

17
Voigtländer's
Quellenbücher

Band 20

Otto von Guericke
über die Luftpumpe
und den Luftdruck

Herausgegeben von
Dr. Willy Bein

J. 236,
5.

Nur für den
Lesesaal

65

a



Voigtländer's Verlag, Leipzig

1200 : 1

Preis dieses Bandes 70 Pfennig
24 Heller, 95 Centimes, 42 Kopeken

❖ Doigtländers Quellenbücher ❖

Eine Sammlung wohlfeiler, wissenschaftlich genauer Ausgaben literarischer und bildlicher Quellen für jedermann. Zur Vertiefung jedes Studiums, zur Befriedigung des persönlichen Wissenstriebes und zur gediegenen Unterhaltung.

Die Sammlung wendet sich an jeden, der an die wahren Quellen unseres Wissens herantreten will, sei es in ernstem Studium, sei es zur belebenden Vertiefung seiner Kenntnisse, sei es aus Freude an gediegener und doch spannender Leseunterhaltung.

Die ausgewählten Quellen sind teils Neudrucke urkundlicher oder literarischer Quellenwerke, teils bildliche Urkunden mit begleitendem Text, teils quellenmäßige Darstellungen erster Hand. Sie bringen aus den verschiedensten Gebieten des Wissens für die Entwicklung das Wesentliche und Entscheidende.

Alle Bände der Sammlung werden von Sachmännern nach dem Stand der jüngsten Forschungen ausgewählt und bearbeitet. Sie sollen sowohl den Sachkenner befriedigen, als auch von jedermann, ohne besondere Vorkenntnisse, mit Verständnis und Genuß aufgenommen werden können.

Präsenzexemplar



Der Preis des Bändchens, fest kartoniert, beträgt in der Regel weniger als 1 Mark.

✻ Doigtländers Quellenbücher ✻

Bis Mai 1912 erschienen:

1 Die ersten deutschen Eisenbahnen Nürnberg—Fürth und Leipzig—Dresden. Herausgegeben von Friedrich Schulze. 64 Seiten mit 19 Abbildungen M. —.60

72 hell.
80 cts.
36 fop.

Friedrich List's treibende Artitel und Aufrufe, Goethe und Friedrich Hartort über wirtschaftliche und militärische Bedeutung der Eisenbahnen, Segner und Zweifler, Bauweise, Geldbeschaffung, Baugeschichte und Eröffnung. Wichtiges, zum Teil noch unveröffentlichtes Material, auch in den Abbildungen.

2 Brandenburg-Preußen auf der Westküste von Afrika 1681 bis 1721. Verfaßt vom Großen Generalstabe, Abteilung für Kriegsgeschichte. 98 S. mit 2 Kärtchen und einer Skizze. M. —.80

96 hell.
110 cts.
48 fop.

Der Band ist der Wiederabdruck einer vom Großen Generalstab 1885 nach den Urkunden des Kgl. Geheimen Staatsarchivs in Berlin bearbeiteten Schrift. Sie enthält eingehend und anschaulich die Geschichte der Kolonie und Festung Groß-Friedrichsburg und des Kastells Arguin, der ersten deutschen Kolonien.

3 Cornelius Celsus über die Grundfragen der Medizin. Herausgegeben von Dr. med. et jur. Th. Meyer-Steinieg, Professor an der Universität Jena. 82 Seiten M. —.70

84 hell.
95 cts.
42 fop.

Im alten Rom gab es neben den zahlreichen Berufsärzten, den Heißslaven, auch zahlreiche gebildete Laien, in deren enzyklopädischem Gesamtwissen die Medizin einen großen Raum einnahm. Zu diesen gehörte Cornelius Celsus. Seine Schrift: „De medicina“ gewährt einen deutlichen und lebendigen Einblick in den Stand der Medizin um die Mitte des ersten Jahrhunderts n. Chr. und bietet uns, namentlich in den beiden ersten hier dargebotenen Büchern, eine der klarsten Quellen des Wissens zu den Grundfragen der Heilkunde.

4 Ausgewählte Briefe des Feldmarschalls Lebrecht von Blücher. Herausgegeben von Friedrich Schulze. 80 Seiten mit Bildnis M. —.60

72 hell.
80 cts.
36 fop.

