folgt daraus, daß ein Liquor, welcher ausdünstet, sich außerordentlich mehr erweitert, weil diese Ausdünstung hinreichet, die Kugel und einen Theil der Röhre anzufüllen. Die Beobachtungen der berühmtesten Naturkündiger belehren uns, daß das in Dünste verwandelte Wasser, sich in einem solchen Grade ausdehnet, daß es einen Raum einnimmt, der dreyzehn bis vierzehn tausend mal größer ist, als derjenige, den es einnimmt, wenn es seinen Stand der Flüßigkeit behält (a).

Das in Dünste verwandelte Wasser dehnet sich mehr aus, als ein jeder anderer flüßiger Körper, den wir kennen. Es dehnet sich drey und sechzig mal mehr aus, als das Schießpulver. Herr Laurbee berichtet uns, daß, da er Schießpulver in den obern Theil einer mit Queckſilber angefüllten Barometerröhre gethan, und dieses Pulver vermittelst eines Brennglases angezündet, selbiges einen zweyhundert und zwey und zwanzig mal größern Raum eingenommen hätte.

§. 452.

Wirkungen der Dünste.

Wenn die Ausdehnung der Dünste, die sich von dem Wasser erheben, die Ausdehnung des Schießpulvers drey und sechzig mal übertreffen, so

(a) *Nollet*, Leçons de phyſ. T. 4. p. 73. *Muſchenbroek*, ancien, édit. T. 1. p. 424.

so müssen auch die Wirkungen der wässerigen Dünste diejenigen weit übertreffen, welche die Entzündung des Schießpulvers hervorbringet. Dieser Satz würde, wie Herr Muschenbroek (a) sehr wohl anmerkt, wahr seyn, wenn die Ausdehnung der wässerigen Theile so geschwinde geschehen könnte, als die Entzündung des Pulvers. Nun lehret uns die Erfahrung, daß, obgleich ein auf ein glühendes und dickes Eisen gegossener Tropfen Wasser so geschwinde ausdünstet, als eine gleiche Menge Schießpulver sich entzündet, gleichwohl, wenn man viele Tropfen, deren Gewicht zwey oder drey Gran gleich ist, darauf gießt, das Pulver sich eher entzündet, als das Wasser ausdünstet, und daß eben nicht viel Zeit mehr erfordert wird, eine große Menge, als eine kleine Menge Pulver anzuzünden. Die Schnelligkeit, womit sich das Pulver entzündet, ersetzt also mehr, als zu viel, die außerordentliche Ausdehnung der wässerigen Dünste, und folglich darf man von dem Dunste nicht so beträchtliche Wirkungen erwarten, als von der Entzündung des Pulvers.

§. 453.

Ihre Heftigkeit.

Ob nun gleich die Wirkungen der Ausdehnung der wässerigen Dünste sich lange nicht so weit erstrecken, als diejenigen, welche die Entzündung des Pulvers hervorbringet, so kann man doch die ersten vermehren, und sie sehr merklich machen. Es kommt nur darauf an, daß man die Gewalt, welche diese Dünste anwenden, nöthiget, sich auf allen Arten von Seiten auszubreiten.

Man fülle zum Theile mit Wasser, oder mit einem andern flüßigen Körper, kleine hohle gläserne Kugeln an, die sich mit einem kleinen Halse, der hermetisch versiegelt ist, endigen. Man werfe einige von diesen Kugeln auf glühende Kohlen, so wird die feurige Materie, wenn sie diese kleinen Wasserblasen durchdringet, den Liquor, den

(a) *Muschenbroek*, anc. édit. T. I. p. 424.

den sie enthalten, erhitzen, und dieser Liquor wird sich dergestalt erhitzen, daß er siedet, und sich in Dünste verwandelt. Diese Dünste werden, wenn sie sich suchen auszudehnen und sich auszubreiten, eine gewisse Zeit durch die Wände, die sich ihrer Zerstreuung widersetzen, zurückgehalten werden. Allein, wenn diese Dünste sich immer mehr und mehr erhitzen, so werden sie eine größere ausdehnende Kraft erhalten, und endlich mit einem Platzen, die Kugel, die sie zurückhält, zerbrechen.

Der Versuch mit der Dampfkugel ist auch ein Beweis, welcher die Gewalt, die ein stark ausgedehnter Dunst hervorbringen kann, bestätiget. Man lasse auf Kohlen eine Dampfkugel, welches ein kupfernes Gefäß in Gestalt einer Birn ist, wie man (Fig. 103.) Fig. CIII.
sehen kann, warm werden. Der Hals dieses Gefäßes hat ein sehr kleines Loch. Wenn dieses Gefäß warm geworden ist, so wird die Luft, die es enthält, erweitert, und zum Theile in den Dunstkreis gebracht. Sobald man den Hals dieses Werkzeuges in eine Masse Wasser steckt, so wird das Gewicht des Dunstkreises hinreichend seyn, eine kleine Menge Wassers in das Innere der Windkugel zu treiben. Man lege sie darauf auf glühende Kohlen, bis das Wasser, das sie enthält, in Dünste verwandelt ist. Man tauche sie alsdenn in eine Masse Wasser, so wird sie größtentheils mit demselben angefüllt werden. Wenn sie damit angefüllet ist, so lege man sie noch einmal auf glühende Kohlen, bis die Masse Wasser, die sie enthält, stark siedet, und sich in Dünste verwandelt. Wenn diese Dünste mit Ungestüm durch die Mündung des Halses herausgehen, so drehe man die Dampfkugel so um, daß ihr Boden oberwärts komme, und daß folglich die Dünste gegen diesen Theil zugehen. Die Gewalt, die sie alsdenn anwenden werden, sich loß zu machen, wird hinreichend seyn, das Wasser zu treiben, und zu machen, daß es eine große Höhe hinauf sprützet.

Man

Man kann diesen Versuch auf eine angenehme Art machen, wenn man sich des Weingeistes bedienet, die Dampfkugel anzufüllen. Denn wenn man, sobald das Wasser in die Höhe sprützt, und durch den Hals dieses Werkzeugs herausgehet, eine angezündete Kerze daran hält, so wird sich selbiger entzünden, und einen Feuerstrahl von einem sehr großen Umfange machen.

§. 454.

Vertritt die Stelle eines Blasebalges.

Man wußte seit langer Zeit, daß der wässerige Dunst, der aus dem Schnabel einer Dampfkugel herausgehet, bequem ist, eine angezündete Kohle anzublasen, und ihren Brand zu vermehren. Allein man hat sich seit kurzem diesen Dunst zu Nutze zu machen gewußt, um die Flamme einer Lampe anzublasen, und eine Werkstätte daraus zu machen, die bequem ist, Glas oder Email zu schmelzen.

Fig. CIV.

AB (Fig. 104.) ist eine Lampe, wie diejenigen, deren sich die Schmelzer bedienen. Sie kann in dem Canale CD, welcher eine Feder hat, erhöhet und erniedriget werden. EF ist eine Art von cylindrischer Büchse, nach deren Länge eine Lampe G mit Weingeiste sich mehr oder weniger erhebt, und vermittelst einer Feder nach Gefallen in einer Höhe kann erhalten werden. Diese Lampe dienet, eine Art von Dampfkugel H, die zum Theile mit Weingeist angefüllet ist, zu erhitzen. Wenn derselbe durch die Hitze der Lampe G in Dünste verwandelt wird, und man die Lampe AB so richtet, daß dieser Dunst genau in den Mittelpunkt der Flamme geht, so wird er diese Flamme anblasen, und ihr einen sehr hitzigen Brennpunkt geben, worinnen man Email, oder gläserne Röhren schmelzen kann, um alsdenn verschiedene Dinge daraus zu machen.

§. 455.

Feuermaschine.

Niemand, so viel ich weiß, hat sich den Dunst des kochenden Wassers sowohl zu Nutze gemacht, als Herr Papin. Er machte die Erfindung,

findung, vermittelst eines solchen Dunstes, die Stempel einer Pumpe in Bewegung zu setzen. Diese Maschine wurde mit aller möglichen Sorgfalt in England verfertiget. Herr Dalesme in Frankreich machte sich diesen Einfall zu Nutze, und zeigte An. 1705. eine Maschine, die das Wasser, vermittelst eines stark erweiterten Dunstes, sehr hoch sprützte. (a) Diese Maschine wurde im Großen verfertiget, und sie dient noch, die Bergwerke zu Conde in Flandern trocken zu machen. Man kann die Beschreibung davon in einem vortreflichen Werke des Herrn Belidor (b) lesen. Der Abt Nollet hat in seinen physikalischen Unterweisungen eine Art von Pumpe beschrieben, die der Pumpe des Papin ähnlich ist, doch mit dem Unterschiede, daß diese Maschine keinen Stempel hat. (c) Allein sie ist sehr sinnreich, und zeigt auf eine so einfache, als wunderbare Art die Wirkung des Dunstes, um das Wasser auf eine sehr große Höhe zu treiben.

§. 456.

Digestor des Papin.

Man kann dadurch von der Wirkung urtheilen, welche der Dunst hervorbringt, wenn er zurückgehalten, und wenn seine Schnellkraft durch die Hindernisse, die er bey seiner Ausbreitung findet, vermehrt wird. Diese Gewalt wird um desto größer, wenn die Hindernisse, die man ihm entgegen setzt, schwerer zu heben sind. Denn alsdann dringt er leicht in die Poros der härtesten Körper, allein hauptsächlich in die Poros thierischer Wesen. Er befeuchtet sie, macht sie schlaff, zertheilet ihren Leim, macht, so zu sagen, einen Auszug daraus, und giebt diesen Körpern eine Biegsamkeit und Weichheit, die man durch kein anderes bisher bekann-

(a) Hist. de l'Acad. 1705.
(b) *Bélidor*, Architecture hidraul.
(c) Leçons de Phys. T. IV. p. 84.

bekanntes Mittel zuwege bringen könnte. Dieses bemerkt man auf eine sehr sonderbare Art an einer Maschine, welche Herr Papin erfunden hat, und welche unter dem Namen des Digestors bekannt ist. (a) Diese Maschine besteht aus einer Art von einem metallenen sehr dicken Topfe, worein man Knochen thut, und welchen man bis auf drey Viertel seines Inhaltes mit Wasser anfüllet. Man macht ihn darauf mit einem sehr festen metallenen Deckel zu, welcher mit einer Druckschraube daran gehalten wird. Zwischen der Zusammenfügung des Deckels und der Maschine legt man einen Ring von nasser Pappe, um alle Verbindung zwischen den innern und äußern Theilen aufzuheben. Wenn man diese Art von Topfe auf einen Ofen setzet, so erhitzt sich das Wasser darinnen, und verwandelt sich zum Theile in Dünste. Dieser Dunst macht die Knochen dergestalt weich, daß man sie darauf mit den Fingern zerkneten kann, und ihr ganzer klebricher Theil, der in dem Wasser erhalten wird, machet ein Gelee, das man nutzen, und das den Armen von einer großen Hülfe seyn könnte. Ich habe gehört, daß ein Pfarrer zu Rouen sich dieses Mittels bedienet habe, die Armen in seinem Kirchspiele mit Suppe zu versorgen.

§. 457.

Rückstoß der Feuergewehre.

Wir finden auch eine sehr deutliche Wirkung der Ausdehnung der Dünste in dem Zurückweichen des Schießgewehrs, hauptsächlich in dem Zurückweichen der Stücke, die große Klumpen fortstossen, und deren Schwierigkeit, sich zu bewegen, durch das Reiben der Lavette an den Erdboden noch vermehret wird. Um diese Wirkung im Kleinen vorzustellen, lege man auf eine Art von Karren mit drey Rädern eine hohle metallene Birne, die zum Theile mit Wasser angefüllt und mit einem Korkstöpsel zugemacht ist, der

(a) *Papin*, la Maniere d'Amollir les Os.

der aber nicht sehr gedrange hineingehet. Man zünde unter dieser Birne eine Lampe mit Weingeiste an. Wenn das Wasser in Dünste verwandelt ist, so wird dieser Dunst den Stöpsel mit Gewalt herausstossen und mit einem Platzen herausdringen, und man wird die Maschine hinterwärts mit mehr oder weniger Heftigkeit zurückweichen sehen, so wie der Dunst mehr oder weniger zurückgehalten worden ist. Man muß aber die Birne an den Wagen fest machen.

Das Zurückweichen dieser Maschine kommt von der Gewalt her, mit welcher der Dunst herausdringet, welches verursacht, daß er auf die Luft, die er antrift, mit einer Gewalt stößt, welcher sie nicht geschwind genug weichen kann. Sie giebt daher alsdenn diesem Dunste eine Art von Ruhepunkt, welches verursacht, daß er auf der andern Seite gegen das Hintertheil der Birne zurückschlägt, und die Maschine zurückstößt. Aus einer gleichen Ursache werden das Wasser und die Luft, wenn sie von plötzlichen Stößen getroffen werden, das eine zur Wirkung der Ruder, und die andere zum Fluge der Vögel, feste Punkte.

§. 458.

Erklärung des Eises.

Nachdem wir das Wasser in dem Zustande des Flüßigen und des Dunstes betrachtet haben, müssen wir es noch in dem Zustande des Eises in Erwägung ziehen. Was ist also das Eis? Wie entstehet es, und welches sind seine Eigenschaften? Dieses wollen wir sogleich untersuchen:

Das Eis ist weiter nichts, als Wasser, welches aus einem flüßigen in einen festen Zustand übergegangen ist. Allein wie geschieht diese Veränderung? Dieß ist es eben, worüber die Naturkündiger nicht einig sind. Ich werde die verschiedenen Meynungen, die man ausgedacht hat, die Entstehung des Eises zu erklären, unter zwo Classen bringen.

§. 459.

Dessen Entstehungsart.

Einige haben das Eis als einen verdickten Liquor angesehen. Andere haben es als einen verdünnten Liquor betrachtet, und diese beyden Grundsätze haben zu allen dem, was von der Bildung des Eises gesagt worden ist, Anlaß geben.

Diejenigen, die es als einen verdickten Liquor ansehen, leiten diese Verdickung von der nähern Verbindung der Wassertheile her, die aus der geringern Quantität einer Materie entsteht, welche sich zwischen ihren Theilchen befindet. Und dieß ist es, worinnen die verschiedenen Hypothesen, die auf einem und eben denselben Grundsatz gebauet sind, mit einander übereinstimmen. Allein was ist das für eine Materie, die zwischen den Wassertheilchen sich befindet? **Cartesius** (a) behauptet, daß es die Materie seines andern Elements ist. **Rohault**, (b) **Regis**, (c) **Duhamel** (d) und viele andere behaupten, daß es die subtile Materie ist. **Perrault** (e) ist der Meynung, daß die Körper durch die Interposition gewisser flüchtiger Theile flüchtig sind, die er **gemeine Körperchen** nennet, und die durch die Körper fließen und gehen. Höret dieser Fluß auf, so kommen alsdenn diese Körper aus dem Stande der Flüßigkeit in den Stand der Festigkeit. **Boerhaave** (f) behauptet, daß das Wasser niemals ohne Feuer ist, und daß es sogar eine große Menge desselben enthält. Wenn die Menge dieses Feuers so sehr abnimmt, daß der in dieses Wasser getauchte Thermometer nach dem **Farenheitischen** Maaßstabe nur auf 32 Grad stehet, so höret alsdenn das Wasser auf zu fließen und wird zu Eis. Dieser berühmte

(a) Princip. de Philos. Part. II.
(b) Phys. T. I. Ch. 22.
(c) Cours de Philos. T. II. p. 119.
(d) de Meteoris & Fossilibus, L. I. C. 3.
(e) Oeuvres de Phys. & de Mech. T. I.
(f) Chymie.

rühmte Naturkündiger behauptet sogar, daß das Wasser in seinem natürlichen Zustande eine Art von Glase ist, welches der 33ste Grad der Hitze schmelzet. Hartsoeker (a) ist gleichfalls dieser Meynung. s'Gravesande (b) hat zu dieser Idee noch etwas hinzugefügt. Dieser geschickte Naturkündiger glaubet nicht, daß die bloße Beraubung der feurigen Materie hinreichend ist, Eis zu machen. Er nimmt zu einer andern mitwirkenden Ursache, nämlich zu der Attraction, seine Zuflucht. Das Wasser, sagt er, ist ein geschmolzenes Eis. Wird nun dieses Wasser des Feuers, das selbiges erweiterte, beraubt, so ziehen sich seine Theilchen an, vereinigen sich, und machen Eis. Wird dieses Eis von dem Feuer durchdrungen, so erlangen seine Theilchen eine zurückstossende Kraft, sie entfernen sich von einander, sie bewegen sich und sie machen ein Fluidum aus. Ehe wir aber die Lehrgebäude, die man erfunden hat, das Entstehen des Eises zu erklären, entwickeln, wollen wir doch die Erscheinungen, die dieses Entstehen begleiten, mit wenig Worten erläutern. Unter denen, die diese Erscheinungen untersucht haben, kenne ich keinen, der es mit mehrerer Genauigkeit unternommen hat, als Herr Mairan. (c) Nach diesem geschickten Beobachter will ich sie vor Augen legen, damit man von der Ursache, die diese Wirkung hervorbringet, desto richtiger urtheilen könne.

§. 460.

Erscheinungen bey der Entstehung des Eises.

Das Wasser fängt an, netzweise an seiner Oberfläche zu gefrieren. Diese Netze berühren gewöhnlich an einem ihrer Enden die Wände des Gefäßes. Sie haben eine verschiedene Neigung gegen die Wände, und sie machen

(a) Cours de Phyſ. T. III.
(b) Eſſais de Phyſ. T. II. L. 4. C. 4.
(c) Diſſert. ſur la Glace.

mit ihnen verschiedene Winkel, aber selten einen geraden Winkel. Es fügen sich neue Netze an diese erstern, die eine verschiedene Neigung gegen sie haben, und so geht es fort, bis sie das erste Eisgewebe machen, welches immer dicker wird, so wie die Kälte fortfährt, oder steigt.

Diese Netze zeigen sich unter verschiedenen Gestalten. Die gewöhnlichste unterdessen ist die Gestalt der Baumblätter, oder verschiedener Theile dieser Blätter.

So wie das Wasser der Gerinnung nahe kommt, so geschieht in seinem Innern eine Art von Kochen, wegen der Luftheilchen, die davon herausgehen, oder die sich aus den Zwischenräumen des Wassers loßmachen. Diese zertheilte Luft versammlet sich unter der Gestalt von Blasen, die gegen den Mittelpunkt und gegen die Axe des Gefäßes mehr oder weniger dick sind, als gegen die Ränder und gegen die Oberfläche des Gefäßes. Allein sie sind in größerer Anzahl gegen den Boden und gegen die innern Theile zu, von daher sie zuweilen zu kommen, und daran durch einen Schweif zu hängen scheinen, welcher deutlich eine Thräne vorstellet, deren Kopf gegen die Axe zugekehret ist.

In einem tiefen und engen Gefäße ist die Mitte der Oberfläche des Eises gewöhnlich höher, als die Ränder, weil die Luft, die sich gegen die Axe und gegen den Boden zu anhäuft, sich daselbst in so großer Menge befindet, daß sie nicht allein die Gewalt hat, zurückzusteigen, sondern auch oft die erste Eisschichte, die sich auf dem Wasser gebildet hatte, zu zerbrechen.

Dieß sind die Erscheinungen, die man ganz ruhig bemerken kann, wenn die Temperatur der Luft nicht stark verändert worden ist. Wenn aber die Kälte steigt und auf einmal einfällt, so hat man kaum Zeit, alle diese Veränderungen gewahr zu werden. Sie folgen schnell auf

einan-

einander, die Luftblasen sind in der ganzen Masse ausgebreitet, und das Gefäß zerbricht gewöhnlich.

Das Eis mag nun langsam, oder geschwind entstehen, so bemerkt man allezeit, daß ein Stück Eis leichter ist, als ein gleiches Volumen Wasser.

Dieses Gewicht wird, es mag so kalt seyn, als es will, Vergleichungsweise immer kleiner, da es beständig ausdünstet, und das Volumen immer größer wird; so, daß eine Luftblase, die Anfangs nur 1 oder 2 Linien im Durchmesser zu haben scheint, einige Tage darauf ein vierfaches Volumen hat. Diese Vermehrung des Volumen ist zuweilen so beträchtlich, daß das Eis die Gefäße, worinnen es entsteht, zerbricht.

Die Gewalt des Eises ist niemals größer, als wenn es am festesten ist. Dergleichen ist das Isländische Eis. Es wird zuweilen so fest, daß man im Winter Ao. 1740. da die Kälte in Rußland die von Ao. 1709. übertraf, zu Petersburg einen Pallast von Eise von 52 und einen halben Fuß in der Länge, 16 und einen halben Fuß in der Breite, und 20 Fuß in der Höhe erbauete, ohne daß das Gewichte der obern Theile und der Bedeckung, die auch von Eise war, das Gebäude beschädigte. Die Wände hatten 2 bis 3 Fuß in der Dicke. Die Eisklötzer, deren man sich bediente, waren sorgfältig gehauen, mit Zierrathen verschönert, und nach den Regeln der zierlichsten Baukunst gesetzt. Es standen vor dem Gebäude sechs Kanonen von Eise, die gedrechselt waren, mit ihren Lavetten und mit ihren Rädern, die gleichfalls von Eise waren, nebst zween Feuermörsern, nach eben den Verhältnissen, wie diejenigen, die man gießet. Die Kanonen waren sechspfündige. Man lud sie nur mit einem Viertelpfunde Pulver, worauf man eine Kugel von Werge und zuweilen von Eisen und gegossenen Metalle hineinlaufen ließ. Die Probe wurde eines Tages in

Gegenwart des ganzen Hofes damit gemacht. Die Kugel durchbohrte ein Bret von zween Zoll in der Dicke in einer Entfernung von 60 Schritten. (a) **Olaus Magnus** (b) redet von Mauern von Eise, und von vielen andern Festungswerken, die man im Winter gegen die Belagerer aufrichten kann, als von einer bey den mitternächtigen Völkern sehr gewöhnlichen Sache. Eben dieser Schriftsteller und **Hamberger** berichten uns, daß in Schweden und Dännemark ein Eis von zween Fingern in der Dicke einen Menschen, das von drey Fingern einen bewafneten Reuter, das von 4 bis 5 Zoll einen Haufen, und endlich das von 12 Zoll ein ganzes Kriegsheer tragen kann. Das Eis der Themse hatte Ao. 1683. nur 11 Zoll in der Dicke, und gleichwohl konnte man mit Wagen darüber fahren. (c)

Es ist hier zu bemerken, daß man sehr vorsichtig seyn muß, diese Arten von Proben zu machen. Es wird darzu erfordert, daß das Eis einen weiten Umfang und keine Ritze habe. Denn es ist ausgemacht, daß ohne diese Bedingung ein Eis, welches im Stande wäre, ein Kriegsheer zu tragen, nicht 100 Mann, wovon jeder 160 Pfund schwer ist, tragen könnte, wenn es nicht 170 Quadrattoisen hätte. Ich schränke dasjenige, was man von den Erscheinungen der Gefrierung sagen kann, auf diese kurzen Begriffe ein. Jetzt wollen wir untersuchen, wie man diese Erscheinungen erklären kann:

§. 461.

