

und an allen Orten gleich hoch steht, sondern daß diese Höhe einigen Veränderungen unterworfen ist. Die Luft muß also zu der Zeit und an denen Orten, wo das Quecksilber höher steht, schwerer seyn, (oder ihre Elasticität muß größer seyn, L.) als da wo es niedriger steht. Aus der jedesmaligen Höhe des Quecksilbers in der torricellischen Röhre kann man finden, wie stark eine jede gegebene Fläche von der darüber stehenden Luft gedrückt werde, weil diese Luftsäule eben so schwer ist (eigentlich eben so stark drückt, L.) als eine Quecksilbersäule über eben der Fläche und von der Höhe des Quecksilbers in der torricellischen Röhre.

Ein rheinländischer Cubicfuß Quecksilber wiegt 1176 Pfund Troygewicht; man darf also nur für jeden Zoll der Quecksilberhöhe über einem Quadratsfuß 98 Pfund; für jede Linie der Quecksilberhöhe in der toricellischen Röhre 8 Pfund 2 Unzen rechnen.

Wenn man die Oberfläche der Haut eines erwachsenen Menschen funfzehn Quadratsfuß, und die Höhe des Quecksilbers in der Röhre acht und zwanzig Zoll rechnet, so trägt ein Mensch beständig 4160 Pfund Luft auf sich.

Die Luftpumpe.

S. 216.

Noch näher hat man die Luft seit der Erfindung der Luftpumpe (*antlia pneumatica*) kennen gelernt, wodurch man die Luft aus Gefäßen wegnehmen kann. Der erste Erfinder derselben ist Otto von Guericke, der zu Magdeburg um die Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts (das eigent-

eigentliche Jahr der Erfindung ist unbekannt, L.) nach einigen vergeblich angestellten Versuchen vermittelst einer großen Sprüze endlich eine hohle Kugel von Luft leer machte. Seine merkwürdigen weitem Versuche wurden bald darauf bekannt, und er selbst stellte sie 1654 in Gegenwart des Kaisers Ferdinand III. und einiger deutschen Fürsten zu Regensburg an. In Schriften hat sie Casper Schott zuerst bekannt gemacht, der Guericke's Werkzeuge durch den Kurfürsten von Mainz Johann Philipp erhalten hatte.

CASP. SCHOTTI ars mechanico - hydraulico - pneumatica. 1657. 4.

OTT. DE GUERIKE experimenta noua vt vocantur magdaburgica de vacuo spatio. Amstel. 1672. fol.

S. 217.

Boyle brachte bey der Luftpumpe einige ansehnliche Verbesserungen an, so daß er selbst von seinen Landsleuten als der Erfinder derselben angesehen und auch der dadurch hervorgebrachte luftleere Raum gemeiniglich die boylische Leere (vacuum boylanum) genannt wird. (Seltsam genug, weil er in der Vorrede zu hier unten angezeigtem Werk: new experiments etc. selbst gesteht, daß er der Erfinder nicht sey. L.) Nachher haben Hungenß, Sengverd, Hauksbee, Nollet, Leopold, Smeaton (vorzüglich, Hurter, Haas, Euthbertson, L.) und andere, noch mancherley Veränderungen und Verbesserungen an diesem Werkzeuge gemacht.

Lustpumpen, in welchen Quecksilber im Hauptstiefel die Stelle des gewöhnlichen Stempels vertritt, haben a) Baader, b) Hindenburg, und c) Michel angegeben, auch der berühmte Swedenborg, wovon man in den Act. Erud. für 1722 S. 264 eine kurze Beschreibung und Tab. IV. Fig. II. eine sehr unvollständige, zum Verständniß des Hauptgedankens aber doch hinreichende Abbildung findet; jedoch scheint die Hindenburgische Einrichtung unter allen die bequemste zu seyn. Casaler d) bedient sich statt des Quecksilbers des Wassers. L.

a) S. Züblers phys. Tagebuch für Freunde der Natur iter Jahrg. 4tes St. und C. F. HINDENBURG oratio de antlia BAADERIANA hydrostatico-pneumatica. Lips. 1787. 4. von ihrem Erfinder verbessert in Gren's phys. Journal. B. II. S. 326.

b) HINDENBURGI Antliae nouae Hydraul. Pneum. Mechanismus et descriptio. Lips. 1789. 4.

c) Rozier Sept. 1789.

d) Ebendas. May 1789.

New experiments physico-mechanical, touching the spring of the air, by ROB. BOYLE. Oxf. 1660. 8; Works Vol. I. pag. 1.