Das Bändchen bringt Briefe aus dem ganzen Leben des Marschalls, alle in ihrer urwüchsigen Schreibweise, als wertvolle Urkunden zur Charakteristik des großen Mannes und seiner Zeit. Die erste authentische Sammlung dieser Art

5 Die Kämpfe mit Hendrik Witbooi 1894 und Witbois Ende. Von Theodor Leutwein, Generalmajor und Gouverneur a. D. 69 Seiten mit einem Bildnis und zwei Karten. M. —.60

72 hell.
80 cts.
36 fop.

Der Verfasser, damals Major, hat bekanntlich 1894 die Hottentotten unter dem alten Witbooi in Südwestafrika in unendlich schwierigen Kämpfen bestritten und zu einer Freundschaft gewonnen, die bis 1904 angehalten hat. Witbooi ist der Heros des Hottentottenvolkes geworden. Das Werkchen ist ein von dem Verfasser bearbeiteter Auszug aus seinem großen Werke „Elf Jahre Gouverneur in Deutsch-Südwestafrika“.

6 Die Belagerung, Eroberung und Zerstörung der Stadt Magdeburg am 10./20. Mai 1631. Von Otto von Guericke. Nach der Ausgabe von Friedrich Wilhelm Hoffmann neu herausgegeben von Horst Kohl. 83 Seiten. Mit einer Ansicht der Belagerung nach einem alten Stiche und einem Plan. M. —.70

84 hell.
95 cts.
42 fop.

Otto von Guericke, der bekannte Erfinder der Luftpumpe, war während der Belagerung 1631 Ratmann und Bauherr, später Bürgermeister von Magdeburg. Seine Schilderung ist „der rechte, wahre Verlauf mit der Eroberung dieser guten Stadt Magdeburg, welchen sich niemand, da anders die Wahrheit soll berichtet werden, kann lassen zuwider sein“.

❖ Voigtländers Quellenbücher ❖

84 hell.
95 cts.
42 fop.

7 Die Straßenkämpfe in Berlin am 18. u. 19. März 1848.
Verfaßt von Hubert von Menerink, Generalleutnant z. D. Neu
herausgegeben von Horst Kohl. 91 Seiten mit 3 Plänen M. —.70

Die klassische Schilderung der beiden denkwürdigen Tage. Zwei Fragen, die Gegenstand vielen und leidenschaftlichen Streites gewesen sind, werden endgültig entschieden: Wer die beiden Schlüsse abgebehen hat, die das Signal zu dem Beginn des Kampfes waren, und wie der Befehl zum Abzug der Truppen zustandekam.

1 Kr. 56 hell.
1 fr. 75 cts.
78 fop.

8 Deutsche Hausmöbel bis zum Anfang des 19. Jahrhun-
derts. Herausg. von Dr. Otto Pelka, Direktorialassistent am
Kunstgewerbe-Museum, Dozent an der Handels-Hochschule, Leipzig.
112 Seiten mit 139 Abbildungen M. 1.50

In 139 Abbildungen wird eine Übersicht über die Entwicklung des deutschen Hausmöbels gegeben: Gotik, Renaissance, Rokoko, Barock, Biedermeierzeit usw. Es ist eines der Bändchen, in denen die Bilder die Quelle sind, durch den Text des Herausgebers erläutert und verbunden.

84 hell.
95 cts.
42 fop.

9 Deutschlands Einigungskriege 1864—1871 in Briefen
und Berichten der führenden Männer. Herausgegeben von Horst
Kohl. Band 1: Der deutsch-dänische Krieg 1864. 82 Seiten M. —.70

So viel auch über die deutschen Einigungskriege geschrieben und gedruckt ist, fehlt es doch gänzlich an einer ganz kurzen und doch das Wesentliche erschöpfenden und fundlichen Geschichte. Welche Urkunden aber wären anschaulicher und lebendiger als die intimen Briefe und Berichte der führenden Männer, in diesem Bändchen von König Wilhelm, Bismarck, Moltke, König Johann von Sachsen usw.

1 Kr. 20 hell.
1 fr. 35 cts.
60 fop.

10 Deutschlands Einigungskriege 1864—1871 in Briefen
und Berichten der führenden Männer. Herausgegeben von Horst
Kohl. Band 2: Der deutsche Krieg 1866. 144 Seiten ... M. 1.—

Wie im vorigen Band verbindet der Herausgeber durch eine knappe Einleitung die Urkunden zu einer Einheit. Die Briefe und Berichte sind von König Wilhelm, Bismarck (darunter das Kapitel „Mittelsburg“ der Gedanken und Erinnerungen), Moltke (darunter der Aufsatz „Über den angeblichen Kriegstat in den Kriegen König Wilhelms I.“), Roon, dem Kronprinzen, dem Prinzen Friedrich Karl.