Deren Erklärung. Man kann die Wirkungen der Natur nicht anders nachahmen, als wenn man von den Triebfedern, die sie in Bewegung setzt, Gebrauch machet, und wenn man es dahin bringt, Eis zu machen, so

(a) Descript. de ce Palais, par *Graaf*, trad. par Mr. *Leroi*, 1741.
(b) Hist. de Gent. septent. L. II. C. 25. p. 381.
(c) Hist. de l'Acad. des Scienc. 1709.

so entsteht es auf eben die Art, wie dasjenige, welches ohne Hülfe der Kunst entsteht. Wir werden also zu den künstlichen Gefrierungen Zuflucht nehmen, um den Mechanismum des natürlichen Gefrierens zu erklären.

Man kann auf keine andere Weise Eis machen, als wenn man eine Kälte hervorbringt, die größer ist, als die Kälte des Eises selbst, und darzu bedient man sich des zerstossenen und mit verschiedenen Salzen vermischten Eises.

Diese Vermischung thut ihre Wirkung nur durch ihre Schmelzung. Je schleuniger diese Schmelzung geschiehet, desto geschwinder offenbaret sich diese Wirkung selbst. Wenn man daher Salz mit zerstossenen Eise vermischet, so werden sich diese beyden Körper zerschmelzen, welches die erste Erscheinung ist. Wenn man einen Thermometer in diese Vermischung tauchet, so wird man ihn kälter finden, als ein jedes von den Wesen, welches zu seiner Zusammensetzung gehöret, und dieß ist die andere Erscheinung. Wenn man in diese Vermischung ein dünnes mit Wasser angefülltes Gefäß tauchet, so wird dieses Wasser gefrieren, welches die dritte Erscheinung ist. Thut man Salz in dieses Wasser, so wird es kälter werden, und gleichwohl wird es nicht so geschickt seyn, zu gefrieren, und dieß ist die vierte Erscheinung.

§. 462.

Fortsetzung.

Die beyden ersten Erscheinungen, die wir vorgelegt haben, verdienen mit Aufmerksamkeit geprüft zu werden. Salz und zerstossenes Eis, mit einander vermischet, schmelzt, und ihre Vermischung ist gleichwohl kälter, als eine jede von den Wesen, die sich in dieser Vermischung befinden. Man kann also bey dieser Gelegenheit nicht sagen, daß das Schmelzen des Eises durch die feurige Materie verursacht werde. Dieser Versuch zeigt im Gegentheile eine größere Zerstreuung

dieser Materie an. Wie soll man sich also vorstellen, daß ein fester Körper flüßig wird, wenn er mehr der Ursache beraubt wird, die, nach der Meynung vieler Naturkündiger, die Flüßigkeit hervorbringt und unterhält. Man sehe hier, wie Herr Mairan (a) diesen sonderbaren Satz erkläret.

Die Salztheilchen, welche man mit zerstossenem Eise vermischet, thun die Wirkung kleiner Keile. Sie entfernen die Wassertheile, die zusammengekommen waren, und wenn sie nicht gleich zwischen diese Theile dringen können, so zerreißen sie ihre Zusammenhängung. Die Wirkung dieser kleinen Keile hat also ein Verhältniß mit der Wirkung einer größern Hitze, und sie thun in einem Augenblicke dasjenige, was eine Hitze von 10 Grade (nach dem Maaßstabe des Reaumur) in einer beträchtlichern Zeit nicht thun kann.

Die dritte Erscheinung lehret uns, daß diese Vermischung, die viel kälter ist, als das Eis, im Stande ist, Wasser, das in einem dünnen Gefäße, welches man in diese Vermischung tauchet, enthalten ist, zu Eis zu machen. Die Freunde der gedachten Meynung erklären dieses Gefrieren auf folgende Art:

Es ist eine allgemein angenommene Wahrheit, daß das Feuer, und folglich die Hitze, die davon entstehet, in allen zusammenhängenden Körpern sich in das Gleichgewicht setzet. Also verlieret ein Körper, der wärmer ist, als derjenige, der an ihn stößt, einige Grade seiner Hitze, und der kälteste erhält welche, bis sie beyde zu einerley Temperatur gelanget sind.

Auf solche Art erfrischen wir uns, wenn wir in einen kühlen Ort gehen. Ein Theil unserer Hitze geht in die Luftmasse, die uns umgiebt, von derjenigen in die, welche

(a) Dissert. sur la Glace, troisi. Part. p. 356.

welche an sie gränzet, über; und wir theilen also einen gewissen Grad der Wärme einem jeden um uns herum befindlichen flüßigen Körper mit, sowohl auf Kosten derjenigen, die wir hatten, als wir in diesen flüßigen Körper kamen, als auch zur Verringerung derjenigen, die wir hervorbringen.

Wenn man dieses voraussetzt, so werden, wenn man ein dünnes mit Wasser angefülltes Gefäß in eine Vermischung von Eis und Salz stellet, die feurigen Theile in geringerer Quantität in dieser Vermischung seyn, als in dem Wasser, welches noch flüßig ist, und ein Theil der Feuertheilchen wird dieses Fluidum verlassen, und sich sowohl in dem Wasser des Gefäßes, als in der Vermischung, die es umgiebt, gleich austheilen. Das Wasser dieses Gefäßes verliert also auf diese Art eine gewisse Quantität des Feuers, das es enthielte, und folglich einen Theil des fremden Wesens, welches zwischen seinen Theilchen sich befand, und welches sie von einander abgesondert hielt. Alsdenn weichen diese Theilchen der Gewalt, die sie aneinander stößt, sie nähern sich einander, und sie machen einen festen Körper, den wir Eis nennen.

Diese Erklärung von dem künstlichen Eise passet sehr wohl auf die Bildung des natürlichen Eises, und der Abt Nollet, welcher eben dieselbe Meynung angenommen hat, macht folgende Anwendung davon: (a)

Wenn es in der Luft gefrieret, so ist daselbst die Materie des Feuers dünner, oder weniger in Bewegung, als in dem Wasser, welches noch flüßig ist. Ein Theil der Feuermaterie des Wassers geht also alsdenn in die Luft über, bis daselbst die feurige Materie des Wassers mit derjenigen, die noch in der Luft sich befindet, in ein Gleichgewicht gekommen ist. Nun ist dasjenige, was alsdenn

(a) Leçons de Phyſ. T. IV.

alsdenn davon in dem Wasser übrig bleibt, nicht hinreichend, die Beweglichkeit seiner Theile zu unterhalten. Sie fallen also wieder auf einander, und ordnen sich auf verschiedene Arten, so wie die Materie, die sie zertrennte, mehr oder weniger geschwind und auf diese oder jene Art ausdünstet.

Die vierte oben (§. 461.) vorgelegte Erscheinung ist eine von denen, die diese Meynung mehr zu begünstigen scheinet. Denn obgleich das zwischen die Wassertheilchen hineingedrungene Salz das Wasser kalt machet, so verzögert es doch dessen Gefrieren, und selbst das Eis, das dadurch entsteht, ist nicht so fest, als das, von dem bloßen Wasser.

Wenn man Salz in das Wasser wirft, so wird dieses Wasser aus eben der Ursache kalt, welche das Eis kälter macht, wenn man es mit Salze vermischet. Allein, warum gefriert dieses Wasser, da es doch kälter ist, als die Temperatur der herumschwebenden Luft, schwerer? Hier ist die Ursache, die man davon angiebt:

Die Salztheilchen, die zwischen die Wassertheile kommen, widersetzen sich ihrer Vereinigung, und da es einerley Ursache ist, die sowohl auf das gesalzene, als auf das gewöhnliche Wasser mit gleicher Intensität wirket, so muß dasjenige, welches ihm mehr Widerstand thut, nicht so geschwinde gefrieren, und auch nicht einmal ein Eis machen, das eine und eben dieselbe Festigkeit habe.

Aus eben dieser Ursache gefrieren die geistigen Säfte, die aber noch einiges Phlegma haben, sehr schwer, und bey ihrem Gefrieren sondert sich der geistige Theil von dem Phlegma ab.

Man

Man thue Wein in ein dünnes Gefäß, man tauche dieses Gefäß in eine Vermischung von zerstoßenem Eise und von Salze, so wird man dasjenige, was wir eben angezeigt haben, bemerken können. Man wird eben dieses auch gewahr werden, wenn man in eine ähnliche Vermischung ein Gefäß taucht, welches zum Theil mit gefärbten Weingeist, der mit ein wenig Wasser vermischt worden, angefüllet ist.

Die fremden Körper, die fähig sind, zwischen die Wassertheilchen zu dringen, widersetzen sich also bis auf einen gewissen Grad ihren Gefrieren, und dieß ist, wie ich schon angemerkt habe, unter allen Erscheinungen diejenige, welche die Meynung derer, die das Entstehen des Eises der bloßen Beraubung der feurigen Materie zuschreiben, mehr begünstiget.

§. 463.

Schwere des Eises.

Nach dieser Hypothese ist das Eis weiter nichts, als ein verdicktes Wasser, dessen Theile durch die Beraubung eines Flüßigen, das zwischen seinen Theilchen sich befand, näher zusammen gekommen sind. Ein Stück Eis würde also von Natur schwerer seyn, als ein gleiches Volumen Wasser. Die Erfahrung lehret uns aber das Gegentheil, denn man findet, daß die Dichtigkeit des Eises gegen die von dem Wasser sich wie 8 gegen 9 verhält. (a) Man schreibt diese Wirkung der Menge Luft zu, die sich zwischen den Wassertheilchen in dem Augenblicke der Gefrierung losmachet, und die sich in dem ganzen Umfange des Eises unter der Gestalt von Blasen ausgebreitet befindet, deren Größe sich sogar von einem Tage zu dem andern (§. 460.) vermehret. Herr Homberg behauptet, daß er Eis, welches so schwer gewesen, als ein gleiches Volumen Wasser, gemacht habe, indem er es durch eine Veranstaltung, die ihm zwey Jahre beschäftiget, der Luft beraubete. (b) Allein niemand hat es seit diesem geschickten Schei-

(a) *Muschenbroek* Essai de Phys. T. I. p. 434.
(b) Mem. de l'Acad. des Scienc. 1699.

Scheidekünstler so weit gebracht, daß er diesen Versuch mit gleichem Erfolge hätte wiederholen können.

§. 464.

Einige sonderbare Erscheinungen bey dem Eise.

Ob man gleich von den eben erklärten Erscheinungen in der gegenwärtigen Hypothese einen sehr natürlichen Grund angiebt, so giebt es gleichwohl einige, die man nicht auf eine so hinlängliche Art erklärt, daß man sie als die wahre Erklärung der Gefrierungen betrachten könne.

Es giebt z. B. Länder, wo es an den wärmsten Tagen bey der Nacht gefrieret. Dergleichen ist der mitternächtige Theil von Persien und Armenien. Als sich Herr von Tournefort zu Erzeron, der Hauptstadt von Armenien befand, schrieb er an den Herrn von Pontchartrain, daß es in dieser Stadt viel Eis gäbe, und daß er daselbst eine sehr große Kälte verspürte. Sein Brief war vom 19. Jun. datirt, und er merket in der Nachricht von seiner morgenländischen Reise an, daß das Wasser, worein er Pflanzen gethan, um sie zu erhalten, und sie den Tag darauf zu beschreiben, die Nacht über in der Dicke von zwo Linien gefroren wäre, ob es gleich in einem hölzernen Becken bedeckt gewesen. Eben dieses geschieht in Deutschland, in Italien, und in der Schweiz. Es ist sogar in dem Bißthume Basel ein Fluß, welcher nach Schuncheseers Berichte nur im Sommer gefrieret. Jedermann kennet die Beschreibung, welche uns Herr Boze von den Höhlen bey Besançon geliefert hat, worinnen er uns anzeigt, daß diese Höhlen im Sommer mit Eise angefüllet sind, und daß dieses Eis desto dicker ist, je wärmer es ist. Man siehet sogar in der Mitte dieser Höhlen einen Bach, der nur im Sommer gefrieret, und im Winter fließet.

Man hat viele Untersuchungen gemacht, um die Ursache einer so außerordentlichen Erscheinung zu finden. Man hat beständig bemerkt, daß diese Erscheinung nur an Oertern statt gefunden, wo sich viel Salpetersalz befand.

Daher

Daher haben auch diejenigen, welche das Gefrieren der Beraubung des Feuers zuschreiben, behauptet, daß, wenn diese salzigen und salpetrigen Theile einiger Maßen eine Ursache des Gefrierens wären, es nur auf die Art geschähe, daß, wenn sie zwischen die Theilchen einiger Wassernetze, und die irdischen Theile, die an sie gränzen, hineindringen, sie die Feuermaterie daraus verjagen, und selbige sehr kalt machen, und daß alsdenn diese irdischen Theile, diese Wassernetze, in Ansehung der Masse des fließenden Wassers, dasjenige machten, was die Vermischung von Salze und gestoßnen Eise in Ansehung des Wassers in dem Gefäße, welches davon umgeben ist, machet.

§. 465.

Fortsetzung.

Allein ist es auch erwiesen, daß diese salpetrigen und salzigen Theile sich in den irdischen Theilen, die an die fließenden Wasser, wovon wir eben geredet haben, gränzen, oder in einigen Wassernetzen befestigen? Was ist es, das sie zurück hält, und sie verhindert, in die ganze Masse des Wassers zu dringen, welches ihnen einen so leichten Zutritt anbiethet, und wenn sie es durchdringen, warum gefrieret es, da es doch erwiesen ist, daß die salzigen Theile, anstatt das Gefrieren der flüssigen Dinge, worinnen sie sind, hervorzubringen, nur dienen, es zu verzögern? (§. 461.)

In dieser Erklärung offenbaret sich die Unrichtigkeit der Hypothese des berühmten Boerhaave, und aller derjenigen, die das Gefrieren von eben der Ursache ableiten, sehr deutlich.

§. 466.

Ob das Eis ein verdünntes Fluidum ist.

Wir wollen also untersuchen, ob man den Mechanismum des Gefrierens, und die verschiedenen Erscheinungen desselben nach der Hypothese derer, die das Eis als ein verdünntes Flüßiges ansehen, glücklicher erklären können. Diese Hypothese

wurde

wurde Anfangs vom Herrn de la Hire vorgetragen, und darauf von denen Herren Perrault, Muschenbroek, von der Marquisin von Chatelet, und von vielen andern berühmten Naturkündigern angenommen.

In dieser Hypothese erklärt man das Gefrieren vermittelst vieler kleiner fremder Körperchen, denen Muschenbroek den Namen kaltmachender Theile gegeben hat, eine bloße Benennung, die nur die Wirkung dieser fremden Körper anzeigt, deren Daseyn man zwar, aber deren Natur man noch nicht kennt. Diese Theile dringen zwischen die Wassertheilchen, oder eines jeden andern flüßigen Körpers, welcher Phlegma bey sich hat, dienen ihnen zum Leime und vereinigen sie.

Diese Arten von Theilen befinden sich gewöhnlich an Orten, welche an Salzen und Salpeter einen Ueberfluß haben, und nicht mit den salzigen und salpetrigen Theilen, wie viele gethan haben, verwechselt werden müssen.

Um die Gründlichkeit dieser letztern Hypothese gehörig zu bestätigen, will ich hier zwo Fragen auflösen: 1. Ob die bloße Beraubung des Feuers Eis machen, und zu allen den Erscheinungen, die uns das Gefrieren bemerken lässet, etwas beytragen kann? 2. Ob diese einzige Ursache nicht hinreichend ist, welchen Beweis man von dem Daseyn der kaltmachenden Theile geben, und wie man durch ihre Hülfe alle Erscheinungen des Gefrierens erklären kann?

§. 467.

Ob die Beraubung des Feuers allein Eis hervorbringet.

Wenn die bloße Beraubung des Feuers die Ursache des Gefrierens wäre, so ist es gewiß, daß das Wasser niemals anders in Eis verwandelt werden könnte, als wenn der Liquor des Thermometers bis auf den 32. Grad nach dem Farenheitischen Maaßstabe gefallen ist, und daß dieses Eis gewiß zu schmelzen anfangen würde, wenn der Liquor des Thermometers auf 33 Grad gestiegen ist. Nun dauert,

nach

nach den Beobachtungen des Muschenbroek, (a) und nach denen, die ich in verschiedenen Wintern viele mal gemacht habe, der Frost fort, und wird zuweilen noch stärker, wenn der Liquor des Thermometers schon bis auf den 36. und sogar bis auf den 39. Grad gestiegen ist. Muschenbroek versichert, daß er eben diese Erscheinung bemerket habe, als der Liquor auf den 41. Grad gestiegen gewesen.

Will man etwa sagen, daß in diesen verschiedenen Umständen die feurige Materie das Eis nicht durchdringen konnte? Man bestimme also ein Hinderniß, welches hinreichend ist, die Feuertheilchen zu verhindern, sich in den zusammenstoßenden Körpern ins Gleichgewicht zu setzen, und wenn sie zuweilen ein unübersteigliches Hinderniß findet, so erkennt man alsdenn in dem Eise fremde Theile, die sich nicht mit den Feuertheilchen verbinden können, und die, wenn sie alsdenn in allzu großer Menge, oder fester mit den Wassertheilchen vereinigt sind, einer gewöhnlichen Quantität von Feuer, welches sie zu zerstreuen sucht, widerstehen. Die Beraubung des Feuers ist also nicht die einzige Ursache des Gefriereus.

§. 468.

Daseyn der kaltmachenden Theile.

Welchen Beweis kann man aber von dem Daseyn der kaltmachenden Theile geben? Unter der Menge derer, die ich hier anführen könnte, will ich eine Beobachtung vorlegen, die jedermann bekannt ist. Oft gefriert es nicht an Orten, die zusammenstoßen. Man weiß, daß das in die freye Luft gesetzte Wasser schneller gefrieret, als dasjenige, welches in Gefäßen sich befindet, die hermetisch versiegelt, und gleichfalls in die freye Luft gesetzt worden sind. Die feurige Materie hat gleichwohl einen freyen Lauf, und kann durch die Poros dieser Gefäße eben so leicht entwischen. Es muß also die bloße Temperatur der Luft nicht hinreichend

(a) Phys. T. 2.

chend seyn, Eis zu machen, und die Mitwirkung einiger fremden Theile muß zu der Hervorbringung dieser Erscheinung schlechterdings erfordert werden.

Man bemerket überdieß, daß der Morgenwind, welcher aus warmen Ländern kommt, und welcher an sich selbst viel wärmer ist, als der Nordwind, welcher von dem Pole herkommt, sehr starke Fröste zu eben der Zeit veranlasset, da der letztere diese Wirkung nicht hervorbringen kann. Dieses kommt daher, weil der Morgenwind kaltmachende Theile bey sich führt, die durch die Sonnenhitze in warmen Ländern in größern Ueberflusse in die Höhe gezogen werden, als in den an den Polen liegenden Gegenden. Diese Erscheinung ist von je her bemerkt worden, und jedermann weiß, daß sie sich oft im Monate Junio und bey heiterer Witterung ereignet. Man weiß, daß alsdenn der unvermuthete Einbruch des Morgenwindes die Spitzen der Kräuter erfrieret, und die ganze Hoffnung der Weinlese raubt.

Da nun das Daseyn der kaltmachenden Theile durch diese Beobachtungen hinlänglich bestätiget wird, so wollen wir nunmehr den Grund von den Erscheinungen des Gefrierens anzugeben suchen. Nichts scheint mir leichter zu seyn, und um dieses auf eine deutlichere Art zu entwickeln, wollen wir die künstliche Gefrierung einer Masse Wasser betrachten, welche in einem dünnen Gefäße, das in eine Vermischung von Eis und Salz getaucht wird, enthalten ist.

Die durch die Salze, welche man mit zerstossenen Eise vermischet, überbrachten kaltmachenden Theile verlassen diese Salze, die durch das Berühren des Eises schmelzen, und die, indem sie schmelzen, es durchdringen, und es selbst in Fluß bringen. Dieses durchdrungene und flüßig gemachte Eis lässet auf gleiche Weise seine kaltmachenden Theile fahren, und dasjenige, was davon in dieser Vermischung übrig bleibet, ist hinreichend, selbiger einen mehr oder weniger großen Grad von Kälte zu geben; da indessen

sen eine gewisse Menge von diesen kaltmachenden Theilen, die die Vermischung des Eises und des Salzes verlässet, in das in dieser Vermischung getauchte Gefäß, und dadurch in die Masse Wasser, die sich darinnen befindet, dringet. Diese Theile verjagen daraus beynahe gänzlich die feurige Materie, so wie die darinnen enthaltenen Lufttheilchen. Das Wasser wird wieder kalt; so wie diese beyden Ursachen mehr oder weniger darzu helfen. Endlich vereinigen sich diese kaltmachenden Theile unvermerkt mit den Wassertheilchen, die sie durchdringen, und geben ihnen einen Leim, der sie mit einander verbindet, und sie in eine feste Masse verwandelt.