Ebendess. Continuation of new experiments physico-mechanical, touching the spring and weight of the air, the first part. Oxf. 1669. 4; Works Vol. III. pag. 1.

Ebendess. tracts of a discovery of the admirable rarefaction of air. Lond. 1761. 4; Works Vol. III. p. 202.

Ebendess. continuation of new experiments touching the spring and weight of air. Lond. 1681. 8; Works Vol. IV. pag. 96.

Ebendess. the general history of the air, designed and begun. Lond. 1692. 4; Works Vol. V. pag. 105.

Nouvelles experiences du vuide, par M. PAPIN. à Paris 1674. 4.

WOLF. SENGUARD inquisitiones experimentales quibus aeris natura explicatur. Leid. 1699. 4; und die Vorrede zu seiner Physik.

HAUKSBEE in seinen physico-mechanical experiments.

Jak. Leopolds deutliche Beschreibung der sogenannten Lustpumpe, Leipz. 1707, 4; Fortsetzung, Leipz. 1712. 4.

Memoire

Memoire sur les instruments qui sont propres aux experiences de l'air, par Mr. l'abbé NOLLET, prém. partie; *Memoir de l'acad. roy. des sc.* 1740. pag. 385. sec. partie; pag. 567. troif. partie; *Mem. de l'acad. roy. des sc.* 1741. p. 338.

A letter from M. J. SMEATON — — concerning some improvements made by himself in the air-pump; in *den Philos. Transact.* Vol. XLVII. pag. 415.

De la nature de l'air par M. MARIOTTE à Paris 1679. 12; und *Oeuvr.* Tom. I. p. 143.

CHRIST. WOLFFII *elementa Aërometriae* Lips. 1706. 12.

Georg Moritz Lowitz *Sammlung der Versuche, wodurch sich die Eigenschaften der Luft begreiflich machen lassen.* Nürnberg, 1754. 4.

* *Leistens Beschreibung einer neuen Luftpumpe.* Wolfenbüttel. 1772. 4.

Eine vorthheilhaft eingerichtete Luftpumpe mit Windbüchsen-Ventilen beschreibet Hr. Prof. Schrader in *Oren's Journal der Phys.* B. III. S. 357. 2.)

§. 218.

Der Haupttheil der Luftpumpe ist ein metallener hohler Cylinder AB, 33 Fig. worin sich ein Stempel C mit Leichtigkeit und doch so bewegen läßt, daß zwischen ihm und dem Cylinder keine Luft durchdringen kann. Wenn nun mit der Höhlung des Cylinders ein starkes hohles Gefäß D verbunden und der Stempel von A bis nach B gezogen würde, so wird der Cylinder AB von Luft leer seyn und die Luft in D sich daher ausbreiten, und nun auffer dem Raume D auch noch den Raum AB erfüllen. Könnte man jetzt den Stempel dergestalt wieder nach A zurückreiben, daß dennoch die in AB enthaltene Luft nicht wieder in D eindrange, sondern einen andern Ausweg fände, und man wiederhohlte die

nähnliche Arbeit zu mehrern Malen, so würde B immer mehr von Luft befreyer oder die Luft aus D ausgepumpt werden (exantlari).

S. 219.

Dieses kann erhalten werden, wenn zwischen A und D ein metallener Hahn angebracht wird der auf eine gedoppelte Weise durchbohrt ist; ein Mal so, daß die Luft durch ihn durch, von D nach A und wieder rückwärts gehen kann, zweitens auch so, daß die Luft aus AB durch ihn durch, zu der äußern Luft gelangen kann. Wenn sich nun der Hahn während der Zeit, daß der Stempel von A nach B gezogen wird, in der ersten Lage befindet, so kann sic, die Luft aus D auch mit durch den Raum AB ausbreiten; wird aber dann der Hahn in die zweyte Lage gebracht und der Stempel wieder nach A zurückgedrückt, so muß dabey alle Luft in AB durch die Oeffnung des Hahns heraus und in die freye Luft getrieben werden.