Dritter Teil siehe Nr. 16.

84 hell.
95 cts.
42 fop.

11 Geographie des Erdkreises. Von Pomponius Mela.
Aus dem Lateinischen übersetzt u. erläutert v. Dr. Hans Philipp,
Assistent des Seminars für historische Geographie in Berlin. Erster
Teil: Mittelmeerländer. 91 Seit. mit 1 Karte und 2 Abbild. M. —.70

In Melas Geographie des Erdkreises (um 42 n. Chr.) lernen wir die gesamten Probleme der Erdkunde kennen, die damals bestanden (Mißrate, Stergabelung, Wundervölker des Ostens, Sonentheorie usw.); wir erhalten auch eine Darstellung von einer antiken Karte.

1 Kr. 08 hell.
1 fr. 20 cts.
54 fop.

12 Robert Mayer über die Erhaltung der Kraft. Vier
Abhandlungen, neu herausgegeben und mit einer Einleitung
sowie Erläuterungen versehen von Dr. Albert Neuburger.
128 Seiten M. —.90

Der Arzt Robert Mayer in Heilbronn (1814—78) hat durch die Entdeckung des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft die verschiedensten Zweige menschlicher Tätigkeit auf neue Grundlagen gestellt. Physik u. Physiologie, Medizin u. Botanik, gewerbli. u. technische Tätigkeit werden gleichmäßig durch die aus diesem Gesetz gezogenen Folgerungen bestrahlt. Die Veröffentlichungen des Entdeckers sind aber in weiteren Kreisen überhaupt nicht bekannt geworden. Darum werden die vier grundlegenden Abhandlungen, wenn auch zum Teil gekürzt, hier ihrer Verborgenheit entzogen.

Sortierung am Schlusse des Buches.

Umrechnung der Mark-Preise in die im österr.-ungar., schweizer. und deutsch-russ. Buchhandel üblichen Maße am Rande. In England u. Kolonien 1 Mark = 1 Schilling mit orisübl. Zusätzen.

✻ Doigtländers Quellenbücher ✻

Band 20

Physikal. Kabinett

J. 256.

5.

Otto v. Guericke über die Luftpumpe und den Luftdruck

Aus dem dritten Buch
der Magdeburgischen
Versuche neu übersetzt
und mit einer Ein-
leitung versehen von
Dr. Willy Bein

~~Bismarckshule
Magdeburg
Physikalische Sammlung.~~

Mit 10 Abbildungen



UB MAGDEBURG

MA9

002 593 173



∞ R. Doigtländers Verlag in Leipzig ∞

B.323,3

Nur für den Lesesaal

1965 a 1200 :1



~~bl. 4216~~



Inhalt.

Bismarckschule
Magdeburg
Physikalische Sammlung.

F. 236
S.

	Seite
Vorwort	4
Gueriches Bedeutung	5
Aus Gueriches Leben	13
Gueriche als Physiker	8
Gueriches Werk	21

Aus der Einleitung S. 25. Über die Luft S. 29. Der erste Versuch zur Herstellung eines Vakuums S. 32. Ein zweiter Versuch S. 35. Ein Apparat zur Herstellung des Vakuums S. 37. Dritter Versuch S. 40. Vierter Versuch S. 41. Fünftes, besseres Verfahren S. 43. Sechster Versuch zur Herstellung eines hohen Vakuums S. 45. Ist ein Vakuum in der Natur vorhanden? S. 51. Versuche über Geruch und Gärung S. 51. Wolken, Wind, Regenbogenfarben S. 52. Die Flamme im Vakuum S. 55. Verschwinden der Luft bei Verbrennung S. 56. Das Licht im Vakuum S. 57. Der Schall im Vakuum S. 57. Das Verhalten von Tieren im Vakuum S. 60. Einrichtung eines hydraulisch-pneumatischen Apparates S. 61. Die Benutzung des Apparates S. 63. Über einen neuen Beweis des Luftdrucks S. 66. Andere Experimente über den Luftdruck S. 69. Über das Gewicht der Luft S. 74. Bestimmung des Gewichts eines Luftzylinders S. 76. Versuch mit zwei Halbkugeln S. 80. Ähnlicher Versuch S. 81. Ein anderer Versuch mit Gewichten S. 83. Weitere Versuche S. 85. Herstellung einer neuen Art von Büchsen S. 86. Änderungen des Luftdrucks mit der Höhe S. 86. Zeitliche Änderung des Luftdrucks S. 87. Ursache der Saugwirkung S. 89. Verdichtung und Verdünnung der Luft S. 89. Versuche zum Nachweis des Vakuums mit Quecksilber S. 90. Das Magdeburgische Thermometer S. 93.