Diese kaltmachenden Theile, die in das Wasser eindringen, machen es deswegen nicht merklich schwerer. Im Gegentheile machet die Vermehrung seines Volumens, welches sie verursachen, die Ausdünstungen, die beständig davon weggehen, und die Luft, die sich darinnen erweitert und ausgestreut bleibt, daß seine respective Dichtigkeit abnimmt, wie man täglich anmerket.

Vermittelst dieses Mechanismi kann man leicht von allen Erscheinungen des Gefrierens die Ursache angeben, so wie es leicht ist, sich durch die Anwendungen, die man davon machen kann, davon zu überzeugen.

Zwölfter Abschnitt.

Von dem Magnete.

§. 469.

Ursprung der Benennung.

Der Magnet ist unter dem Namen von Magnis bekannt, entweder, wie einige behaupten, weil er in einer Gegend in Thessalien, Magnesia genannt, gefunden worden ist, oder, wie andere vorge-

ben, weil es ein Hirte, Namens Magnes, war, der ihn von ohngefähr mit dem Eisen seines Schäferstabes entdeckte.

Man rechnet den Magnet in die Classe der Steine, daher er auch gewöhnlich Magnetstein genannt wird. Er wird gewöhnlich in den Eisen- und Kupferbergwerken gefunden. Man findet viel in Bengala, in Arabien, in den Inseln des schwarzen Meeres, hauptsächlich in der Insel Serfo, in Italien, in Spanien, auf den Pyrenäischen Gebürgen, in Frankreich an der Mündung der Loire. Allein, beynahe alle diese Magnete sind sehr schwach, und haben sehr wenig Kraft, und man giebt gewöhnlich denjegen, die wir aus Norwegen erhalten, den Vorzug.

§. 470.

Künstliche Hervorbringung des Magnets.

Der Magnet besteht aus Stein, Oele, Salze, Eisen, oder wenigstens aus Eisenmutter. Man wußte lange nicht, in welchem von den Bestandtheilen dieses vermischten Wesens, die Eigenschaften, die man an selbigen kennet, sich aufhielten. Allein die Erfahrung hat uns endlich gelehret, daß die Hauptkraft des Magnetes diejenige, wodurch er sich offenbaret, nämlich seine anziehende Kraft, in allen seinen Bestandtheilen, ausgenommen in den steinigen, sich befindet.

Man siehet in der That, daß das Eisen, welches sich lange Zeit an einem und eben demselben Orte befindet, sich in Magnet verwandelt. Herr Geoffroy (a) führet an, daß, da der Donner Ao. 1634. das Kreuz, welches auf dem Glockenthurme der Johanniskirche zu Aix in Provence sich befand, herunter geworfen, man gefunden, daß eine Rinde von Rost, die sich an dem Eisen dieses Kreuzes an dem Orte angelegt, wo dieses Eisen in den Stein gegangen war, eine sehr starke magnetische Kraft erlangt hatte. Im Jahre 1690, als man den Glockenthurm von Chartres abtrug, untersuchte man den Rost an den eiser-

(a) *Geoffroy*, Vie de M. Pieresk.

eisernen Bändern, die die Steine vereinigten, und man fand, daß viele Stücken von diesem Roste eine sehr starke magnetische Kraft erlangt hatten (a). Herr De la Hire, der Vater, machte mit verschiedenen Stücken Eisenrost von alten Gebäuden die Probe, und da er keinen fand, der magnetisch war, und doch glaubte, daß nur zwo Ursachen diese Wirkung hervorbringen könnten, nämlich die bloße Beschaffenheit des Eisens in der Luft, in Ansehung des magnetischen Wirbels der Erde, oder eine besondere Eisennatur, die es geschickt machte, sich in Magnet zu verwandeln, so wollte er versuchen, ob er es dahin bringen könnte, Eisen in Magnet zu verwandeln. Da er wußte, daß der Glockenthurm von Chartres von den Steinen von Saint Leu gebauet war, so nahm er ein Stück von diesem Steine, und nachdem er es unter einem Winkel von sechzig Graden gesägt hatte, legte er es nach der Richtung des Meridians in die Luft. Er machte viele Rinnen in dieses Stück Stein, und legte in die Rinnen Drathe von Eisen, nach der Richtung der magnetischen Materie um die Erde, in Ansehung unsers Gesichtskreyses. Er machte diesen Versuch, wie sein Sohn in der eben angezeigten Abhandlung anführt, Ao. 1695, und bedeckte diesen Stein mit dem andern Theile, den er davon abgesondert hatte. Er bestrich einige von diesen eisernen Drathen, die ohngefähr zwey Zoll von einander entfernt waren, mit Magnet. Etliche Jahre darauf fand man, daß nur einige von diesen Dräthen ganz mit Roste überzogen waren, allein sie hatten alle eine magnetische Kraft erlangt.

§. 471.

Pole der Magnete.

Man unterscheidet zween Pole in dem Magnete, den einen, den man den südlichen, und den andern, den man den nördlichen nennet, und zwar in Ansehung der Bestrebung, welche diese beyden Seiten des Magnets haben, sich nach dem Süd- und

(a) Mém. de l'Acad. par Mr. *de la Hire*, le Fils.

Nordpol zu wenden. Man findet Magnete von einer irregulairen Gestalt, die mehr, als zween Pole haben, und die gleichwohl nur einen und eben denselben Magnet ausmachen (a). Allein, wenn man sie zerschneidet, lässet man ihnen nur zween.

Man bemerkt in Ansehung der Pole eine sehr sonderbare Erscheinung, nämlich, daß einerley Pole an zween Magneten einander fliehen, dagegen die gegenseitigen Pole, einander an sich ziehen.

Wenn man zwo stählerne Schienen, die ein wenig gekrümmt sind, nimmt, und ihnen die magnetische Kraft mittheilet, indem man sie viele male, und auf einer und eben derselben Seite an einem der Pole mit einem starken Magnete streichet, so erlangen sie eben die Eigenschaften, als der Magnet, wie wir unten zeigen werden. Sie werden also beyde zween Pole haben, so daß, wenn man sie dergestalt auf einander legt, daß einerley Pole auf eine und eben dieselbe Seite gekehret sind, und mit einander übereinstimmen, die obere Schiene sich auf die untere drehen wird, bis sich die gegenseitigen Pole so nahe, als möglich, bey einander befinden werden.

Diese Eigenschaft der Pole des Magnets, gab zu vielen angenehmen Versuchen, dergleichen folgende sind, Anlaß.

Wenn man, nachdem man eine Nähnadel mit Magnete bestrichen, und selbige perpendicular an ein kleines kupfernes Schiff befestiget hat, welches auf einer Masse Wasser, in einem gläsernen Becken schwimmen kann, einer von den Spitzen dieser Nadel einem der Pole eines Magnets nähert, so wird diese Nadel dem Eindrucke dieses Magnets folgen, und sich ihm nähern, wobey sie zugleich das Schiff forttreibt, wenn der Pol, den man an sie hält, demjenigen entgegen ist, welcher sich an dieser Spitze der Nadel befindet. Wenn man im Gegentheile den gleich-

(a) *Fournier*, Hydrogr. L. XI. c. 7. p. 533.

gleichnamigen Pol hinhält, so wird die Nadel fliehen und machen, daß das Schiff zurück weichet.

Man macht eben diesen Versuch, wenn man eine ähnliche Nadel mit dem Horizonte parallel auf die Oberfläche einer Masse Wasser, die in einem dergleichen Gefäße sich befindet, legt.

Man machet nach eben diesem Grundsatze eine Art von magnetischer Uhr, welche die Stunde anzuzeigen scheinet, und welche diejenigen, die nicht von den Erscheinungen des Magnets unterrichtet sind, betrüget.

Man legt in eine Büchse einen hölzernen Zirkel von ohngefähr drey Linien in der Dicke. Man drehet um diesen Zirkel auswendig herum eine dünne stählerne mit Magnete bestrichene Schiene, deren beyde Enden ohngefähr sechs Linien von einander entfernt sind. Man bindet diese Schiene mit einem Faden so daran, daß eines von den Enden sehr nahe an dem obern Theile des Zirkels liegt, auf welchen man ein bewegliches Zifferblatt legt. Dieses Zifferblatt hat in seinem Mittelpunkte eine Angel, auf welche man eine mit Magnete bestrichene Nadel steckt, die man sich geschwinde um ihren Mittelpunkt herum drehen lässet. Da das eine Ende dieser Nadel durch die Spitze der mit Magnete bestrichenen Schiene, wovon wir eben geredet haben, regiert wird, so geht es beständig auf die Stunde des Zifferblattes, welche sich an dem Ende dieser Schiene befindet. Es kommt also, wenn man diesen Versuch machet, nur darauf an, daß man das Zifferblatt so legt, daß die Stunde, die man mit der Nadel bezeichnen will, mit der Spitze der mit Magnete bestrichenen Schiene, die die Nadel regiert, übereinstimme.

Man legt auch auf einen Tisch, und in den Mittelpunkt eines kupfernen Zirkels, der viele mit Magnete bestrichene Nadeln trägt, eine hohle Säule, in deren Länge mit dem Horizonte perpendicular ein stark mit Magnete bestrichener Stab steht. Man siehet sogleich, daß die mit

Magnete bestrichenen Nadeln eine ihrer Spitzen gegen die Säule zu richten. Wenn man alsdenn den Zirkel, der die Nadeln trägt, gegen den obern Theil der Säule aufhebt, so bewegen sich diese Nadeln, drehen sich um sich selbst herum, und halten alle der Säule die andere Spitze entgegen. Wenn man diesen Zirkel gegen die Mitte dieser Säulen hält, so siehet man, daß sie sich auch bewegen, und sich so richten, daß die vordere Spitze der einen die hintere Spitze derjenigen berührt, welche vor ihr vorher geht, welches eine Art von Nadelzirkel machet.

§. 472.

Anziehende Kraft des Magnets.

Die Entdeckung der anziehenden und zurückstoßenden Kraft des Magnetes, hat zu vielen Untersuchungen Anlaß gegeben. Einige suchten eine Hypotheſe zu erdenken, die bequem wäre, diese Erscheinungen zu erklären. Andere, oder ohne Widerspruch der klügste Theil der Naturkündiger, die wußten, von welcher Wichtigkeit es ist, sich aller der Erscheinungen, die sich auf einen und eben denselben Gegenstand beziehen, zu versichern, ehe man in Ansehung ihrer Ursache einen Ausspruch waget, beschäftigten sich, die verschiedenen Grade der anziehenden zurückstoßenden Kräfte, und die Art, nach welcher diese Kräfte auf die Körper, die man ihrem Eindrucke überläßt, wirkten, zu erkennen. Unter diesen letztern erdachte der berühmte Muschenbroek eine Reihe von Versuchen, die sehr bequem waren, zu dem Zwecke, den er sich vorsetzte, zu gelangen. Allein ohngeachtet aller Sorgfalt, die er bey diesen Untersuchungen anwendete, konnte er doch nur einen beynahe entdecken.

Er fand unterdessen so viel, daß die anziehende Kraft des Magnets sich merklicher an dem Eisen offenbaret, das ist, daß ein Stück Magnet ein Stück Eisen stärker an sich ziehet, als ein ähnliches Stück Magnet. Er entdeckte auch, daß eben dieses Stück Magnet nicht auf einerley Art alle Gattungen von Eisen an sich ziehet. Ueberdieß

fand

fand er, daß, wenn diese Kraft vollkommen ihre Stärke genießen soll, zwischen dem Magnete und dem Stücke Eisen, das man ihm zum Anziehen hinhält, ein gewisses Verhältniß seyn muß; denn seine anziehende Kraft scheint schwächer zu seyn, so bald man dieses Verhältniß mehr oder weniger verändert.

§. 473.

Bewaffnung der Magnete.

Man hat jederzeit bemerkt, daß der bloße Magnet niemals eine große Kraft hat. Verschiedene Betrachtungen, und viele Versuche, die man in der Absicht gemacht hat, haben uns gelehret, daß dieses daher kommt, daß, wenn die magnetische Kraft in dem ganzen Umfange eines Magnetsteines ausgebreitet, und gleichsam zerstreuet ist, diese Kraft in einem jeden der Theile dieses Steins nicht so stark seyn könne. Man machte also die Erfindung, diese Kraft in zween Punkten zu vereinigen, welches zu der Bewaffnung Anlaß gab, und der Erfolg stimmte mit der Erwartung überein. Denn die Verschiedenheit zwischen der anziehenden Kraft eines bloßen Magnetes, und zwischen der von eben demselben Magnete, wenn er bewaffnet ist, geht weit über alles, was man sich vorstellen kann. Der Abt Nollet (a) sagt, daß er einen Magnet habe, welcher, wenn er bloß ist, kaum ein halbes Pfund trägt, da er doch, wenn er bewaffnet ist, sieben und zwanzig Pfund trägt. Ich habe einen, welcher drey Quintlein und zwölf Gran ohne Bewaffnung, und wenn er bewaffnet ist, zwölf Unzen und ein Quintlein trägt. Man hat Magnete gesehen, welche hundert mal stärker wurden, nachdem sie bewaffnet worden waren (b).

Diese Bewaffnung, die anfänglich nur sehr unvollkommen war, ist darauf immer vollkommener gemacht worden. Ich will die beste bekannte Art, einen Magnet zu bewaffnen, mit wenig Worten anzeigen.

(a) Leçons de Phyſ. T. 6. p. 167.
(b) Hiſt. de l'Acad. 1713.

§. 474.

Wie sie geschiehet.

Der Magnet kommt noch aus den Eingeweiden der Erde. Die erste Sorgfalt, die man brauchen muß, um selbigen zu nutzen, ist, sich seiner Pole zu versichern. Es wird dieses auf verschiedene Arten bewerkstelliget. Die einfachste, und zu gleicher Zeit die gebräuchlichste ist, den Magnet auf ein Stück Pappe zu legen, und darauf gelinde sehr feine und gesiebte Feilspäne herum zu streuen. Wenn man die Pappe ein wenig bewegt, so siehet man, wie sich dieser Feilstaub um jeden Pol herum legt, und daselbst verschiedene Zirkel machet.

Man kann diese anziehende Kraft der Pole auf eine sehr deutliche Art zeigen, wenn man auf eine Pappe viele stählerne wohl mit Magnet bestrichene Blättgen legt. So bald man sie mit einem Spiegelglase bedeckt, und auf dieses Glas Feilspäne streuet, wird man sehen, wie sich diese Feilspäne auf eine sehr vergnügende Art um einen jeden von den Polen dieser Blättgen herum anlegen.

Wenn man die Pole eines Magnetes gefunden hat, so schneidet man ihn, und giebt ihm die Gestalt, die ihm am günstigsten zu seyn scheinet, welches auf diejenige ankommt, die er von Natur hat. Man schneidet ihn also rund, viereckigt, mit sechs gradewinkligten Seiten, u. s. f. so wie man ihm eine und die andere von diesen Gestalten am bequemsten geben kann. Aber hauptsächlich muß man darauf sehen, daß man seiner Axe, das ist, der Linie, die, wie man sich vorstellt, durch seine Pole geht, alle mögliche Länge lässet. Dieß ist unter allen Ausmessungen, die man ihm geben kann, die vortheilhafteste.

Man sägt den Magnet auf eben die Art, wie den Marmor. Man bedient sich eines Blattes von Stahle und des groben Sandes, oder naß gemachten Schmergels. Wenn er gesägt ist, und die Gestalt, die man ihm geben will, hat, so wird er auf allen seinen Seiten glatt gemacht, welches geschiehet, wenn man ihn auf allen Seiten

ten auf einem Schleifstein abschleifet. Wenn er glatt ist, so kann er erst bewaffnet werden.

Ehe man ihn bewaffnet, muß man erst von der natürlichen Stärke dieses Magnets versichert seyn. Denn diese Stärke bestimmt die Größe seiner Bewaffnung. Je dicker ein Magnet ist, desto dicker muß seine Bewaffnung seyn. Um sich von seiner Stärke zu versichern, hält man an einen von den Polen dieses Magnets, ein kleines sehr dünnes stählernes Blättgen, welches sich mit einem Hacken endiget, an welchen man eine Art von Becken hänget, worein man so viele Gewichte thut, als der Magnet tragen kann.

Man nimmt alsdenn ein Stück weiches Eisen, welches bey dergleichen Gelegenheit dem Stahle vorzuziehen ist (a). Man schmiedet es, ohne es dabey zusammen zu biegen, wie beynahe in allen Schmiedewerken gewöhnlich ist. Man verlängert es, und richtet es, so daß es zween Theile macht, die von einem und eben demselben Stücke genommen sind. Das eine, welches man den Schenkel der Rüstung nennt, wird nach der Länge des Pols angemacht. Das andere nennt man den Fuß der Rüstung. Dieß ist weiter nichts, als eine Art von Kinne, welches mit dem Schenkel einen rechten Winkel machet, und der Länge nach an den untern Theil des Magnets angemacht wird. Man machet eine ähnliche Rüstung an den Pol, und vereiniget sie durch ein kupfernes Band mit einander, welches sie zusammen hält, und stark an die Pole drücket. Es ist auch üblich, daß man über dem Magnete einen Zügel anbringet, welcher mit Schraubenmüttern befestiget wird, die an die Enden der Schenkel der Rüstung geschraubt werden. Dieser Zügel trägt einen Ring, woran man den Magnet aufhänget.

Die Dicke des Schenkels jeder Rüstung, ist nicht gleichgültig. Sie kommt, wie wir oben angemerkt haben,

(a) Mém. de l'Acad. des Scienc. 1730.

ben, auf die natürliche Stärke des Magnetes an. Man weiß kein bequemeres Mittel, selbigem eine gehörige Dicke zu geben, als wenn man eines dicker machet, als es seyn muß, und es darauf verschiedene male befeilet, indem man immer versucht, ob sich die Kraft des Magnets vermehret. Man rechnet alsdenn die Dicke dieser Rüstung mit der Vermehrung der magnetischen Kraft zusammen. Wenn man die Rüstung zu sehr befeilet hat, als nöthig ist, welches man leicht erkennet, weil die Kraft des Magnets abnimmt, so bald die Rüstung zu schwach wird, so machet man eine andere, der man die Dicke, die man am bequemsten gefunden hat, giebt. Diese Arbeit erfordert, wie man sieht, viele Aufmerksamkeit und Verstand, und folglich darf man sich auf einen Künstler, der in diesen Arten von Arbeiten nicht geübt ist, nicht verlassen.

Die Größe der Füße der Rüstung, hat auch ihr gewisses Maaß, aber gewöhnlich müssen sie viermal dicker seyn, als die Schenkel. Man muß die Füße genau zurichten, damit die Berührung so genau, als möglich, daran stoße.

Dieses letztere Stück ist eine Art von Träger, welche dienet, die Lasten, die man den Magnet will tragen lassen, daran zu hängen. Es endiget sich deswegen mit einem Hacken, welcher an der Mitte seines untern Theiles befestiget ist.

§. 475.

Wie der Magnet aufgehänget wird.

Der Magnet trägt nicht auf einmal alle die Last, die er tragen kann. Man muß ihn also zu verschiedenen malen belasten, so lange seine anziehende Kraft sich vermehret. Man muß ihn beständig belastet halten, denn die Erfahrung lehret uns, daß ein vernachläßigter Magnet, und den man nichts tragen läßet, einen Theil seiner Kraft verlieret. Man muß ihn auch an einer Schnur, oder an einer Kette aufhängen, damit

damit er sich frey um sich selbst bewegen, und sich gegen die Weltpole drehen kann. Denn die Erfahrung lehret uns gleichfalls, daß ein Magnet, welcher in einer andern Lage befestiget ist, unvermerkt seine anziehende Kraft verlieret.

§. 476.

Was für Körper von dem Magnete angezogen werde.

Die Erfahrung hat uns gezeigt, daß die anziehende Kraft des Magnets sich nicht dahin einschränket, blos auf das Eisen und den Stahl zu wirken, sondern daß es noch viele andere Wesen giebt, die dem Eindrucke des Magnets gehorchen, einige von Natur, andere, nachdem sie eine besondere Zubereitung erhalten haben. Man findet in Muschenbroeks physikalischen Versuchen eine Tabelle von diesen verschiedenen Wesen, welche der anziehenden Kraft des Magnets gehorchen. Allein, alle diese Körper, sie mögen seyn, wie sie wollen, werden nur vermöge des Eisens, oder der eisenhaltigen Theile, die sie enthalten, angezogen. Es ist sogar wahrscheinlich, daß die allgemeine vitriolische Säure, welche, wie die letztern Versuche des Herrn Ellers bewiesen haben, in dem Dunstkreise regieret, indem sie in alle Körper dringet, sich genau mit den irdischen Theilen verbindet, und indem sie sich darauf mit einigen fetten und öligen Theilen vereiniget, einer von den Hauptbestandtheilen des Eisens wird, und den Körpern, die sie enthalten, die Beschaffenheit giebt, die erfordert wird, daß sie von dem Magnete angezogen werden können.

§. 477.

Umfang des Wirkungskreises des Magnetes.

Die anziehende Kraft des Magnets zeigt sich nach der Beschaffenheit des Magnets, wovon man Gebrauch machet, in größern, oder geringern Entfernungen. Alle die Beoachtungen, die man bisher gemacht hat, haben uns noch nicht anzeigen können, woher die Stärke der magnetischen Kraft kommt.

kommt. Man weiß überhaupt, daß in dem gehörigen Verhältnisse ein kleiner Stein stärker und in größerer Entfernung anziehet, als ein großer Stein. Man bat mich vor einigen Jahren, ein Stück sphärischen Magnet bewaffnen zu lassen, welches eine Unze und zwey Quintlein wog. Als er bewaffnet war, trug er $12\frac{1}{2}$ Unze, und bewegte eine Nadel von vier Zoll, die in einer Entfernung von drey Fuß und zwey Zoll auf eine Angel gesteckt war.

Der Umfang der Wirkungssphäre des Magnets, hängt indessen nicht von der Stärke seiner anziehenden Kraft ab. Denn der Vater Fournier berichtet uns, daß er Magnete gesehen, welche sehr große Lasten aufhuben, und welche auf eine Nadel keine Wirkung thaten, woferne sie nicht in einer sehr geringen Entfernung von diesen Magneten gelegt wurde, und daß er andere gesehen habe, welche kaum einen kleinen Nagel aufhoben, und doch auf eine Nadel, die einen Fuß von ihnen entfernt war, wirkten (a).

