

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

Die Luftpumpe.

S. 216. *)

Geschichte der Luftpumpe.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

§. 217.

Verbesserungen der Guericke'schen
Luftpumpe.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Die *Cuthbertson'sche* Luftpumpe

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

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

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

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

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

Die *Cazal'sche* Luftpumpe ist ganz nach den Grundsätzen der *Hindenburgischen* eingerichtet, nur daß er sich statt des Quecksilbers des Wassers bedient.

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

§. 218.

Einrichtung der Luftpumpe.

Ist schon in den beyden vorhergehenden Paragraphen vorgekommen. Ueber die

*) Von den neuern Luftpumpen siehe das *Fischer'sche Wörterbuch*; *Gilbert's Analen* und *Dusch's Almanach*.

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

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

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

§. 222.

Verdünnung und Verdichtung der Luft durch die Luftpumpe.

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

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

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

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

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

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

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

Nähere Untersuchung der Luft.

§. 225

Die Luft durchdringt nicht alle Körper.

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