Vorwort.

Nur wenige Werke großer Entdecker sind so allgemein verständlich abgefaßt, daß sie auch einen der Wissenschaft ferner Stehenden fesseln können. Eine solche, klassische Darstellung verdanken wir unserm Landsmann Otto v. Guericke, der ebenso wie etwa anderthalb Jahrhunderte später der Engländer Michael Faraday für die Fortschritte der Wissenschaft durch seinen freien Blick Erhebliches geleistet und es verstanden hat, im schlichten, einfachen Gewande durch anschauliche Versuche das Wesen der Naturkräfte darzulegen. Guericke's Werk erschien 1672 in lateinischer Sprache. Es ist abgefaßt in einer manchmal etwas umständlichen Ausdrucksweise, wie sie dem Stil der Zeit entsprach. Seine wichtigsten Versuche sind in dem nachfolgend übersetzten dritten Buch des umfangreichen Werkes beschrieben. Ich habe mich bemüht, das Verständnis und die Anschaulichkeit der Darstellung durch Fortlassung von Wiederholungen im Texte zu erhöhen. Auch sind einige Kapitel mehr theoretischer Natur oder streitbaren Inhalts nur im Auszug wiedergegeben. Dagegen sind einige Erläuterungen als Anmerkung zugefügt worden. Fortgelassene Stellen sind durch eine Reihe von Punkten angedeutet.

Berlin = Wilmersdorf, im April 1912.

W. Bein.

Guerickes Bedeutung für Mit- und Nachwelt.

Der Name Otto v. Guericke, des deutschen Leonardo da Vinci, wie ihn Slaby¹⁾ in einem Festvortrag²⁾ nannte, hat einen guten Klang. Wer kennt ihn nicht, den Bürgermeister und tapferen Verteidiger Magdeburgs und seine Halbkugeln, die sechzehn kräftige Rosse nicht auseinanderreißen konnten! Als die Stürme des Dreißigjährigen Krieges über die Fluren brausten, als die deutsche Kultur zugrunde ging, da wurde in dem von Tilly zerstörten Magdeburg der Keim gelegt zum Wiederaufbau dieser Kultur, zu ihrer mächtigen Entfaltung, zu der das Staunen der Welt erregenden Entwicklung des Gewerbefleißes im neuen deutschen Reich.

Sein Name, sein Wohnort und seine Persönlichkeit können uns Deutschen ein aufmunterndes Beispiel dafür sein, daß wir auch in der ärgsten Bedrängnis nicht zu verzagen brauchen. Welche Hochachtung sind wir dem Können und der Energie dieses Mannes schuldig, der, mit den schweren Sorgen der traurigen Gegenwart belastet, als Ratsherr, Gesandter und Baumeister für seine Vaterstadt tätig, Zeit und Muße findet, um den ewigen Gesetzen des Weltalls, den Kräften der Welt nachzuspüren! Neben dem ernstesten Gelehrten und dem feinsinnigen Staatsmann bewundern wir den Künstler, den uns die trefflichen Landschaftszeichnungen, die den Hintergrund für seine Versuchsanordnungen bilden, verraten. Auch die prächtige Ausstattung seiner Instrumente mit edlem Material entspringt dem gleichen künstlerischen

¹⁾ Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg.

²⁾ Bei der Grundsteinlegung des deutschen Museums (der Meisterwerke der Naturwissenschaft und Technik) zu München 1906.

Streben. In ihm vereinigten sich wie bei Goethe alle menschlichen Betätigungen zu einer großen Einheit.