Die anziehende Kraft des Magnets wirkt nicht allein in einiger Entfernung von den Körpern, die sie regieret, sondern sie läßt sich auch durch verschiedene Körper verspühren.

Um diesen Satz zu beweisen, lege man nach einander auf einen der Pole eines Magnets ein Stück Pappe, ein hölzernes Bret, eine Glasscheibe, ein Blatt von Golde, von Silber, von Kupfer, von Zinne, u. s. f. Man streue auf jeden dieser Körper Feilspäne, so wird man sehen, daß sich die magnetische Kraft an diesen Feilspänen verspühren lässet. Man kann selbigen auch verschiedene Bewegungen mittheilen, und sie auf verschiedene Arten herum führen, wenn man den Magnet, der darunter lieget, beweget.

Weder die Flamme, noch das Wasser, schaden dieser Wirkung, und halten die magnetischen Ausflüsse nicht zurück.

Man

(a) Hydrog. L. XI. p. 536.

Man stecke eine mit Magnete bestrichene Nadel auf eine Angel. Man setze vor diese Nadel in einiger Entfernung ein längliches mit Weingeiste angefülltes Gefäße. Man zünde diesen Liquor an, und halte wechselsweise hinter die Flamme die beyden Pole eines Magnetes, so wird man bemerken, daß die Nadel der anziehenden Kraft dieser Pole gehorchen, und daß sie wechselsweise ihre beyden Spitzen zeigen wird.

Man fülle ein gläsernes Gefäß mit Wasser an, man lege auf den Boden dieses Gefäßes ein kleines Stück Bley, welches eine Angel trägt, worauf man eine mit Magnete bestrichene Nadel steckt. Wenn man den Pol um dieses Gefäß herum drehet, so wird man bemerken, daß sich die Nadel um ihre Angel bewegt, und daß sie den Eindrücken des Magnetes folget.

Die anziehende Kraft des Magnetes wirkt also durch alle Arten von Körpern, wenn wir das Eisen ausnehmen, wie man sich durch folgenden Versuch davon überzeugen kann. Man lege ein Stück Eisenblech an einen von den Polen eines Magnets. Man streue Feilspäne auf dieses Blech, was für eine Bewegung man auch dem Magnete giebt, so wird man doch keine an den Feilspänen bemerken.

§. 478.

Uebrige Eigenschaften des Magnets.

Außer dieser eben gedachten Eigenschaft des Magnets, welche das deutlichste Kennzeichen ist, das den Magnet von einem jeden andern Wesen unterscheidet, hat man in diesem vermischten Wesen noch viele andere Eigenschaften entdecket, die sich der Mensch hat zu Nutze machen können. Diese Eigenschaften sind die **Mittheilung**, das ist, die Leichtigkeit, mit welcher die magnetische Kraft sich dem Eisen und dem Stahle mittheilet; seine **Richtung**, welche das Bestreben ist, welches der Magnet, und die mit Magnet bestrichenen Körper haben, sich gegen Mitternacht zu kehren.

ren. Wir wollen diese beyden Eigenschaften, und die Vortheile, die man daraus ziehen kann, so deutlich als möglich vor Augen legen.

§. 479.

Mittheilung der magnetischen Kraft.

Wenn man ein Stück Eisen, oder ein Stück Stahl, z. B. eine Messerklinge nimmt, und damit viele mal, und auf einer Seite über einen von den Füssen der Rüstung eines Magnets fährt, so wird man dieser Klinge die magnetische Kraft mittheilen, und sie wird die Eigenschaft erlangen, kleine Stücken Eisen an sich zu ziehen.

Diese Entdeckung gab zu vielen andern, wovon die eine immer nützlicher war, als die andere, Gelegenheit. Man bemerkte, daß, wenn man viele eiserne oder stählerne Klingen, denen man die magnetische Kraft mitgetheilet, mit einander vereinigte, man diese Kraft viel stärker machen könnte, welches zu den künstlichen Magneten Gelegenheit gab, und man machte welche von verschiedener Art, und von verschiedener Gestalt. Einige waren weiter nichts, als Klingen von Pappieren, die mit Magnet bestrichen, und mit einander durch kupferne Bügel verbunden wurden. Man gab diesen den Namen der magnetischen Stäbe. Andere waren von vielen stählernen Schienen gemacht, die wie die Magnetsteine bewafnet wurden. Man machte welche, die die Gestalt eines Hufeisens hatten. Ich habe einen von dieser letztern Art in dem Cabinette zu la Meute gesehen, welcher aus vielen mit einander vereinigten Eisen besteht, die eine beträchtliche Last tragen.

§. 480.

Wie Eisen und Stahl magnetisiret wird.

Ich befinde für gut, hier über die Art, die magnetische Kraft einem Stücke Eisen oder Stahle mitzutheilen, und über die Art, selbige zu erhalten, einige Anmerkungen zu machen. Denn die

die Kraft eines künstlichen Magnetes kommt mehr auf die Art, wie er selbigen erhalten hat, als auf die Stärke des Magnetes an, den man darzu gebraucht hat.

1. Man theilet einem Stücke Eisen oder Stahl mehr Kraft mit, wenn man es langsamer über einen von den Polen eines Magnetes streichet, und es fest an diesen Pol hält, oder wenn man es viele mal und geschwinde darüber streichet, ohne es daran zu drücken.

2. Theilt man ihm mehr Kraft mit, wenn man es nur über einen von den Polen, als wenn man es nach einander über beyde streichet, wie es gebräuchlich ist. Dieses kommt, wie ich glaube, daher, weil jeder Pol diesem Eisen eine magnetische Kraft auf der Gegenseite mittheilet, und weil diese beyden Kräfte sich einander schaden.

3. Wenn man einen künstlichen Magnet, der stark ist, haben will, so muß man darzu ein Stück polirten Stahl, oder ein Stück gehärtetes Eisen nehmen, und wenn sonst alles gleich ist, so erlangt er mehr Kraft, als ein Stück bloßes Eisen.

4. Man kann einem langen, spitzigen und dünnen Stücke Eisen mehr magnetische Kraft geben, als einem jeden andern. Man muß unterdessen in Ansehung der Länge und der Dicke, die man diesem Stücke Eisen geben soll, gewisse Verhältnisse beobachten, ohne welche die magnetische Kraft schwächer wird. Hier ist eine Tabelle von den Versuchen, die in der Absicht gemacht worden sind. (a)

Man hat 6 Eisenblätter mit Magnete bestrichen, die 4 Zoll in der Länge, und ohngefähr $\frac{1}{100}$ Zoll in der Dicke hatten,

(a) *Le Monnier*, Dict. Encycloped. Art. aiman.

hatten, und deren respective Breite wuchs, wie die natürlichen Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Das 1. hob auf	$1\frac{1}{4}$ Gran.
Das 2.	$10\frac{5}{8}$ Gran.
Das 3.	$7\frac{5}{8}$ Gran.
Das 4.	2 Gran 0.
Das 5.	$19\frac{1}{2}$ Gran.
Das 6.	$19\frac{1}{10}$ Gran.

Ein eiserner Stab 100 Zoll dick, und 5 Linien breit,

hob auf in der Länge von $13\frac{1}{4}$ Zoll	25 Gran.
zu 10 Zoll, und dreymal gestrichen	33 Gran.
zu 9 Zoll	19 Gran.
zu 8 Zoll	17 Gran.
zu 4 Zoll	$1\frac{1}{2}$ Gran.

5. Wenn man ein Stück Eisen über einen starken Magnet gestrichen hat, so muß man es nicht wieder über einen andern, der schwächer ist, streichen. Denn alsdenn würde seine Kraft diejenige, die er erlangen könnte, wenn man ihn blos über diesen letztern striche, nicht übertreffen.

6. Man muß sich hauptsächlich in Acht nehmen, daß man ein Stück Eisen oder Stahl nicht auf der andern Seite über einen und eben denselben Pol eines Magnetes streichet, denn es würde alsdenn die Kraft, die es erlangt hätte, verliehren, und man würde ihm eine neue, und sogar eine viel schwächere nicht anders mittheilen können, als wenn man fortführe, es viele mal auf der andern Seite zu streichen, und seine Pole würden verändert seyn.

Herr Gnith, Lehrer in dem Magdalenen-Collegio zu Oxford (a) hat viele sehr schöne Versuche gemacht, wodurch er nicht allein stählernen Stäben eine starke magnetische Kraft mitgetheilet, sondern auch den Pol eines Magnets

(a) Transf. Phil. n. 476. 484.

gnets nach seinen Gefallen verändert hat. Er legt den Nordpol in die Mitte, und die beyden Enden werden jedes ein Südpol. Er legt zween entgegenstehende an jedes Ende, die Hälfte des einen wird der Südpol, und die andere Hälfte der Nordpol.

7. Wenn man die magnetische Kraft, die man z. B. einem Stücke Eisen mitgetheilet hat, erhalten will, so muß man es vor jeder gewaltsamen Erschütterung in Acht nehmen. Denn die Erfahrung lehret uns, daß, wenn man ein Stück mit Magnet bestrichenes Eisen stark auf einem Ambose schlägt, seine anziehende Kraft sich sehr schwächt, und sie wird alsdenn derjenigen gleich, die es erlangt hätte, wenn man es, ehe es mit Magnet bestrichen worden, kalt geschmiedet hätte. Denn die Erfahrung lehret uns, daß, wenn man ein Stück Eisen kalt schmiedet, selbigem schon dadurch eine schwache magnetische Kraft mitgetheilet wird.

Man nehme sich gleichfalls in Acht, daß man ein Stück mit Magnet bestrichen Eisen nicht durch das Feuer gehen lasse. Obgleich die magnetische Kraft frey durch das Eisen und durch die Flamme geht, so zerstöhrt doch die Berührung des Feuers einen großen Theil der Kraft eines mit Magnet bestrichenen Körpers.

Wenn man ein Stück mit Magnet bestrichenes Eisen drehet, oder zusammen leget, und einen Ring daraus machet, so wird es auch einen großen Theil seiner magnetischen Kraft verliehren. Herr Le Monnier glaubt, daß diese Wirkung daher kommt, weil die beyden Pole sich alsdenn zu nahe beysammen befinden. Denn er merket sehr wohl an, daß eine und eben dieselbe Wirkung nicht mehr statt findet, wenn man zwischen den beyden Enden, welche sich, wenn man einem Stücke Eisen die Gestalt eines Ringes giebt, einander zu begegnen suchen, einen ge-

wissen Raum lässet. Er führt zum Beyspiele das stählerne Blatt an, welches der magnetischen Uhr, wovon wir oben (§. 471.) geredet haben, zum Beweger dienet. (a)

Mit dem Drehen eines Stück Eisens hat es eben die Beschaffenheit, als wie mit dem Schlagen und Schmieden desselben. Wenn man ein Stück mit Magnet bestrichenes Eisen drehet, so schwächet sich seine Kraft. Wenn man aber ein Stück nicht mit Magnete bestrichenes Eisen drehet, so theilt man ihm die magnetische Kraft mit.

Wenn man ein eisernes Blatt in einen großen Schraubestock legt, und es so lange hin und her biegt, bis es bricht, so erlangt es an beyden Brüchen eine magnetische Kraft. (b)

Beynahe alle Operationen, wozu das Eisen in den Händen des Künstlers gebraucht wird, theilen ihm diese Kraft mit.

Wenn man ein Stück Eisen feilet und glättet, so erlangt es eine magnetische Kraft. (c)

Wenn man ein Stück Eisen aufhänget, und es an seinem untern Ende mit einem Hammer schlägt, so erlangt dieses Ende die Kraft des Südpols. (d)

Wenn man ein Stück Eisen auf einen Ambos legt, und es mit einem langen verticalen Stabe, dessen unteres und reibendes Ende rund und glatt ist, reibet, so erlangt dieses Stück Eisen eine magnetische Kraft.

Herr Marcel theilte auf eine gleiche Art stählernen Stäben eine magnetische Kraft mit. Er rieb sie vielmal auf

(a) *Le Monnier*, Dict. Encyclop.
(b) *Reaumur*, Hist. de l'Acad. 1723.
(c) *Boyle*, de Orig. variar. qualitat. p. 128.
(d) Transf. Phil. n. 450. 459.

auf allen ihren Seiten. Herr Le Monnier, der uns dieses Geheimniß entdecket, bemerket zugleich, (a) daß dieser Versuch am besten gelinget, wenn der stählerne Stab in der Richtung der magnetischen Mittagslinie, und ein wenig gegen Norden gekehret ist, und hauptsächlich, wenn er sich zwischen zween großen eisernen Stäben befindet, die lang genug sind, die magnetischen Ausflüsse zu hemmen, und ihnen das Gleichgewicht entgegen zu setzen.

§. 481.

Richtung des Magnetes nach Norden.

Jeder Körper, dem man die magnetische Kraft mitgetheilet hat, besitzet alle die Eigenschaften des Magnetes; 1) ziehet er die eisenhaltigen Theile an sich, die man an ihn hält, wie wir (§. 479.) schon angemerkt haben; 2) erlangt er zween Pole; (§. 471.) 3) sein Nordpol sucht sich beständig nach dem Nordpol unserer Erdkugel zu richten. Diese Eigenschaft, die man die Richtung des Magnets nennet, war den Alten bekannt. Guiot de Provines, Berty, Vincent de Beauvais, welche An. 1200. lebten, reden davon, wie von einer Eigenschaft, die seit langer Zeit bekannt war. Dieser letztere führet eine Stelle aus dem Aristoteles an, wo sehr deutlich davon geredet wird. (b)

Diese Eigenschaft der mit Magnete bestrichenen Körper ist ein unendlicher Vortheil, in Ansehung der Schiffarth. Sie ist es, die den Steuermann auf dem Wege, dem er folgen muß, führet. Vermittelst einer mit Magnet bestrichenen Nadel weiß er, wo der Nordpol ist, und folglich, wo die andern Welttheile sind, und zwar zu einer Zeit, wo er oft Gefahr laufen würde, sich ohne Hülfe dieser Maschine zu verirren. Es wird also nothwendig seyn, daß wir hier, so viel als möglich, bis auf den Ursprung

(a) Dict. Encyclop. Art. aiman.
(b) *Vincent de Beauvais*, dans son Mir. T. 1. l. 8. ch. 19.

eines so vortheilhaften Werkzeuges zurück gehen, und die verschiedenen Gestalten und Vollkommenheiten, die es nach und nach erhalten hat, mit wenig Worten untersuchen.

§. 482.

Erfindung des Compasses.

Dieses Werkzeug war den Alten unter dem Namen Calamite bekannt, welches **grüner Frosch** bedeutet, weil man damals die Art, die Nadel auf eine Angel zu stecken, nicht wußte, und blos eine mit Magnet bestrichene Nadel in eine zum Theile mit Wasser angefüllte Flasche that, auf welchem man sie wie einen Frosch auf zween kleinen Spänen schwimmen ließ. (a) **Hugo Bertius**, der zu den Zeiten des H. Ludwigs lebte, berichtet uns, daß dieses damals so gebräuchlich gewesen sey. Allein man erfand seitdem eine bequemere Art, sich der mit Magnet bestrichenen Nadel zu bedienen, indem man sie auf eine Angel steckt, die in der Mitte einer kleinen Büchse steht, die eben so aufgehängt wird, wie die Seelampe. (§. 122.) Man gab dieser Maschine den Namen Marinetti, (b) in Ansehung des häufigen Gebrauches, den man auf dem Meere davon machet. Sie bekam darauf den Namen Boussole, oder **Seecompaß**. Allein es lässet sich nicht so leicht bestimmen, wem wir eine so nützliche Erfindung zu verdanken haben. Viele Völker eignen sich die Ehre dieser Erfindung zu. Einige schreiben sie dem **Johann Goia**, von Amalfi im Königreiche Neapel, zu, und behaupten, daß er diese Entdeckung Ao. 1302. machte. Allein man kann leicht zeigen, daß sie schon ein Jahrhundert vorher bekannt war, weil **Guiot de Provines**, der Ao. 1200. lebte, Verse zu Ehren derselben machte. Andere geben vor, daß es **Paul Marcus Venetus** gewesen, welcher uns diese Erfindung Ao. 1260. aus China mitgebracht hat.

(a) *Fournier*, Hydrogr. L. IX. Ch. 1. p. 525.
(b) Les Antiquités de *Fauchet*.

hat. Allein außerdem, daß die Zeitrechnung irrig ist, so bedienen sich die Chineser gegenwärtig nicht einmal solcher Seecompasse, wie wir. Sie machen von einem mit Wasser angefüllten Gefäße Gebrauch, worauf sie einen kleinen Triangel von Eisendrate, der mit Magnet bestrichen ist, und von einem Stücke Kork gehalten wird, schwimmen lassen.

Was mir in der Absicht am wahrscheinlichsten vorkommt, ist, daß die **Lilienblume**, deren man sich zur Bezeichnung des Nordens in allen Seecompassen, sogar in denen von fremden Ländern, als in Norwegen, Dännemark, England, Spanien, Italien, bedienet, genugsam anzeigt, daß man diese Erfindung den Franzosen zuschreiben müsse. Ueberdieß sind die Benennungen, deren man sich bedienet, die Windlinien anzuzeigen, als **Nord, Süd, Ost, West**, Französische Ausdrücke, wovon man zu den Zeiten **Carls des Großen** Gebrauch machte. (a)

Der Hauptheil eines Compasses ist die **Rose**, welche ein rundes Stück von 5 bis 6 Zoll, und zuweilen darüber, im Durchmesser, und in seinem Umfange in 360 gleiche Theile oder Grade abgetheilet ist. Man hat diesem Theile den Namen der Rose deswegen gegeben, weil auf ihrer Fläche eine Art von Rose (**Fig.** 105.) abgezeichnet ist, deren eine Spitze eine Lilie hat. Unter dieser auf Pappe gezeichneten Rose wird ein mit Magnet bestrichen stählernes Blatt befestiget, welches wie eine Raute geschnitten ist, die in ihrer Mitte eine Art von Kasten hat, um die Rose auf eine Angel zu legen. Das mit Magnete bestrichene Blatt ist so gelegt, daß sein Nordpol der Lilie gleich liegt. Die Büchse, worinnen sich diese Maschine befindet, ist, wie wir schon Fig. CV.

(a) *Fournier*, Hydrogr. L. IV. Ch. 1. p. 526.

angemerkt haben, auf eben die Art, wie eine Schiffslampe aufgehänget. Sie ist gewöhnlich von Metall und mit Bley beschweret. Ihre Gestalt ist wie eine Halbkugel, und sie hänget an zween Angeln in einem hölzernen Futterale. An zween einander gerade entgegenstehenden Punkten des Umkreises der ersten Büchse sind zwey aufgerichtete Blättlein mit einer Kerbe, welche zu vielfachen Gebrauche dienen.

Die Art, einer Nadel die magnetische Kraft mitzutheilen, ist nicht gleichgültig. Eine mit Magnete wohl bestrichene Nadel hat zwar keine gewissere, aber doch eine stärkere Richtung. Unter den verschiedenen Arten, die man bisher erfunden hat, will ich hier eine anführen, die man gewöhnlich sehr rühmet:

Man lege eine Nadel auf einen Tisch; man lege darauf auf ihre Mitte und auf jeder Seite des Kastens, auf einer Seite den Nordpol eines Magnets, und auf der andern den Südpol eines andern Magnets, doch so, daß der Nordpol des Magnets auf dem Theile der Nadel liege, der sich gegen Mittag kehren muß. Man schiebe darauf, indem man stark auf die Nadel drückt, diese beyden Magnete bis an ihre beyden Enden, und man wiederhole dieses ungefähr achtzehn- bis zwanzigmal.

Man kann sich auf eine Nadel, die auf diese Art mit Magnet bestrichen worden ist, verlassen. Allein es ist hier zu merken, daß, obgleich eine mit Magnet bestrichene Nadel beständig eine von ihren Spitzen gegen Norden richtet, sie sich doch nicht vollkommen dahin richtet, so, daß sie allezeit einige Grade gegen Osten, oder gegen Westen abweichet; welches ein Mangel ist, den man bisher noch nicht hat abhelfen können, und der sehr große Irrthümer verursachen könnte, wenn ein Steuermann nicht davon unterrichtet wäre.

§. 483.

§. 483.

Diese Eigenschaft, oder vielmehr dieser Fehler, der mit Magnet bestrichenen Nadel, ist bey den Naturkündigern unter dem Namen der öst- oder westlichen Abweichung bekannt. Er ist von jeher für desto wichtiger gehalten worden, da er sich beständig verändert. Abweichung des Magnets.

Im Anfange dieses letztern Jahrhunderts betrug die zu Paris beobachtete Abweichung 6 bis 8 Grad von Norden gegen Osten. Im Jahre 1640. betrug sie nur 3 Grad; (a) Ao. 1650. 5 bis 6 Grad. Im Jahre 1666. bemerkte man zu Paris keine Abweichung. (b) Im Jahre 1661. bemerkte man daselbst eine Abweichung von 2 Grad, 50 Minuten, von Norden gegen Westen. (c) Im Jahre 1684. von 4 Grad, 10 Minuten, und Ao. 1687. gieng diese Abweichung nur bis auf einen Grad. (d) Sie ist seitdem beständig gestiegen. Denn Ao. 1746. den 20. Jun. wich eine Nadel von 4 Zoll 19 Grad, 15 Minuten von Norden gegen Westen ab. Herr Halley nahm sich die Mühe, Ao. 1700. eine allgemeine Tabelle von der Abweichung des Magnets für alle Oerter der Erde aufzusetzen.