S. 220.

Dies ist die Einrichtung der ältesten Art von Luftpumpen mit dem Hahnen, welche die Unbequemlichkeit hat, daß man zwischen jeder Bewegung des Stempels erst Veränderungen mit dem Hahnen machen muß *). Jetzt werden die Luftpumpen gewöhnlicher Weise mit Ventilen gemacht, gewissen Werkzeugen, welche der Luft nur den Fortgang nach Einer Richtung, nicht aber

aber auch zugleich nach der entgegengesetzten erlauben. Wenn zwischen D und A ein solches Ventil angebracht wäre, das nach der Richtung DA offen ist, und ein anderes Ventil näher nach A zu, oder auch in dem Stempel selbst, das von innen nach aussen zu offen ist, so kann das Auspumpen ebenfalls geschehen, und zwar in einer kürzern Zeit, weil sich die Ventile von selbst, oder vielmehr durch den Druck der Luft schließen, wenn es nöthig ist, da der Hahn hingegen jedesmal langsamer mit der Hand gedreht werden muß.

*) (Diese Unbequemlichkeit wäre gering. Auch hat man schon Luftpumpen, wo sich die Hähnen, bios durch das Umdrehen der Kurbel, öffnen und schließen. Könnten die Stempel so verfertigt werden, daß zwischen ihnen und den Hähnen keine Luft sitzen bliebe, so verdienten die Luftpumpen mit Hähnen immer den Vorzug. Auch hat man dergleichen angegeben; unter andern findet sich die Beschreibung einer solchen Einrichtung die mein Bruder vorgeschlagen hat im Gotha'schen Magazin für das Neueste aus der Physik im III. B. 2tes St. S. 107. Ventile werden endlich nicht mehr von der verdünnten Luft gehoben, und dann steht die Verdünnung stille. Schon Otto Guericke hat Einrichtungen gebraucht die Ventile von aussen zu heben, wenn es die Elasticität der Luft von innen nicht mehr konnte. Jetzt haben die Hrn. Zurter und Haas ein Schweizer und ein Deutscher in England Luftpumpen angegeben, wo dieses durch ein Pedal auf die einfachste Weise geschieht. Ich habe davon in der Beschreibung meiner Luftpumpe, oben nach der Vorrede, das wesentliche der Einrichtung beigebracht. 2.)

Vorzüge der Smeatonschen Luftpumpe. Birnprobe. (Die Beschreibung der Luftpumpe steht oben nach der Vorrede. Die Birnprobe, selbst ist Tab. IV. b. unter

unter der Glocke bey q r vorgestellt. Der Erfinder der Birnprobe ist ebenfalls Hr. Smeaton, der selbst nicht einmal alle die Vorzüge seines Instruments ganz gekannt zu haben scheint. Auf diese Weise allein läßt sich der Grad der Verdünnung der Luft messen: sie ist also eigentlich ein Dichtigkeitszeiger, da das kleine Barometer, das man unter die Glocke setzt sowohl, als das Große, und das Seberförmige, das man außerhalb anzubringen pflegt, bloße Elasticitätszeiger sind. Will man aus letztern, nach bekannten Regeln auf die Verdünnung schließen, so geräth man oft in kaum zu übersehende Irrthümer. Es entstehen nämlich bey der Verdünnung der Luft elastische Dämpfe, die ihre Stelle vertreten, und auf das Barometer wirken, bey der Birnprobe aber, werden sie bey dem Zulassen der Luft wieder niedergeschlagen, und wirken alsdann nicht mehr auf das Quecksilber. Daher rührt der oft sehr große Unterschied zwischen der Verdünnung, die man aus dem Barometer, und der, die man aus der Birnprobe geschlossen. Doch könnte auch der Unterschied der Rechnungen hier zum Theil entweder daher rühren, daß die bekannten Gesetze (S. 248) auf große Verdünnungen nicht mehr anwendbar sind, oder daß die Birnprobe selbst, so richtig auch das Principium seyn mag, worauf sich ihr Gebrauch gründet, nach ihrer gegenwärtigen Einrichtung noch Mängeln unterworfen ist, die sich nicht so leicht vermeiden oder schätzen lassen. S. Joh. Brooks's vermischte Erfahrungen, über die Electricität, die Luftpumpe und das Barometer. Aus dem englischen mit Zusätzen und Anmerkungen von P. C. D. Kühn Leipzig 1790. 8. 2.

S. 221.

Anstatt des Gefäßes D bedient man sich gemeinlich gläserner Glocken, die auf einen messingenen Teller gesetzt werden. Zwischen den Rand der Glocke und den Teller wird ein mäßig dickes

dicke nasses Leder *) gelegt, damit beide desto genauer aufeinander schließen und die Luft nicht von außen wieder unter die Glocke dringen kann, wenn man die innere wegnimmt. Der Cylinder der Luftpumpe kann übrigens liegen oder stehen, einfach oder doppelt seyn; der Stempel vermittelt eines Handgriffes, einer Winde, oder eines Steigbügels mit dem Fusse gezogen und bewegt werden.