Wir sehen in ihm aber auch den ersten deutschen Ingenieur, so nennt er sich mit Stolz auf einer Inschrift zu einem von ihm angefertigten Apparat, und hier liegt seine Bedeutung auch für unsere Gegenwart. Sein Meisterwerk ist die Luftpumpe. Von ihr führt ein gerader Weg zur Dampfmaschine¹⁾, deren Vollendung durch James Watt (1736—1819) der menschlichen Kultur eine neue Richtung gab. Guericke zeigte, welche gewaltige Kraft in dem gegen den luftleeren Raum wirkenden Luftdruck steckt. Wie sein Freund, Professor Schott aus Würzburg, 1664 berichtet²⁾, fühlte er bei seiner Veranlagung, Erkenntnis mit praktischer Tätigkeit zu vereinigen, bereits den Drang, darüber nachzudenken, wie man den Luftdruck nutzbar machen kann. Auf diese Anregung hin konstruierte der berühmte Physiker Chr. Huygens 1675³⁾ eine Wasserhebemaschine, den Urahn der für den Antrieb von Luftfahrzeugen, Automobilen und neuerdings auch Schiffen unentbehrlichen Verbrennungskraftmaschinen. Bei dieser Maschine wurde der erforderliche luftleere Raum, der das Wasser zum Aufsteigen zwang, durch Explosion von Pulver hervorgerufen. Denis Papin, der bereits Huygens bei den erwähnten Versuchen geholfen hatte, hat 1687 dem Landgrafen von Hessen eine ähnliche, noch recht unvollkommene Maschine vorgeführt, die aber zu Arbeitsleistungen nicht taugte. Durch den Mißerfolg wurde er als erster auf den Gedanken gebracht, den luftleeren Raum durch Kondensation von Wasserdampf zu erzeugen. Eine darauf sich gründende Maschine, die erste wirkliche Dampfmaschine, setzte er 1690 in Marburg in Betrieb. Sie diente nachher

¹⁾ J. Matschos, Geschichte der Dampfmaschine, Berlin 1901, sowie den Vortrag von Slaby und den Vortrag von Poste zu Guericke's dreihundertstem Geburtstag im November 1902 vor der deutsch-physikalischen Gesellschaft.

²⁾ In seinem Werk Technica curiosa (Technische Neuigkeiten).

³⁾ Huygens 1629—1695. — Papin 1647—1714; war bis 1680 zusammen mit Huygens in Paris; dann 1681 bei Boyle; 1688—1707 Professor in Marburg.

dazu, ein Boot auf der Weser zu treiben. Robert Hooke¹⁾, der Mitarbeiter von Boyle, Guerics Konkurrent in England, machte Newcomen und Cawley auf die Papinsche Maschine aufmerksam. Von ihnen wurde 1705 die Dampfmaschine erheblich verbessert und in einen wirklichen Betrieb eingeführt, indem sie die Grubenwässer in den Kohlenfeldern Englands emporhob. Schrittweise vervollkommnet wurde ihr die letzte wesentliche Verbesserung durch James Watt zuteil. So baut sich auf den von Guerice gelegten Samen das Zeitalter der Maschine, des Verkehrs, auf.

Der Gedanke, daß ein Vakuum (d. i. ein luftleerer Raum) in der Natur möglich sei und sich durch einfache Mittel verwirklichen lasse, hat sich so als ungemein fruchtbar erwiesen. Ursprünglich ein rein theoretischer Widerspruch gegen herkömmliche philosophische Träumereien hat er, ausgeponnen von einem auf realem Boden stehenden großen Geist, einen lebensvollen Inhalt bekommen.

Schon die Mitwelt wurde dieser Bedeutung Guerics gerecht. Könige, Fürsten, Priester und Gelehrte wetteiferten, ihm persönlich ihre Anerkennung zu zollen. Seine Verdienste ehrte Kaiser Leopold 1666 durch die Verleihung des Reichsadels²⁾. Vor allem ist es der Große Kurfürst, der scharfsinnig die Wichtigkeit der Forschung für die zukünftige Entwicklung voraussah und selbst mit den Apparaten Guerics arbeitete. Alle Zeit war er ihm ein Förderer. Er ernannte ihn, ohne daß er unmittelbar in seinem Dienst stand, zum Geheimen Rat. Lebendig stand Guerics Wirksamkeit als Geistesbefreier vor seinem Auge. Guerice verstand es auch meisterlich, mit vollem Nachdruck die Bedeutung seiner Forschungen klarzulegen. Der logischen Beweiskraft seiner drastischen, einzigartigen und mustergültigen Versuche vor Fürsten und edlen Herren konnte sich niemand entziehen. Da zerflatterten die Träume der herrschenden Philosophie, da verschwanden die auf Aristoteles aufgebauten scholastischen Grundsätze, welche dem Menscheng Geist so tiefe Wunden geschlagen und ihn

¹⁾ Hooke 1635—1722; Boyle 1627—1691.