Verschiedene Luftzeichen, der Donner, die Kälte, haben auf die Richtung der Magnetnadeln einen Einfluß. Eine Menge von Anmerkungen erlaubt uns nicht, diese Wahrheit in Zweifel zu ziehen. Den 2. September 1724. empfieng auf der Breite vom 41sten Grade, 10 Minuten gegen Norden, und auf dem 28sten Grade der Länge des Vorgebürges Henri in Virginien, die Magnetnadel eine so gewaltige Bewegung, daß man keinen

(a) Journ. des Sçav. 1661. p. 19.
(b) Journ. des Sçav. 1681.
(c) Journ. des Sçav. 1681.
(d) Journ. des Sçav. 1687.

keinen Gebrauch davon machen konnte, die Straße richtig zu halten. Eben diese Wirkung ließ sich an vielen andern Nadeln bemerken, die man an verschiedene Oerter eines und eben desselben Schiffes legte. Diese Wirkung dauerte über eine Stunde, worauf die Nadel wieder ihre gewöhnliche Richtung bekam. (a)

Der Hauptmann Ellis versichert, (b) daß, da eines Tages sein Schiff von vielem Eise umringt gewesen, seine Magnetnadeln auf einmal ihre Richtung verlohren, daß die eine auf eine Seite sich gewendet, und die andere einer andern Richtung gefolget, und daß nicht eine ihre Richtung behalten habe; daß er vergeblich versucht habe, diesem Mangel abzuhelfen, indem er sie mit einem künstlichen Magnete berühret; daß er sich aber ein anderes Mittel zu Nutze gemacht, nämlich diese Nadeln an einen warmen Ort zu bringen, wo sie ihre richtende Kraft, wie gewöhnlich, wieder erhielten.

Eines Tages nahmen die Magnetnadeln eines Englischen Schiffes, auf welches der Donner fiel, eine neue Richtung, und sie blieb beständig so, daß man sie nicht verändern konnte. Der Steuermann des Schiffes nahm, ohne es zu wissen, die Straße wieder, die er schon gehalten hatte, bis endlich der Steuermann eines andern Schiffes, dem er begegnete, ihm den Zufall, der seinen Nadeln begegnet war, entdeckte. (c)

Wenn der Donner die Richtung einer Magnetnadel verändert, so kann er auch die magnetische Kraft Körpern, die niemals diese Eigenschaft gehabt haben, mittheilen. Wir lesen in den philosophischen Transactionen, daß, da der Donner das Gewölbe eines Kaufmanns

(a) Dict. Encycloped. Art, aiman.
(b) Voyage à la Baye d'Hudson.
(c) Républ. des Lettr. T. I. p. 63.

manns getroffen, selbiger vielen Messern, die niemals mit Magnet bestrichen worden, die magnetische Kraft mitgetheilt habe. Diese Beobachtung nöthigte den Herrn Dalibard, die Pole vieler Magnetnadeln zu verändern, und andern, durch den blitzenden Schlag der Electricität, die magnetische Kraft mitzutheilen, und der Erfolg stimmte mit seiner Erwartung überein.

§. 484.

Neigung der Magnetnadeln.

Außer dem Mangel, den wir eben den Magnetnadeln vorgeworfen haben, haben sie noch einen andern, den man die Neigung der Magnetnadel nennet. Diese Neigung nöthigt eine von den Spitzen der Magnetnadel, sich gegen einen von den Polen zu kehren. Auf unserer Halbkugel kehrt sich die Nadel gegen den Nordpol, und auf der andern Halbkugel gegen den Südpol. Diese Neigung zeigt sich gar nicht unter der Mittellinie, und sie vermehrt sich, so wie wir uns den Weltpolen nähern.

Diese Neigung wechselt aus einer fremden Ursache ab, die von den verschiedenen Reibungen, welche sie um ihre Axe leidet, herkommt, (a) welches der Akademie der Wissenschaften Anlaß gab, auf die Mittel, diesem Mangel abzuhelfen, einen Preiß zu setzen.

Unter den verschiedenen Abhandlungen, welche vorgelegt wurden, wurde die von Daniel Bernouille gekrönet, und hier sind die Mittel, die er vorschlug, die fremden Ursachen, die die Veränderungen der Magnetnadeln verursachten, bey Seite zu räumen.

1.) Ver-

(a) Dict. Encyclop. Art. aiman.

1.) Verlangt er, daß die Axe der Nadel mit ihrer Länge recht perpendicular sey, und daß sie genau durch ihren Mittelpunkt der Schwere gehe.

2.) Sollen die Zapfen dieser Axe recht rund, glatt, und auch, so viel als möglich, klein seyn.

3.) Diese Zapfen müssen auf Blättern liegen, die in einer und eben derselben horizontalen, sehr harten und sehr polirten Fläche sind.

Wenn die Nadel auf solche Art eingerichtet ist, so thut er den Vorschlag, ein kleines Gewicht von 10 Gran, z. B. für eine Nadel von 6000 daran zu machen, und dieses Gewicht an die Zapfen, bis ungefähr den zwanzigsten Theil der Länge einer von den Hälften, zu schieben, und alsdenn die Nadel in einer horizontalen Lage ins Gleichgewicht zu bringen, und in dieser Lage den Ort des kleinen Gewichts zu bemerken. Ferner fordert er, daß man dieses Gewicht von den Zapfen zurückschiebe, bis die Nadel die Neigung von 5 Graden hat. Wenn dieses geschehen ist, so muß man die Nadel mit Magnete bestreichen, und dabey beobachten, daß die Seite, worauf das kleine Gewicht geschoben wird, der Nordpol, in Ansehung der Länder, werde, wo die südliche Spitze der Nadel sich erhebt.

Um sich dieses Neigungscompasses zu bedienen, muß man damit den Anfang machen, daß man an den Ort, den man so ungefähr für die wahre Neigung der Nadel halten wird, das kleine Gewicht lege. Alsdenn muß man es bewegen, indem man es hin oder her schiebet, bis die durch die Nadel bezeichnete Neigung mit derjenigen, die das kleine Gewicht anzeigt, übereinstimme, und

durch

durch dieses Mittel wird die Neigung der Nadel, die wahre seyn.

§. 485.

Wirkung des Magnetes in Zahnschmerzen.

Gegen das Ende des Jahrs 1765. kündigten die öffentlichen Blätter an, daß man seit kurzem in dem Magnete die Eigenschaft, die Zahnschmerzen zu heilen, entdecket habe. Obgleich alle diejenigen, welche den Bau des menschlichen Körpers, und die verschiedenen Ursachen, welche die Zahnschmerzen hervorbringen, kennen, weit entfernt sind, allen den Mitteln, die man seit so langer Zeit gegen diese Arten von Krankheiten angekündigt, Glauben beyzumessen, so bewegte doch das Neue und das Sonderbare dieses Hülfsmittels viele Aerzte, Gebrauch davon zu machen. Ich habe vielen Personen bloße und bewafnete Magnete gegeben, andern habe ich Messer und andere stählerne Werkzeuge bestrichen. Es haben sich so viele an mich gewendet, daß seit dem Monat December 1765. bis in den Monat April 1766. mehr als 300 Personen von meiner Bekanntschaft von diesem Mittel Gebrauch gemacht haben. Allein es mag nun aus Vergessenheit, oder aus Erwartung einer vollkommenen Heilung geschehen seyn, so hat mir noch keine deswegen gedanket.

Unterdessen führt das encyclopedische Tagebuch (a) an, daß Herr Klarick zu Göttingen in einer Zeit von 5 Monaten 130 Personen geheilet habe, indem er an ihnen den Magnet gebraucht, und während der Operation darauf gesehen, daß der Kranke das Gesicht gegen Mitternacht gekehret. Eben dieses Tagebuch berichtet uns, daß dieser geschickte Arzt auch in Schnupfen, Taubheit u. s. w. mit glück-

(a) Journal Encyclop. 15. Mars, 1766.

glücklichem Erfolge den Magnet gebraucht habe, und daß er sich vorgesetzt, in kurzem eine umständliche Beschreibung von seinen Versuchen bekannt zu machen.

§. 486.

Beschluß. Dieß sind alle die bekannten Eigenschaften des Magnets, und die Erscheinungen, die er unserer Prüfung überläßet. Wir sollten nun die Ursachen aller dieser Erscheinungen erklären, allein diejenigen, die nach uns kommen werden, werden ohne Zweifel besser, als wir von dieser Materie unterrichtet seyn, und daher diese Frage auch besser auflösen können.

Ende des zweyten Theils.

Innhalt

Innhalt
des zweyten Theiles.

Fünfter Abschnitt.
Von der Aerostatik.

Wesen der Luft. §. 217. Ihre Eigenschaften. 218. Geschichte der Lehre von der Schwere der Luft. 219. Fortsetzung. 220. Erfindung des Barometers. 221. Nutzen der Luftpumpe. 222. Beschreibung der Luftpumpe. 223. Wie die Luft unter dem Recipienten verdünnet wird. 224. Versuche zum Beweise der Schwere der Luft. 225. Otto von Gerickens Versuch. 226. Wie Gericke die Luft wog. 227. Seitendruck der Luft. 228. Verhältniß der Schwere der Luft zur Schwere des Wassers. 229. Nutzen der Schwere der Luft. 230. Maschinen, die sie veranlasset hat. 231. Der Stechheber. 232. Gemeine Heber. 233. Wasserstrahlen vermittelst eines Hebers. 234. Diabetes. 235. Belustigende Maschinen. 236. Der periodische Springbrunnen und der Zaubertrichter. 237. Verschiedene Arten der Pumpen. 238. Beschreibung der einfachen Pumpen. 239. Pumpen, welche zugleich saugen und heben. 240. Pumpen, welche zugleich saugen und drücken. 241. Pumpen, welche zugleich saugen, drücken und verdicken. 242. Anmerkung über die Ventile. 243. Druck der Luft bey den Saugwerken. 244. Schnellkraft der Luft. 245. Druckbrunnen. 246. Die Windbüchse. 247. Unveränderlichkeit der Schnellkraft der Luft. 248. Verhältniß der Verdickung der Luft. 249. Wie die Luft verdünnet wird. 250. Wirkungen der Schnellkraft der Luft. 251. Ausdehnung der Luft durch die Hitze. 252. Heftige Wirkungen des Schießpulvers. 253.

Nutzen dieser Schnellkraft der Luft. 254. Stärke des Druckes der äußern Luft auf den menschlichen Körper. 255. Wirkung ihrer Schnellkraft auf ertrunkene Körper. 256. Heronsbrunnen. 257.

Sechster Abschnitt.

Fortsetzung der Aerostatik.

Unreine Beschaffenheit der Luft, §. 258. deren Wirkungen. 259. Erfindung des Barometers. 260. Verfertigung der Torricellischen Röhre. 261. Fortsetzung. 262. Fehler der Barometer. 263. Dessen Wirkungen und Gebrauch. 264. Fortsetzung. 265. Erfindung und erste Gestalt des Thermometers. 266. Dessen Fehler. 267. Verbesserung der ersten Erfindung. 268. Halleys Verbesserungen. 269. Fahrenheits Verbesserungen. 270. Newtons Verbesserungen. 271. Vorgegebene Fehler derselben. 272. Fortsetzung. 273. Fortsetzung. 274. Reaumürsches Thermometer. 275. Fahrenheitisches Thermometer. 276. Verfertigung der Thermometer. 277. Trockenheit und Feuchtigkeit der Luft. 278. Hygrometer. 279. Schädlichkeit der schwefelichen und metallischen Dämpfe. 280. Die Luft ist der Verderbung unterworfen. 281. Fortsetzung. 282. Ursache des Todes eines der Luft beraubten Thieres. 283.

Siebenter Abschnitt.

Von der Akustik.

Eintheilung des Schalles. §. 284. Erklärung des Schalles in Rücksicht auf den schallenden Körper. 285. Nothwendigkeit der partiellen Schwingung zum Schalle. 286. Welche Körper einen Schall hervorbringen. 287. Verschiedenheit des Schalles. 288. Unterschied unter den hohen und tiefen Tönen. 289. Anzahl der merklichen Töne. 290. Ursache der Verschiedenheit der Töne bey Saiten-Instrumenten, 291. ist theils die Länge der Saiten. 292. Lehre von den Accorden. 293. Fortsetzung. 294. Fortsetzung. 295. Dicke der Saiten. 296. Spannung der Saiten. 297. Betrachtung des Schalles in Anse-

Ansehung des Zwischenkörpers. 298. Nothwendigkeit des Zwischenkörpers zur Fortpflanzung des Schalles. 299. Welches der bequemste Zwischenkörper dazu ist. 300. Vorzügliche Eigenschaften der Luft. 301. Verstärkung des Schalles durch Sprachröhre oder Sprachzimmer. 302. Geschwindigkeit des Schalles. 303. Hindernisse der Fortpflanzung des Schalles. Das Echo. 304. Fortsetzung. 305. Fortsetzung. 306. Empfindung des Schalles. 307.

Achter Abschnitt.

Von dem Feuer.

Licht und Wärme; Eigenschaften des Feuers. §. 308. Natur des Feuers. 309. Eigenschaften des Feuers. 310. Dessen Ausdehnung, Theilbarkeit und Porosität. 311. Dessen Undurchdringlichkeit. 312. Dessen Schwere. 313. Dessen Beweglichkeit. 314. Mittheilung der Feuermaterie. 315. Geschiehet gleichförmig. 316. Fortsetzung. 317. Ausdehnung des Feuers. 318. Fortsetzung. 319. 320. Wirkung des Feuers bey der Destillation. 321. Werkzeuge dazu. 322. Fortsetzung. 323. Verfahren damit. 324. Fortsetzung. 325. 326. Wirkung des Feuers bey dem Schmelzen. 327. Fortsetzung. 328. 329. Beschluß. 330. Wie das Feuer fortgepflanzet wird. 331. Anwesenheit des Feuers in allen Körpern. 332. Hervorbringung des Feuers durch Reiben. 333. Verfertigung des Phosphorus. 334. Fortsetzung. 335. Leuchtender Phosphorus. 336. Dritte Art der Hervorbringung des Feuers. 337. Scharfe Säuren und Alkalia. 338. Fortsetzung. 339. Erklärung des Aufbrausens, 340. des Aufwallens. 341. Fortsetzung. 342. 343. Aufbrausung und Entzündung. 344. Fortsetzung. 345. Mittel, das Feuer zu unterhalten. 346. Dessen Nahrungsmittel. 347. Hindernis seiner Zerstreuung. 348.

Neunter Abschnitt.

Von der Electricität.

Vornehmstes Kennzeichen der electrischen Erscheinungen. §. 349. Ursprung der Benennung der Electricität. 350. Geschichte

dieser Lehre. 351. Otto von Gericke Erfindung. 352. Boyles Entdeckungen. 353. Hauxbees Entdeckungen. 354. Entdeckungen des Herrn Gray. 355. Des Du Fay Entdeckungen. 356. Fortsetzung. 357. Vortheile dieser Art zu electrisiren. 358. Der electrische Funke ist ein wahres Feuer. 359. Leidener Versuch. 360. Dessen Verbesserung. 361. Electrisirmaschine. 362. Fortsetzung. 363. Nollets Entdeckungen. 364. Gebrauch der Electricität in Krankheiten. 365. Jallaberts Versuch. 366. Fortsetzung. 367. Fränklins Entdeckungen. 368. Undurchdringlichkeit des Glases. 369. Fortsetzung. 370. 371. Bestätigung durch einen Versuch. 372. Fränklins Schluß daraus. 373. Bestätigung durch einen Versuch. 374. Zweifel gegen die Undurchdringlichkeit des Glases. 375. Fortsetzung. 376. Nollets Versuch. 377. Gewalt der spitzigen Körper über die Electricität. 378. Aehnlichkeit des Blitzes mit der Electricität. 379. Electricität auch ohne Gewitter. 380. Prüfung der Methode, die Gewitter abzuleiten. 381. Künstliche Nachahmung des Donners und Blitzes. 382. Fortsetzung. 383. 384. 385.

Zehnter Abschnitt.

Von dem Lichte.

Inhalt. §. 386. Was das Licht ist. 387. Woher es kommt. Epicurs und Cartesii Meynung. 388. Widerlegung der Meynung Cartesii. 389. Fortschreitende Bewegung der Lichtstrahlen. 390. Deren Geschwindigkeit. 391. Verschiedene Bewegung des Lichtes. 392. Jeder Funke ist ein strahlender Punkt, 393. dessen Strahlen divergent sind. 394. Beweis durch einen Versuch. 395. Schwächung des Lichtes bey seinem Fortgange. 396. Einander durchkreuzende Lichtstrahlen. 397. Veränderungen der Lichtstrahlen auf ihrem Wege. 398. Fortsetzung. 399. Brechung der Lichtstrahlen. 400. Fortsetzung. 401. Vortheil der Linsengläser. 402. Fortsetzung. 403. Erfindung der Ferngläser. 404. Camera obscura. 405. Zurückstrahlung des Lichtes. Catoptrik. 406. Wie das Zurückstrahlen geschiehet. 407. Zurückstrahlende Spiegel. 408. Bestimmung des Reflexionswinkels. 409. Abbildende Eigenschaft der flachen Spiegel. 410. Erhabene hohle und vermischte Spiegel. 411. Wie die Strahlen von erhabenen Spiegeln gebrochen werden. 412. Verkleinernde Eigen-

Eigenschaft dieser Spiegel. 413. Vergrößernde Eigenschaft der Hohlspiegel. 414. Catoptrische Telescope. 415. Brennspiegel. 416. Catoptrische Seltenheiten. 417. Newtonisches Farbensystem. 418. Fortsetzung. 419. Ob die Lichtstrahlen aus mehrern Strahlen zusammengesetzt sind. 420. Fortsetzung. 421. 422. 423. Entstehungsart der einzelen Farben an sich selbst. 424. Fortsetzung. 425. Betrachtung der Farben, in Ansehung der gefärbten Körper. 426. Woher die Farbe an den Körpern rühret. 427. Grundsätze der Färbekunst. 428. Fortsetzung. 429. Ursache dieser Erscheinung. 430. Fortsetzung. 431. Einfluß der Luft in die Farbe der Körper, 432. und des Feuers. 433.

Eilfter Abschnitt.

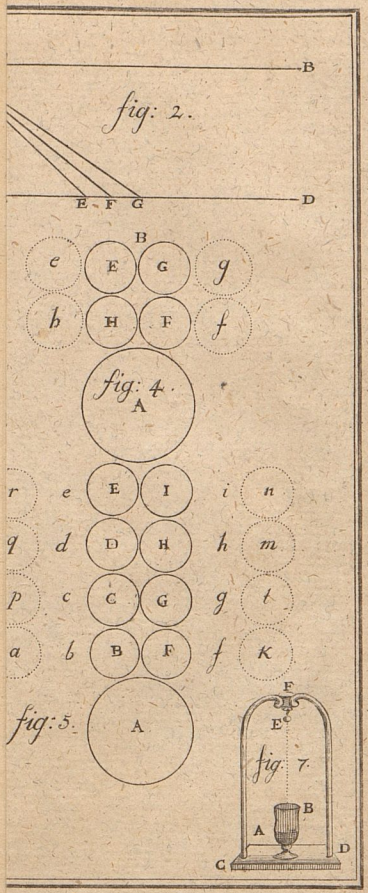
Von dem Wasser.

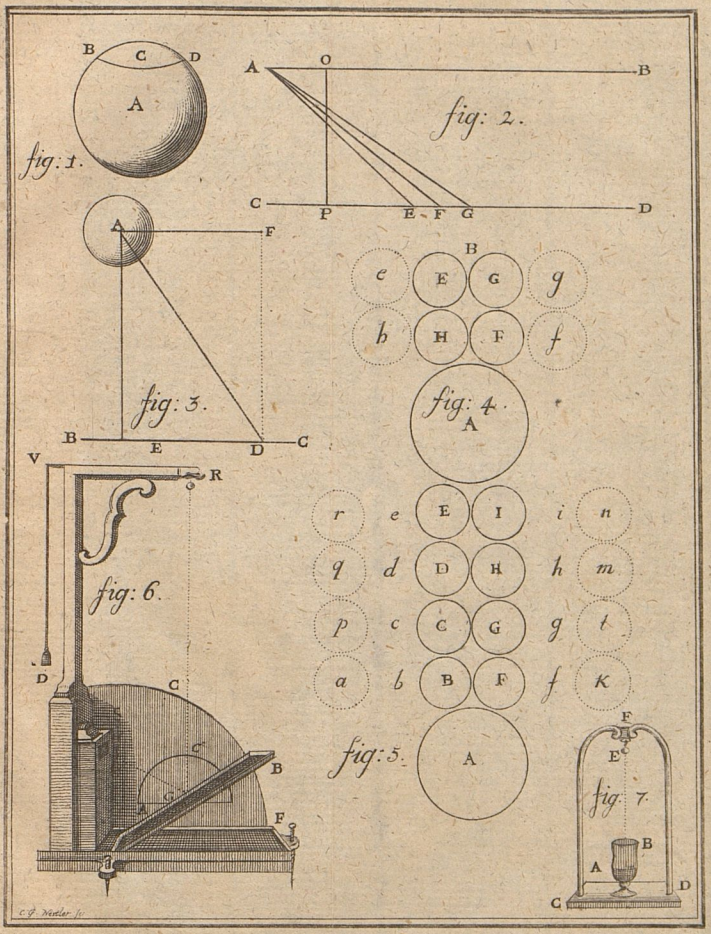
Nutzen des Wassers. §. 434. Gestalten, in welchen es sich zeiget. 435. Beschreibung des fließenden Wassers. 436. Wie viel Salz das Wasser auflöset. 437. Fortsetzung. 438. Verschiedene Arten des Wassers. 439. Regen- und Flußwasser. 440. Versuche, das Meerwasser trinkbar zu machen. 441. Unreine Beschaffenheit des gemeinen Wassers. 442. Merkwürdige Arten des Wassers. 443. Mineralische. 444. Versteinernde Wasser. 445. Incrustirende Wasser. 446. Cement-Wasser. 447. Stalactiten. 448. Eigenthümliche Schwere des Wassers. 449. a. Verwandlung des Wassers in Dämpfe. 449. b. Wie die Ausdünstung geschiehet. 450. Fortsetzung. 451. Wirkungen der Dünste. 452. Ihre Heftigkeit. 453. Vertritt die Stelle eines Blasebalges. 454. Feuermaschine. 455. Digestor des Papin. 456. Rückstoß der Feuergewehre. 457. Erklärung des Eises. 458. Dessen Entstehungsart. 459. Erscheinungen bey der Entstehung des Eises. 460. Deren Erklärung. 461. Fortsetzung. 462. Schwere des Eises. 463. Einige sonderbare Erscheinungen bey dem Eise. 464. Fortsetzung. 465. Ob das Eis ein verdünntes Fluidum ist. 466. Ob die Beraubung des Feuers allein Eis hervorbringet. 467. Daseyn der kaltmachenden Theile. 468.