*) (Besser zartes Leder, das man in 1 Theil Terpentin und 1 Theil Baumwachs zusammengeschmolzen getränkt hat; über alles aber gehen die unten abgeschliffenen Glocken auf einem mattgeschliffenen Keller mit etwas Baumöl oder noch besser Schweinefett bestrichen, das man aber noch einmahl sorgfältig schmelzen muß, um es völlig von dem Wasser zu befreyen, dessen sich die Fleischer dabey bedienen, um ihm die schöne weiße Farbe zu geben. 2.)

S. 122.

Die Luft kann aber vermittelst der Luftpumpe nie gänzlich aus einem Gefäße oder unter der Glocke weggenommen werden. Gesezt der Raum unter der Glocke sey der innern Höhlung der Luftpumpe gleich, so wird bey jedem Zuge die Hälfte von der Luft weggenommen, die vor diesem Zuge unter der Glocke war, folglich bey dem ersten Zuge die Hälfte, bey dem zweyten ein Viertel, bey dem dritten ein Achttheil, bey dem vierten ein Sechszehnthel u. s. w. derjenigen Luft weggenommen, die anfänglich die Glocke erfüllte: eben so viel aber wie bey dem letzten Zuge weggenommen worden ist, bleibt immer unter der Glocke,

Glocke, und nach noch so vielen Zügen immer also doch etwas Luft. Wäre die Luftpumpe nach Verhältniß der Glocke kleiner, z. B. ihre Höhlung nur ein Drittheil der Höhlung der Glocke, so würde nach vier Zügen $\frac{16}{81}$ *) der ersten Luft, also mehr als vorher unter der Glocke bleiben. Unter einer größern Glocke oder durch eine kleinere Luftpumpe, wird daher die Luft langsamer verdünnt als unter einer kleinern Glocke oder durch eine größere Luftpumpe; niemals aber kann die Luft vermittelst einer Luftpumpe gänzlich darunter weggenommen werden: noch weniger kann man einen ganz leeren Raum damit machen.

Die boylische (oder lieber die guericische) Leere ist also nicht so rein als die torricellische (S. 214.)

*) Dieses würde der Fall seyn, wenn die Capacität des Cylinders und der Röhre = $\frac{1}{2}$ der Glocke wäre. Es muß heißen $(\frac{2}{3})^4 = \frac{8}{81}$ L.

S. 223.

Da es der Druck der Luft ist, was das Quecksilber in der torricellischen Röhre erhält, so muß das Quecksilber in derselben sinken, wenn sie sich im luftleeren Räume befindet. So ist die torricellische Röhre an die Luftpumpe angebracht ein Maasstab, woran man sehen kann, ob die Luft durch die Luftpumpe in einem geringern oder größern Grad verdünnt werde *). Ja es braucht nur eine kurze oben verschlossene und mit Quecksilber gänzlich angefüllte Röhre dazu genommen zu werden; denn wenn das Quecksilber

silber in einer so kurzen Röhre nicht mehr durch den Druck der Luft erhalten werden kann, so muß diese schon um ein ansehnliches verdünnt worden seyn.

- *) (Wie viel die Luft verdünnt worden sey, zeigen diese Instrumente eigentlich nicht, sondern nur, wie stark das noch übrige Fluidum im Recipienten drückt, und dieser Druck hängt theils von der Wärme des Heberbleibfels und theils von dessen Beschaffenheit ab. Siehe die Anmerkung zu §. 220. L.)

§. 224.

Auch kann die torricellische Röhre noch auf eine andere Weise ein Zeichen abgeben, ob die Luft durch die Luftpumpe stark verdünnt werde. Wenn eine lothrechte gläserne Röhre, die über acht und zwanzig Zoll lang ist, oben mit dem Raume unter der Glocke in Verbindung steht, unten aber in Quecksilber eingetaucht wird, und man nun die Luftpumpe wirken läßt, so muß die äußere Luft das Quecksilber immer höher in dieser Röhre hinauf treiben, jemehr die innere Luft weggenommen wird. Hierbey würde das Quecksilber ganz bis zu der Höhe steigen, in welcher es in der torricellischen Röhre steht, wenn man alle Luft unter der Glocke wegnehmen könnte, (und wenn nicht, wie bey den meisten Operationen geschieht, unter der Glocke ein anderes Fluidum entstände, das, wie die Luft, elastisch ist, aber mit ihr weiter keine Verbindung hat, L.) welches aber so leicht nicht ist (§. 222).

Näher