Zwölfter Abschnitt.

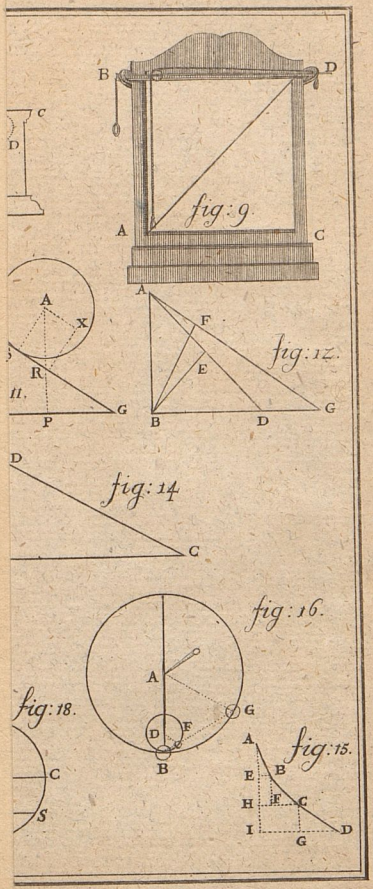
Von dem Magnete.

Ursprung der Benennung. §. 469. Künstliche Hervorbringung des Magnets. 470. Pole der Magnete. 471. Anziehende Kraft des Magnets. 472. Bewaffnung der Magnete. 473. Wie sie geschiehet. 474. Wie der Magnet aufgehänget wird. 475. Was für Körper von dem Magnete angezogen werden. 476. Umfang des Wirkungskreises des Magnets. 477. Uebrige Eigenschaften des Magnets. 478. Mittheilung der magnetischen Kraft. 479. Wie Eisen und Stahl magnetisiret wird. 480. Richtung des Magnets nach Norden. 481. Erfindung des Compasses. 482. Abweichung des Magnets. 483. Neigung der Magnetnadel. 484. Wirkung des Magnets in Zahnschmerzen. 485. Beschluß. 486.


B
fig: 2.
E F G
D
B
e E G g
h H F f
fig: 4.
A
r e E I i n
q d D H h m
p c C G g l
a b B F f K
fig: 5.
A
F
E
C
fig. 7.
B
A
D
C



Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-632423-p0332-1


B
D
C
D
A
C
fig: 9
A
X
R
11.
P
G
A
F
E
B
D
G
fig: 12.
D
C
fig: 14
fig: 16.
A
G
D
F
B
fig: 18.
C
S
A
B
E
H
F
C
I
G
D
fig: 15.

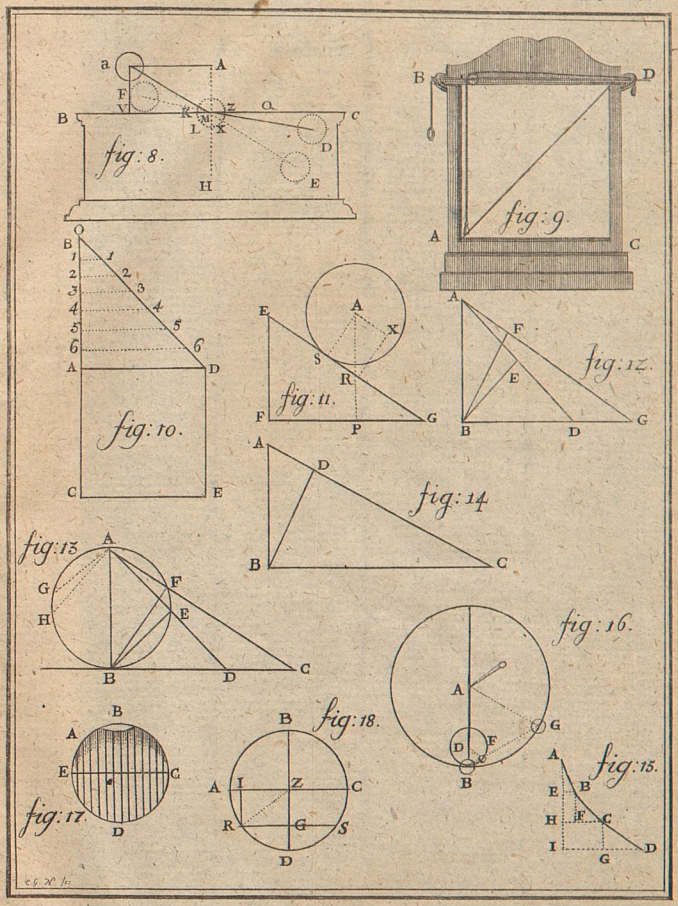
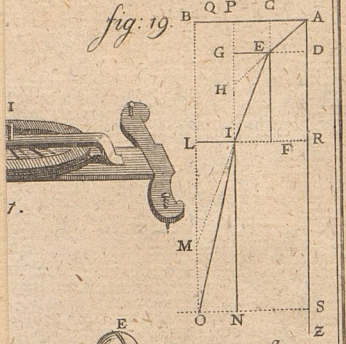


fig: 8.
fig: 9.
fig: 10.
fig: 11.
fig: 12.
fig: 13
fig: 14
fig: 15.
fig: 16.
fig: 17.
fig: 18.

fig: 19.



1.

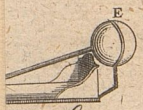


fig: 22.

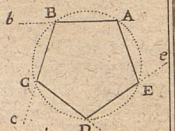
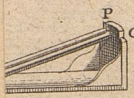


fig: 20.



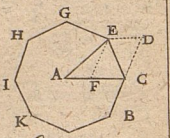
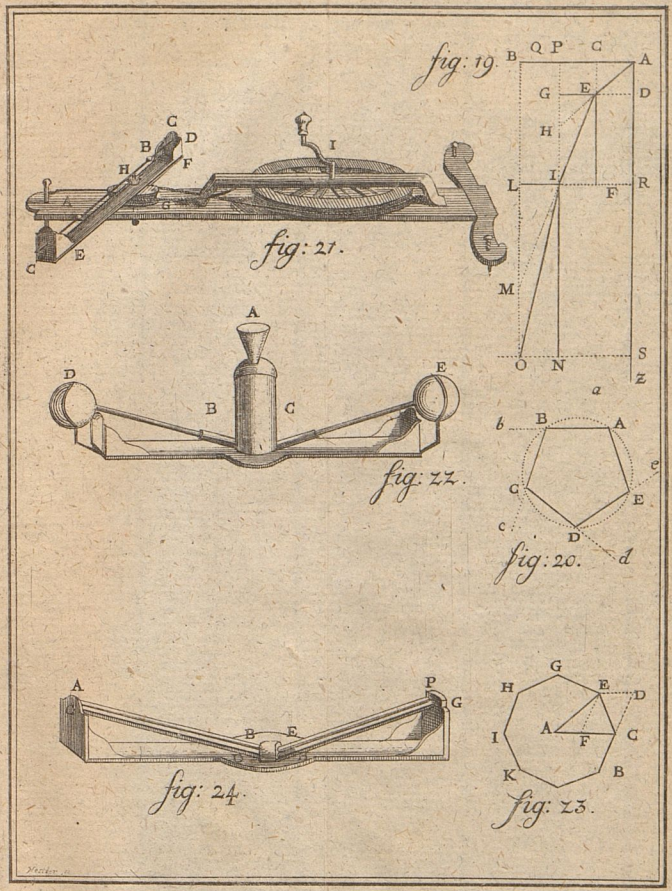


fig: 23.



Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-632423-p0340-5

Pl: IV.

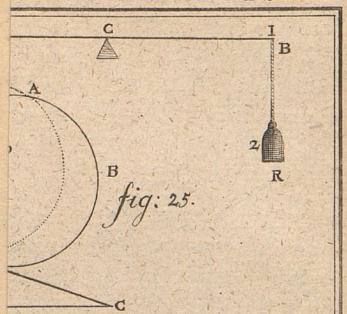


fig: 25.

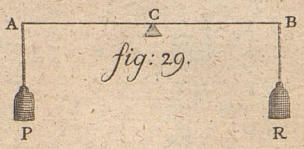


fig: 29.

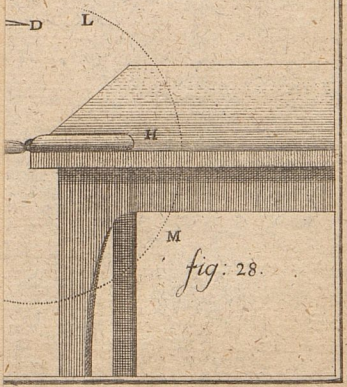
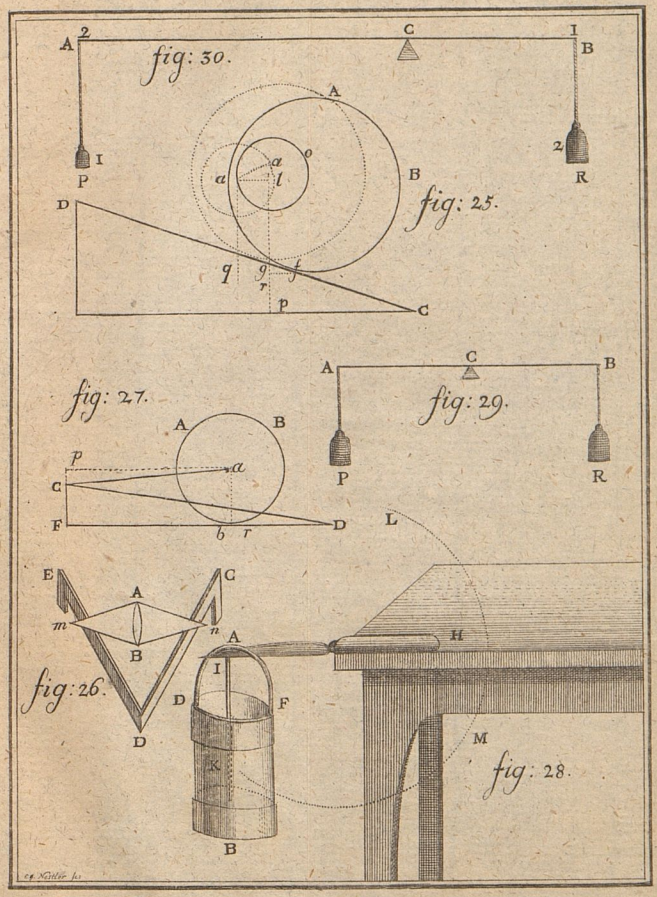
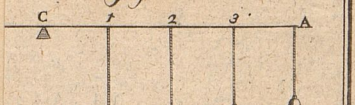


fig: 28.



Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-632423-p0344-8

fig. 31.



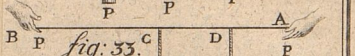
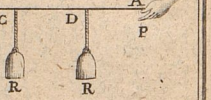


fig. 33.



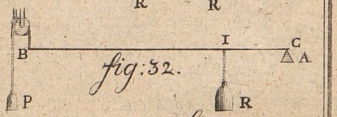


fig. 32.

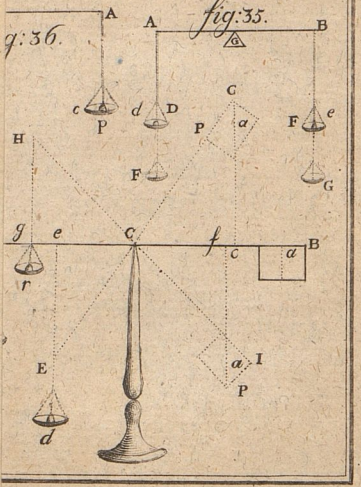
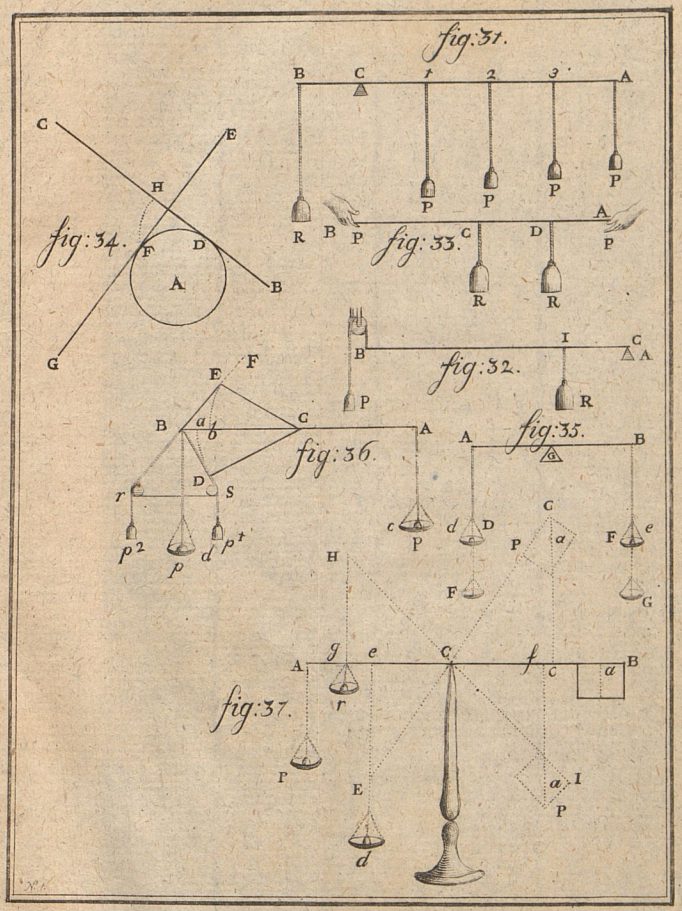
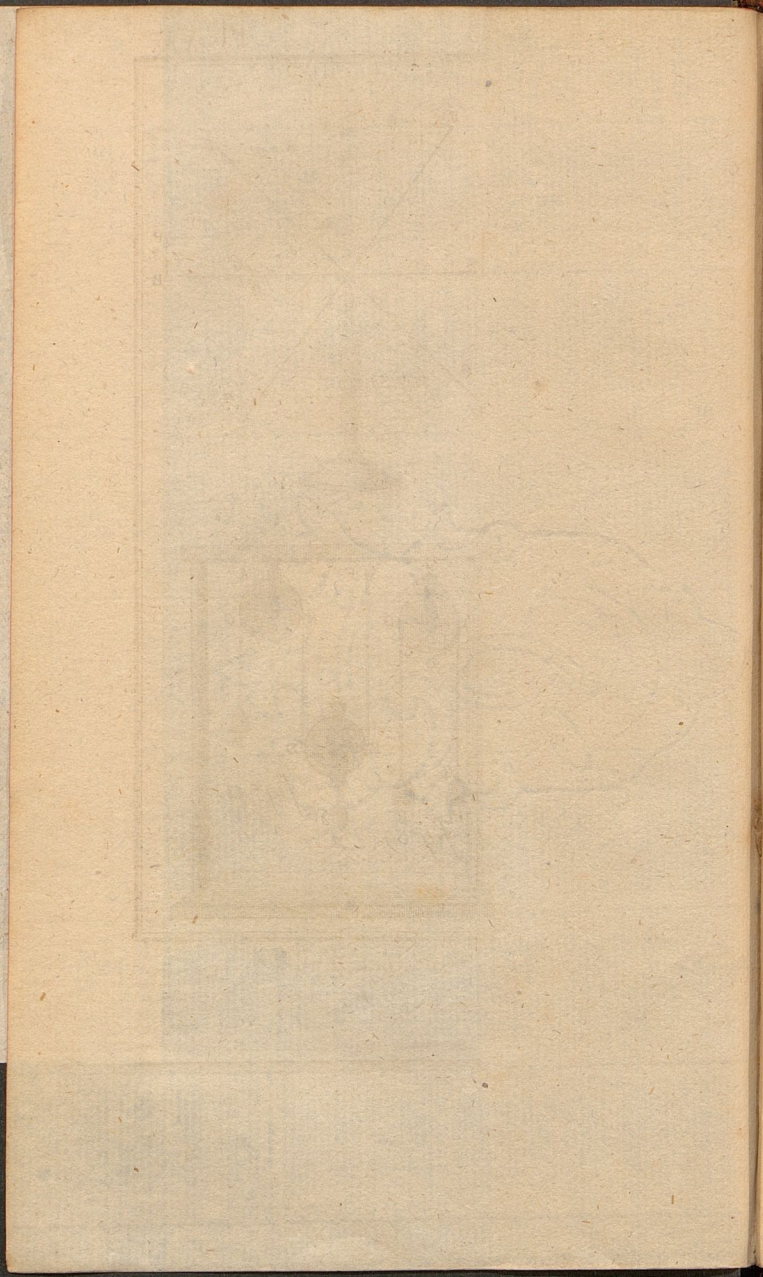


fig. 35.

fig. 36.



Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-632423-p0348-0



Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-632423-p0349-9



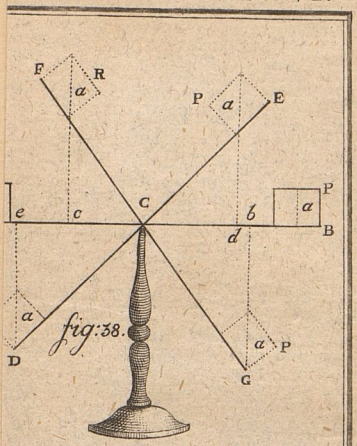


fig: 38.

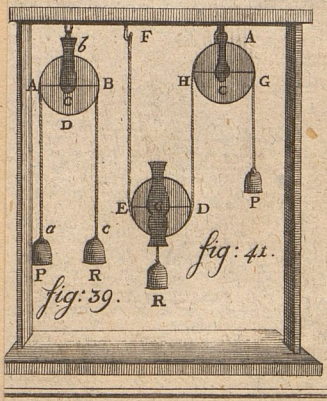
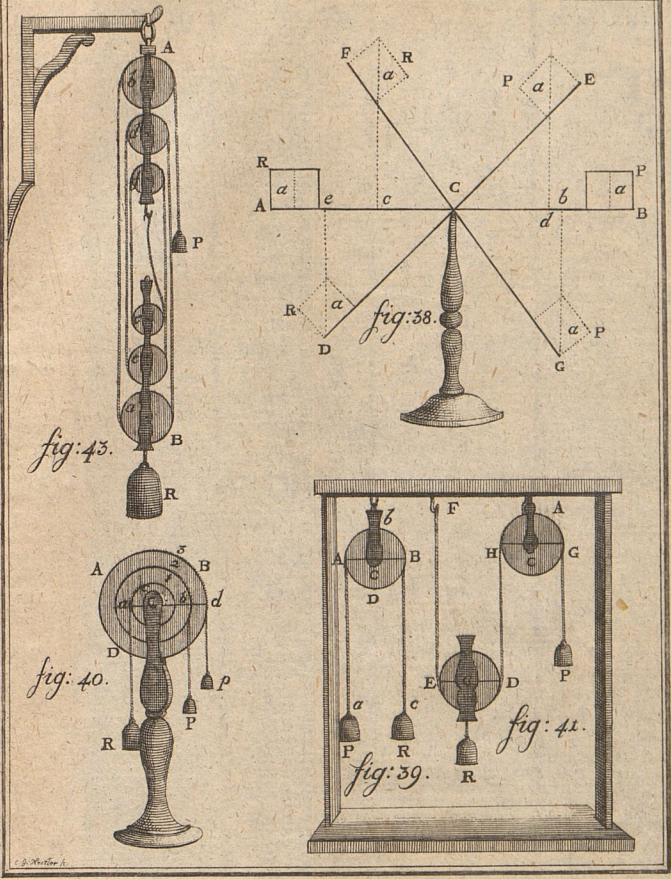


fig: 39.

fig: 41.



Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-632423-p0352-2



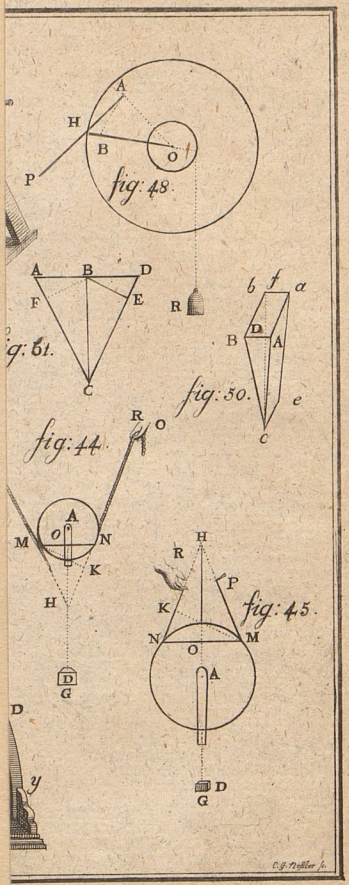


fig: 48.
fig: 61.
fig: 50.
fig: 44.
fig: 45.
C. G. Nessler sc.

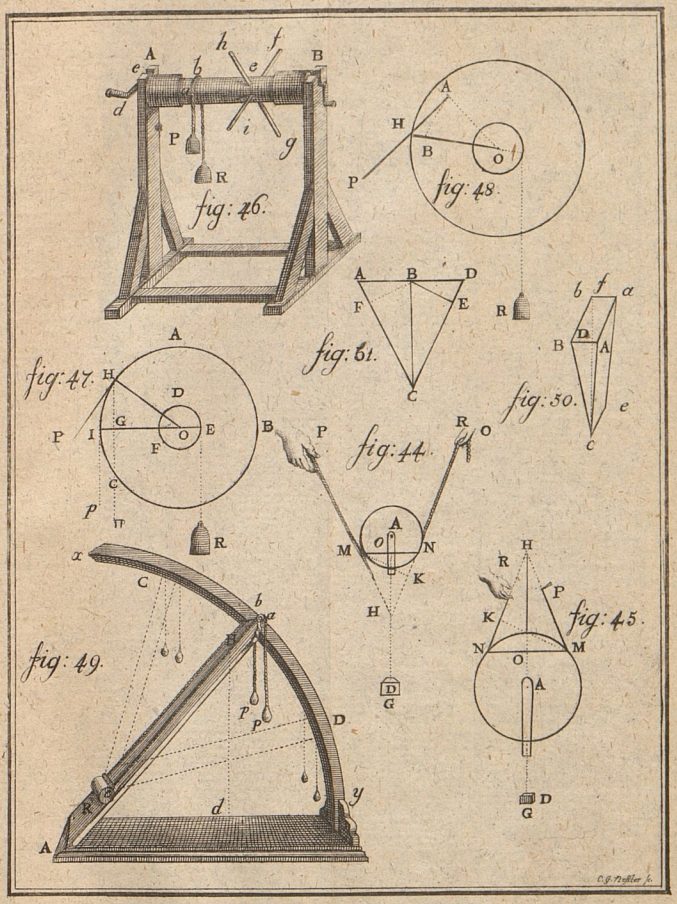


fig: 46.
fig: 48.
fig: 61.
fig: 50.
fig: 47.
fig: 44.
fig: 49.
fig: 45.



Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-632423-p0358-5

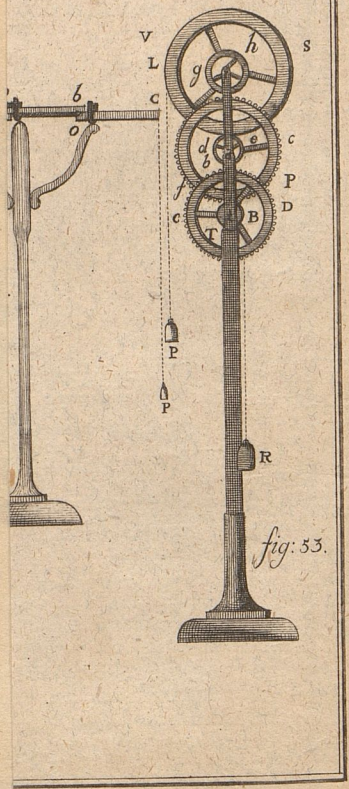
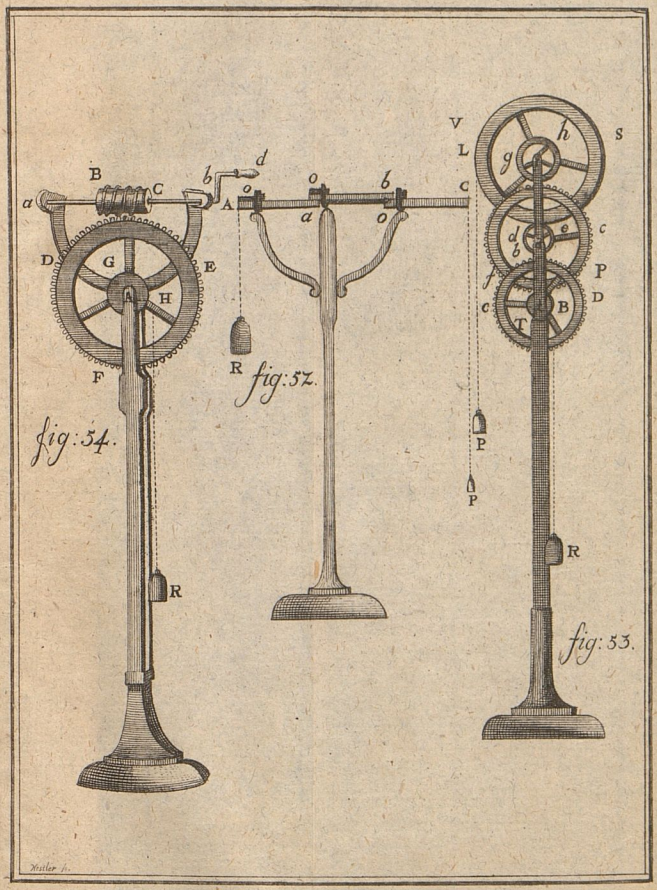
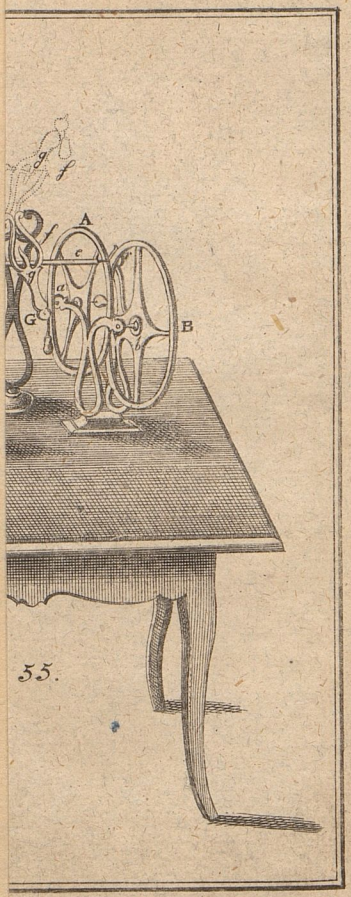


fig: 53.


B
C
a
b
d
o
A
D
G
E
H
F
R
fig: 54.
o
b
a
o
R
fig: 57.
V
L
c
h
g
s
d
e
c
b
f
P
D
c
B
T
P
P
R
fig: 53.



55.

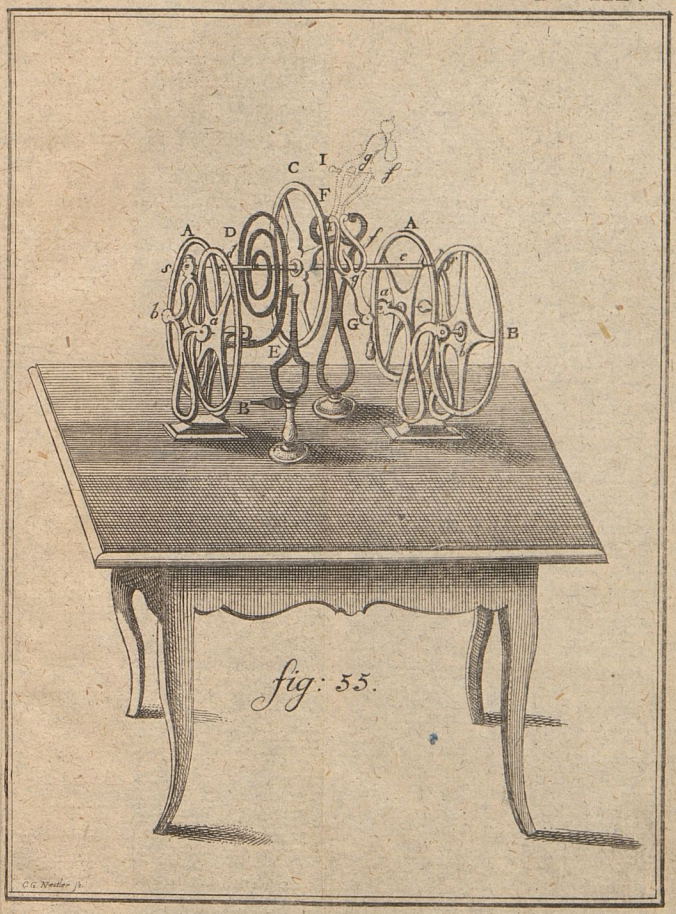
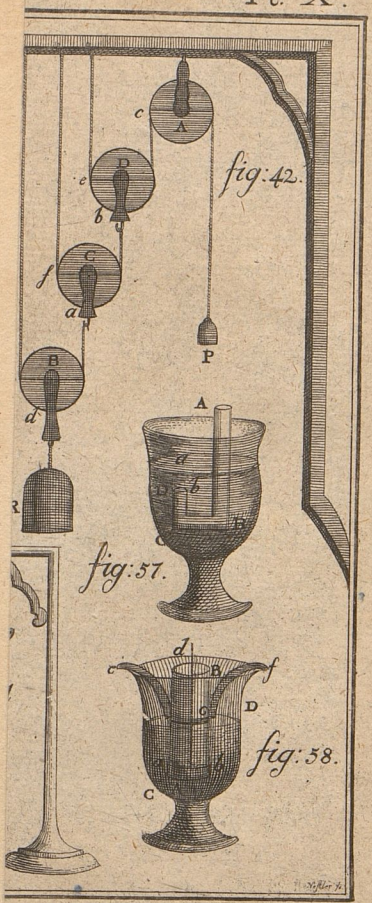


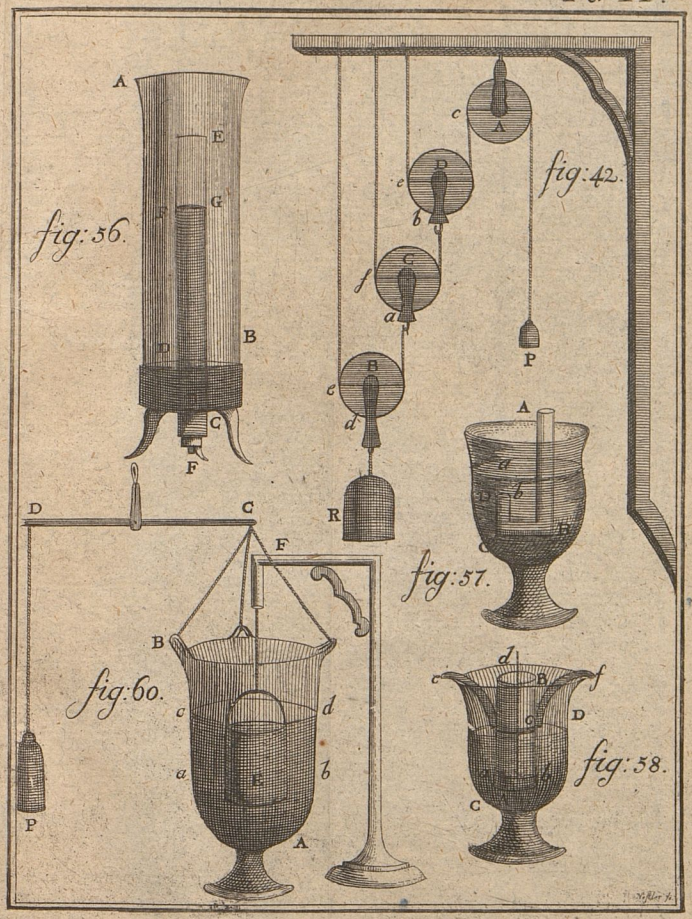
fig: 55.

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-632423-p0364-9

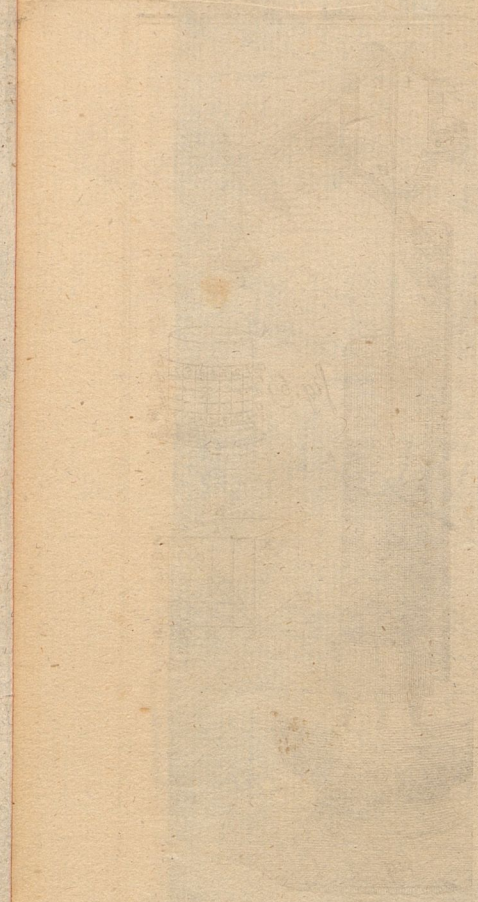


Pl: X.





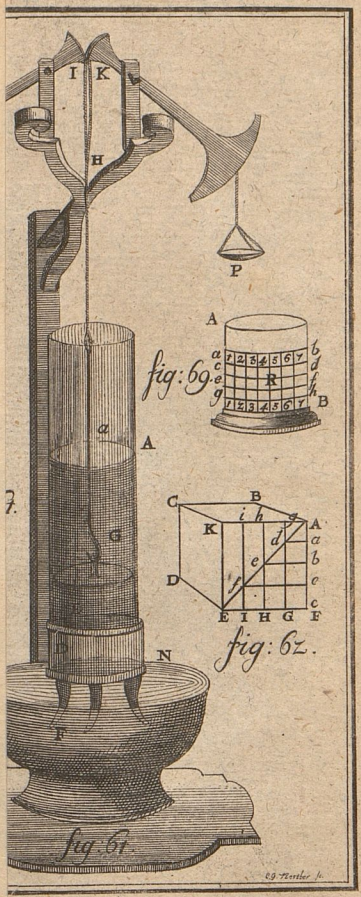
Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-632423-p0368-1

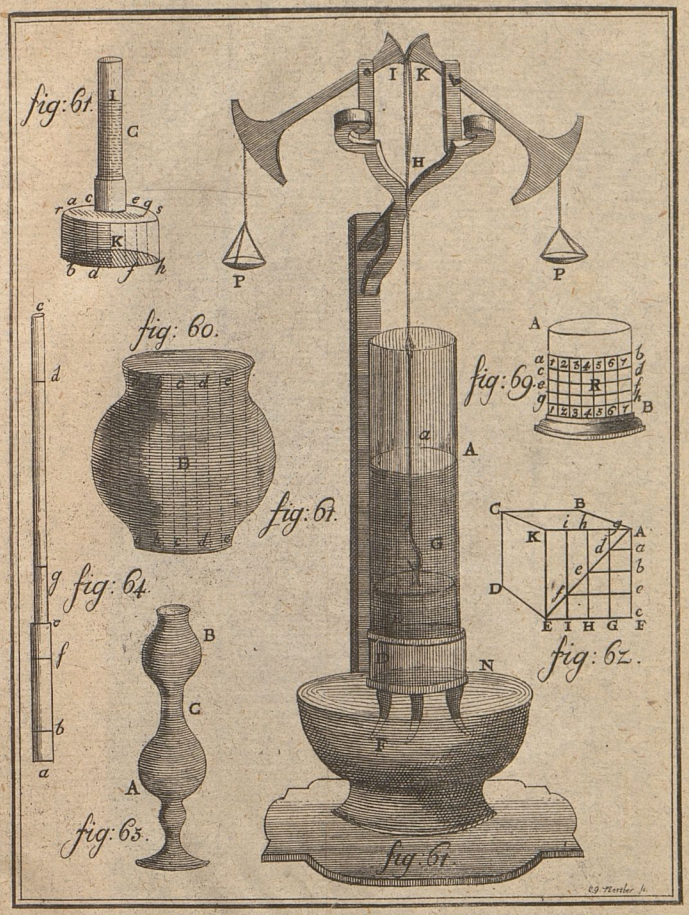


Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-632423-p0369-0

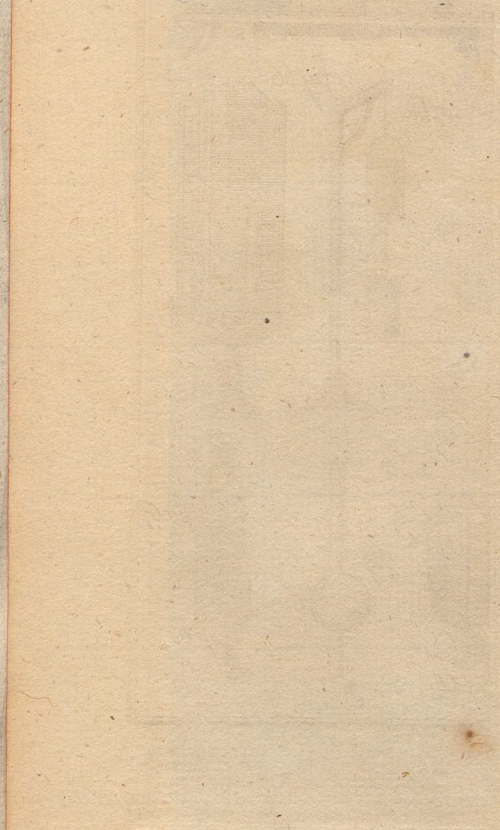


Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-632423-p0370-2


I
K
H
P
A
a
b
c
d
e
f
g
h
R
B
fig: 69.
a
A
G
C
B
i
h
g
K
A
a
b
c
d
e
f
D
E
I
H
G
F
fig: 62.
N
F
fig: 61.
C.G. Norther sc.



Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-632423-p0372-3



Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-632423-p0373-8

Pl: XII.

fig: 63.

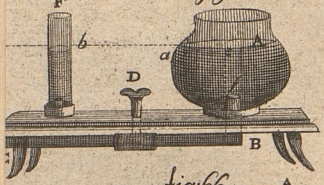


fig: 66.

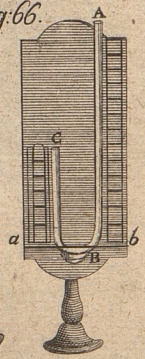


fig: 68.

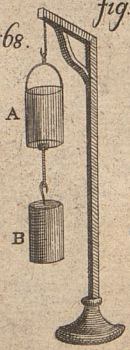


fig: 70.





fig: 74.



fig: 72.



fig: 67.

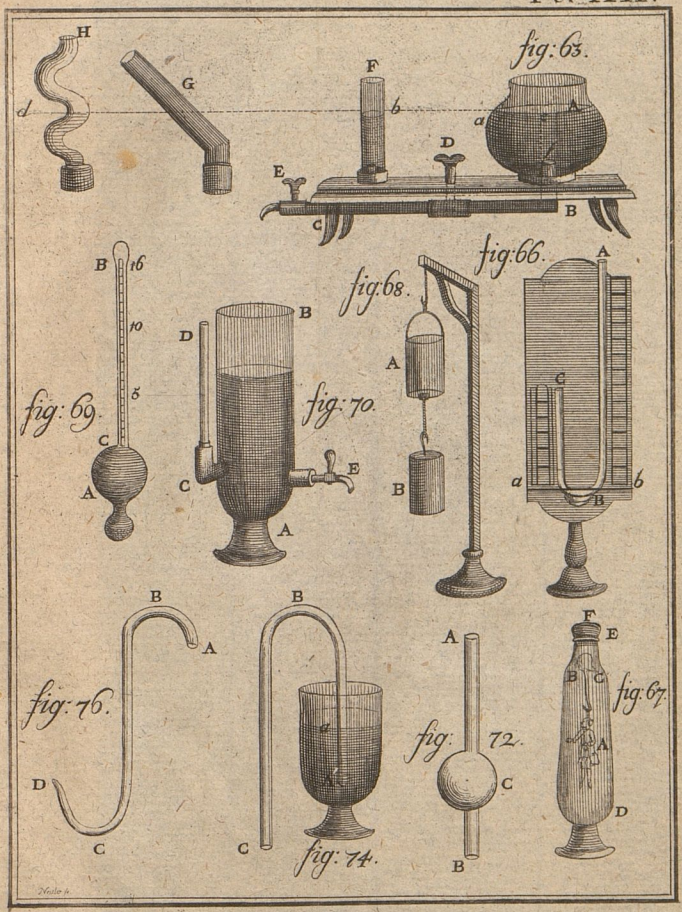
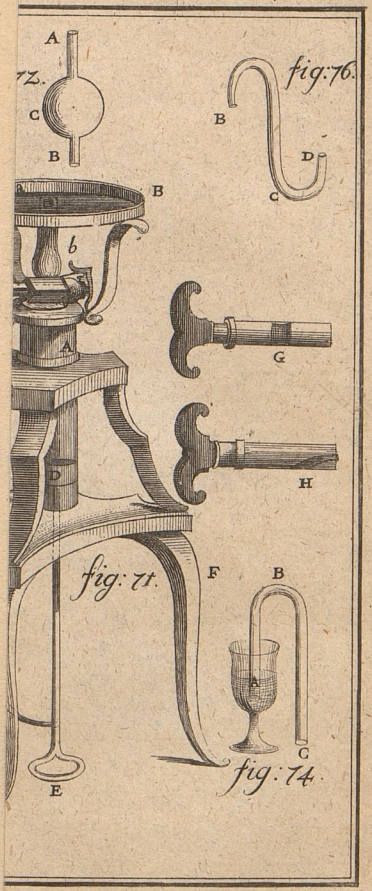
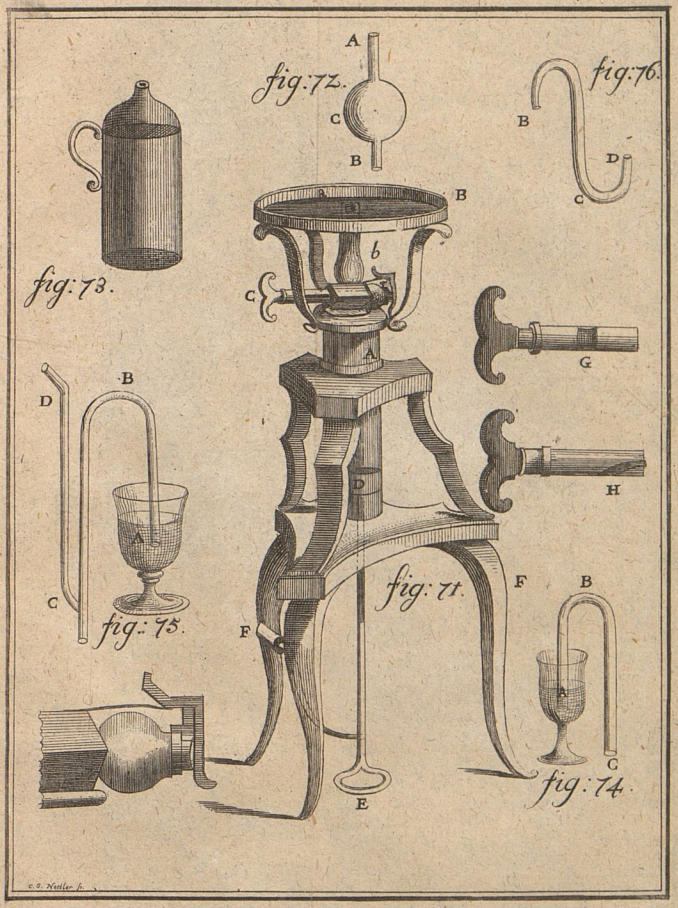
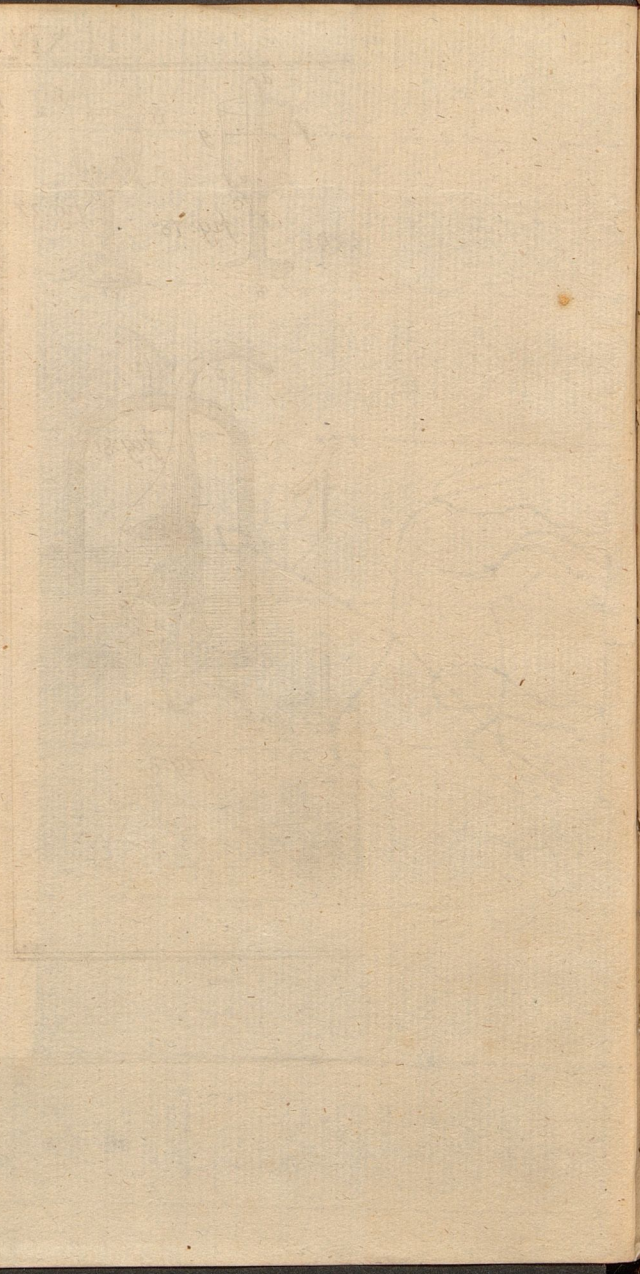


fig: 63.
H
G
d
F
b
a
A
D
E
C
B
fig: 66.
A
C
a
B
b
fig: 68.
A
B
fig: 69.
B
16
10
5
C
A
fig: 70.
D
B
C
E
A
F
E
B
C
A
D
fig: 67.
fig: 76.
B
A
D
C
B
C
fig: 74.
A
fig: 72.
C
B


A
C
B
fig: 76.
B
D
C
B
b
A
G
H
D
fig: 71.
F
B
A
C
E
fig: 74.

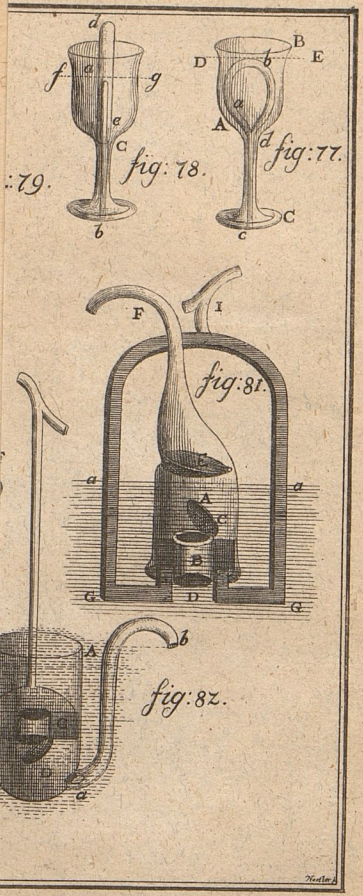

A
C
B
fig: 72.
fig: 76.
B
D
C
B
b
C
A
G
H
D
B
D
A
C
fig: 75.
fig: 71.
F
F
B
A
C
fig: 74.
E



Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-632423-p0381-3



Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-632423-p0382-8


:79.
fig: 78.
fig: 77.
fig: 81.
fig: 82.

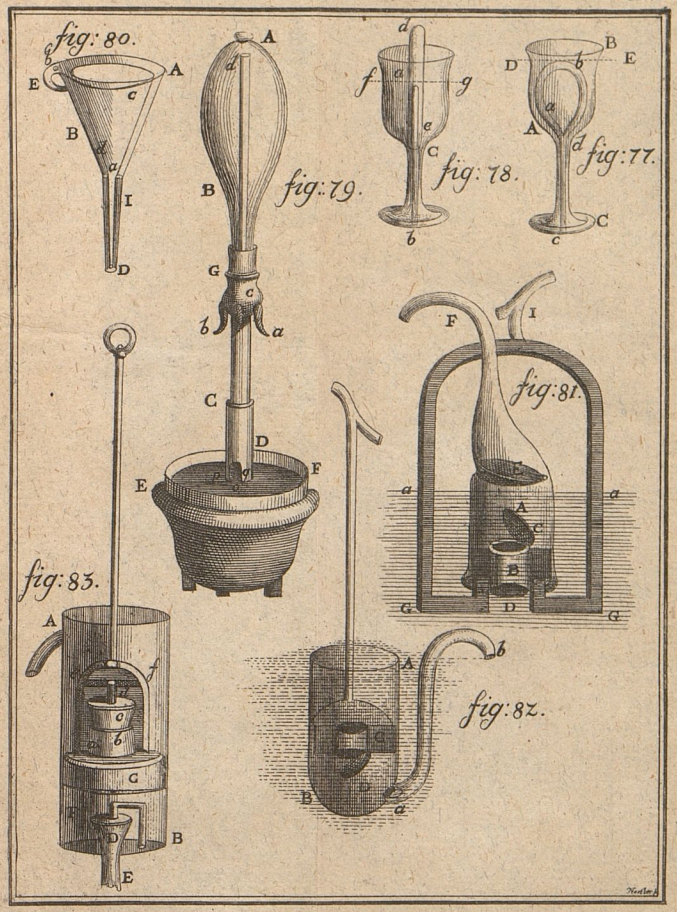
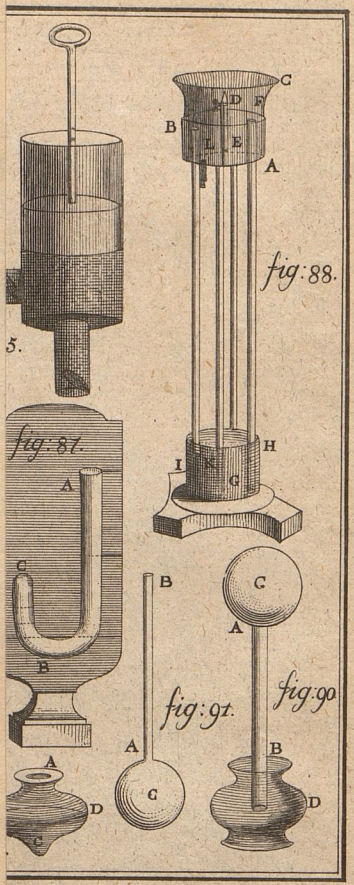
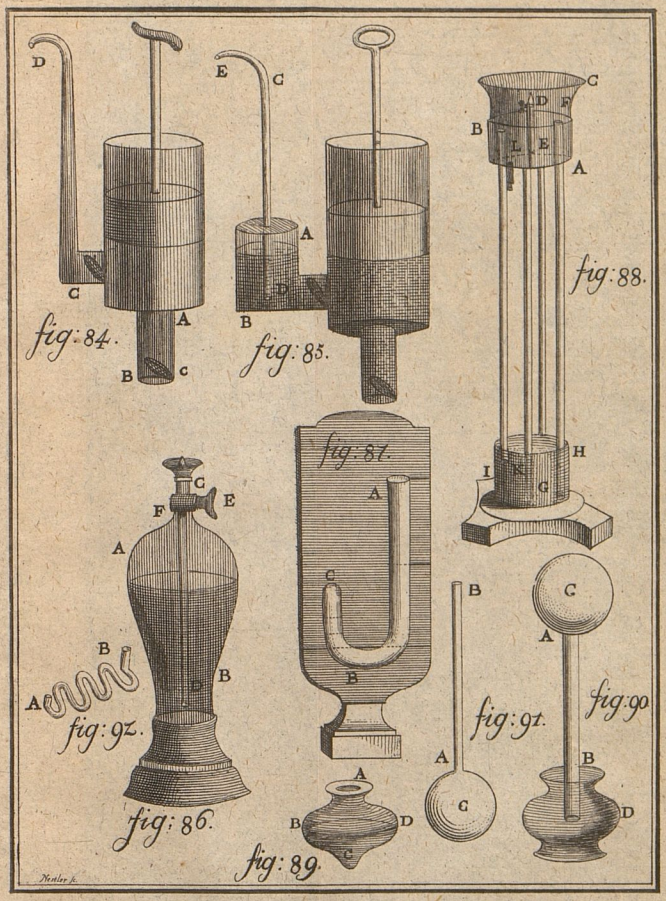


fig: 80.
fig: 79.
fig: 78.
fig: 77.
fig: 81.
fig: 83.
fig: 82.




5.
fig: 81.
A
C
B
A
D
fig: 88.
C
B
F
E
A
H
I
G
fig: 91.
B
A
G
fig: 90
C
A
B
D
D


D
C
A
B
c
fig: 84.
E
C
A
D
B
fig: 85.
C
D
F
B
L
E
A
fig: 88.
H
I
N
G
fig: 87.
A
C
B
C
F
E
A
B
B
A
fig: 92.
fig: 86.
A
B
D
C
fig: 89.
B
A
C
fig: 91.
C
A
B
D
fig: 90



Pl. XVI.

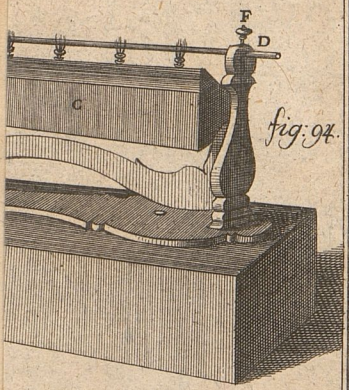


fig: 94.

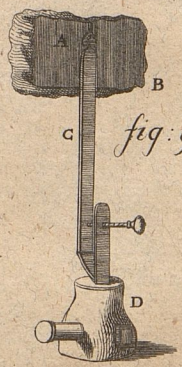


fig: 97.

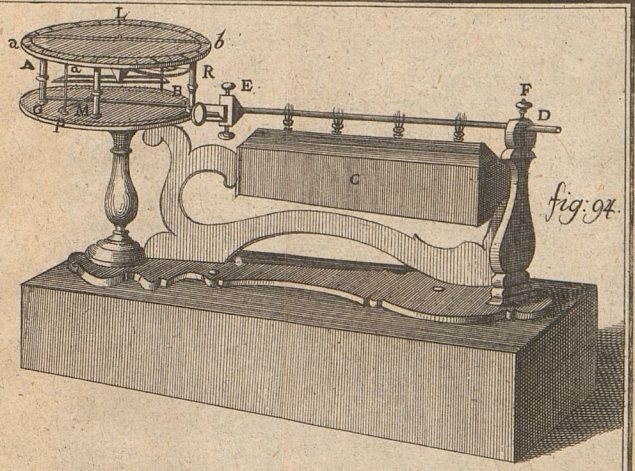


fig: 94.



fig: 95.

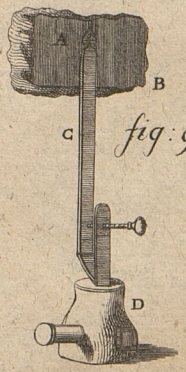


fig: 97.

Pl: XVII.

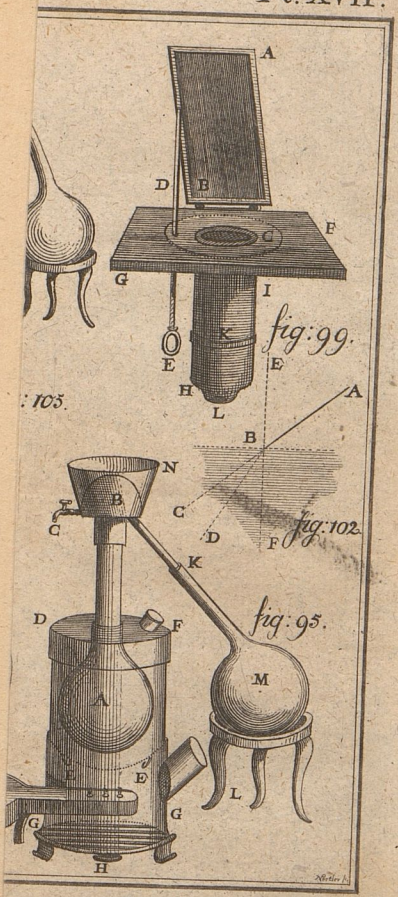
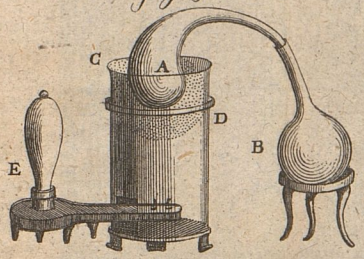


fig: 96.



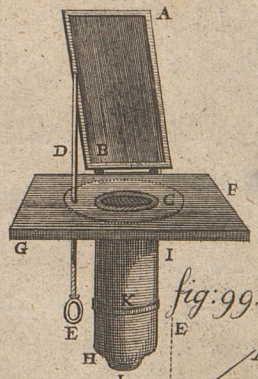


fig: 99.



fig: 102.

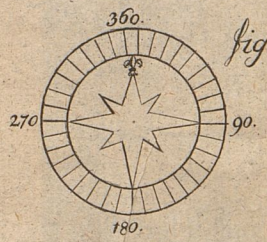


fig: 105.

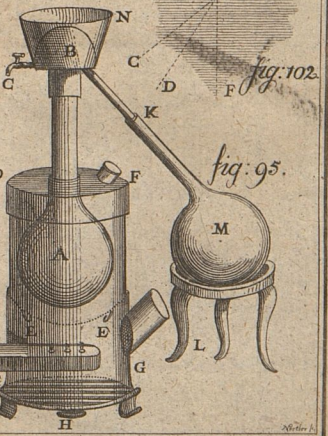


fig: 95.



fig 103.

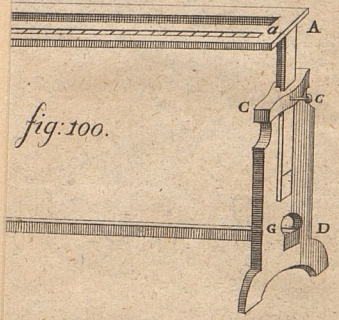
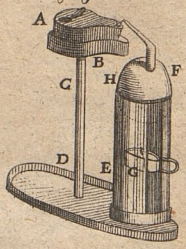


fig: 100.



ig: 98.

fig: 104.



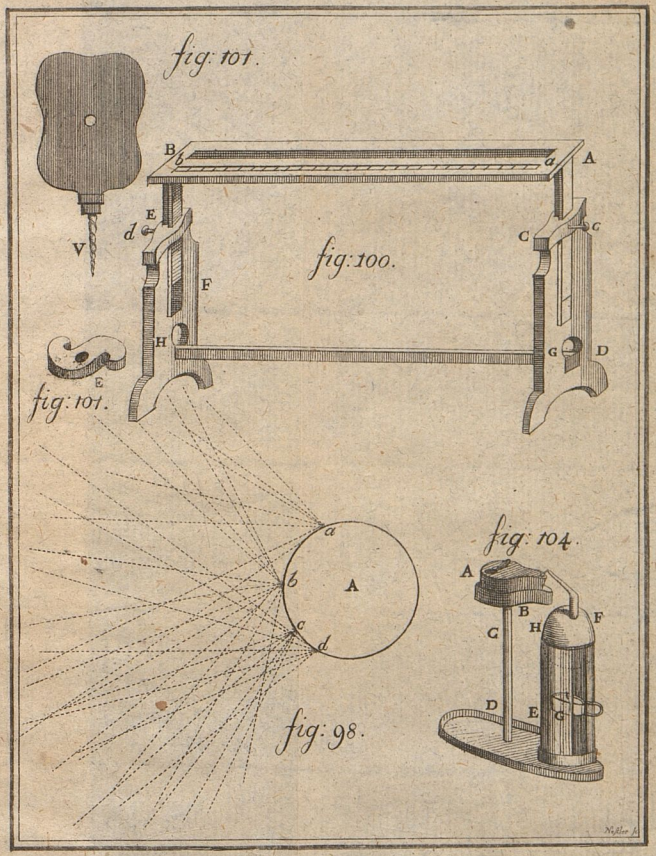
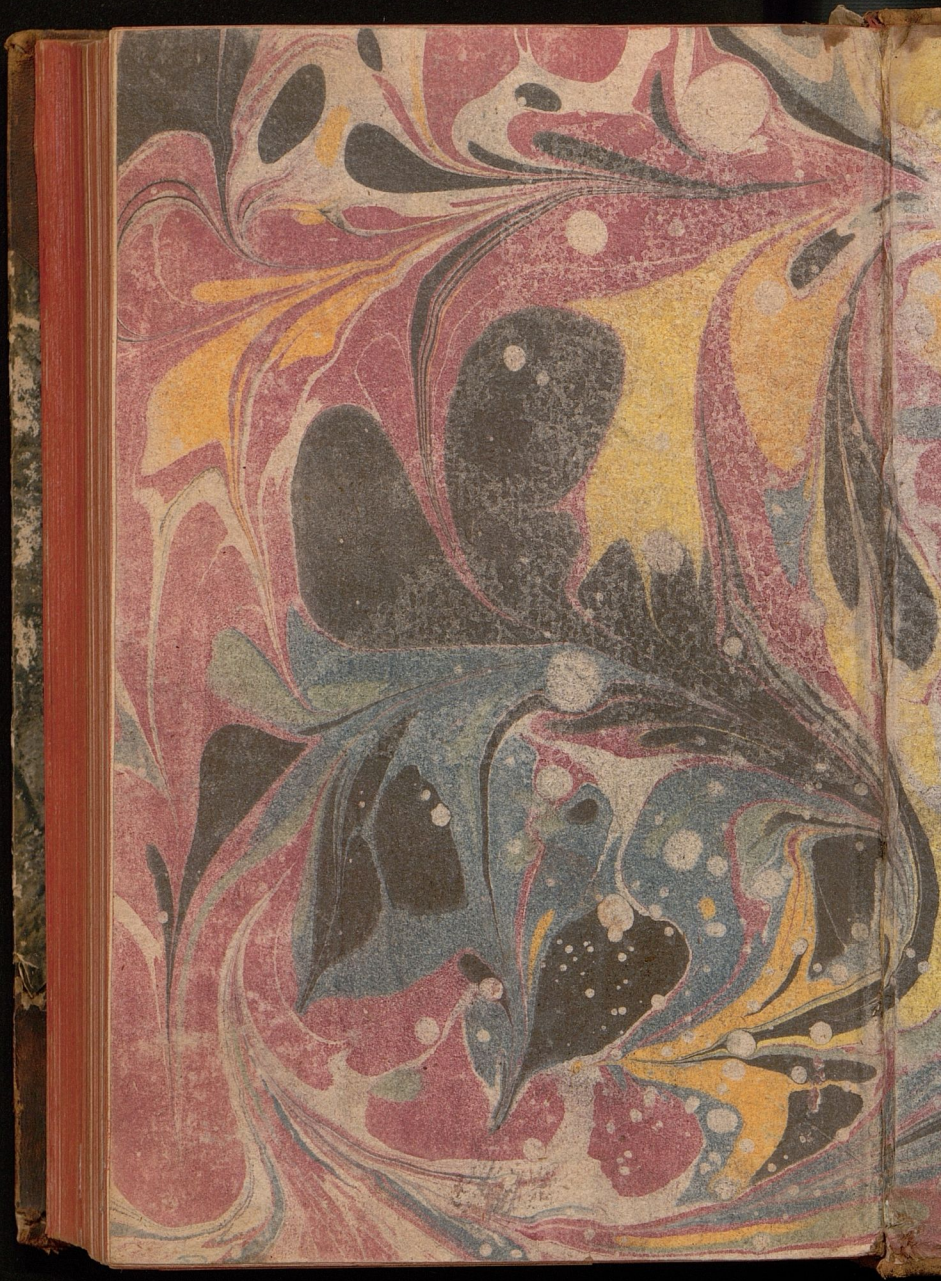


fig: 101.
V
B
b
a
A
E
d
C
c
F
fig: 100.
H
G
D
E
fig: 101.
a
b
A
c
d
fig: 98.
fig: 104.
A
B
C
H
F
D
E
G

AD-713 3/12

Qa 271

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-632423-p0405-7



Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-632423-p0406-2



Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt
urn:nbn:de:gbv:3:1-632423-p0407-8

Anweisung zur Experimental-Physik.

Aus dem Französischen des Herrn

Sigaud de la Fond,

Professors der Experimental-Physik und Lehrers der Mathematik auf der Universität zu Paris, der Königl. Societät der Wissenschaften zu Paris, Angers und Montpellier, wie auch der Churfürstl. Bayerischen Akademie Mitglieds,

übersetzt.

Zweyter Theil.

Mit Kupfern.

Mit gnädigstem Privilegio.

Dresden, 1774.
In der Waltherischen Hofbuchhandlung.

Farbkarte #13 B.I.G.
Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black
Centimetres Inches