²⁾ Seitdem schreibt er sich Guerice und nicht, wie vorher, Gerice.

Jahrhunderte lang in Fesseln gelegt hatten. Hier zeigten sich die exakten Forschungen zum ersten Male in der großen Öffentlichkeit im vollen Licht des Tages, ohne Gefahr zu laufen, als Zauberei angesehen zu werden. Damit wurde der weiteren voraussetzungslosen Forschung freie Bahn geschaffen. Nicht wieder brauchte ein *G i o r d a n o B r u n o* verbrannt, ein *Galilei* gedemütigt ¹⁾ zu werden. Gelehrte, Techniker und schließlich alle Geisteshelden brauchten künftighin nichts mehr als ihr Gewissen zu fürchten. Von welchem Mann dieser Zeitepoche ist wohl eine gleiche fruchtbare Wirksamkeit ausgegangen?

Aus *Guerickes* Leben.

Liebevoll ist man seinen Spuren nachgegangen. Das getreuste Lebensbild verdanken wir einem Bürger Magdeburgs, *Friedrich Wilhelm Hoffmann*, dem Verfasser der Stadtgeschichte ²⁾. *Guericke* entstammt einer angesehenen, bis in den Anfang des vierzehnten Jahrhunderts zu verfolgenden Patrizierfamilie. Im Jahre 1315 verließ ein *Guericke* seine Geburtsstadt Braunschweig, um nach Magdeburg überzusiedeln. Eine große Reihe seiner Nachkommen gelangten zu hochangesehenen Stellungen im Rat der Stadt. Einige waren Bürgermeister. Der Vater *Ottos*, *Hans*, geb. 1555, trat nach Vollendung von staatswissenschaftlichen Studien 1578 in den Dienst des Königs von Polen, *Stefan Batory*, und nahm an Gesandtschaften an die Höfe von Kopenhagen, Stockholm, Moskau und Konstantinopel teil. Für die geleisteten Dienste erhielt er den polnischen Reichsadel. 1586, nach dem Tode seines Gönners, kehrte er in seine Vaterstadt zurück und widmete sich der Bewirtschaftung seiner beiden Rittergüter. Zugleich nahm er das Amt eines Stadtkämmerers an. 1608 bis zu seinem Tode 1620 war er Vorsitzender des Magdeburger höchsten Gerichts. Er verheiratete sich in zweiter Ehe am

¹⁾ Das geschah im Jahr 1633; *G. Galilei* lebte von 1564—1642; *Bruno* von 1550—1600.

²⁾ Diese erschien 1874.

25. Januar 1602 mit Anna v. Zweidorff (1580 bis 1666). Am 20. November 1602 wurde Otto als einziges Kind dieser Ehe geboren.

Dem Reichtum und Ansehen seiner Familie entsprechend auf das beste erzogen und vorgebildet, bezog er 1617 in seinem fünfzehnten Lebensjahr die Universität Leipzig, um Jura zu studieren. Als die Kriegsfaçel 1620 Sachsen bedrohte, ging er an die Universität Helmstedt. Dort blieb er nur kurze Zeit bis zum Tode seines Vaters. 1621 finden wir ihn in Jena, 1623 in Leyden, dem damaligen Mittelpunkt des geistigen Lebens. Hier wurde das Interesse für die Naturwissenschaften in ihm erweckt. Er beschäftigte sich neben den neueren Sprachen mit Mathematik, Physik, Astronomie und besonders mit angewandter Mathematik, zu welchem Sache man die damals bekannten Ingenieurwissenschaften (Mechanik, Festungsbau) rechnete. Nach Abschluß des Studiums unternahm er, wie es für einen jungen Weltmann erforderlich war, eine neunmonatliche Bildungsreise nach England und Frankreich. Ähnlich wie ein anderer großer Deutscher, Goethe, früh reif, war er auch in jungen Jahren bereits in angesehenster Stellung. 1626 in den Rat der Stadt gewählt und als Ratsbaumeister tätig, verheiratete er sich mit einer Dame aus dem mit den Guerikes verschwägerten Geschlecht der A l e m a n n s , deren Glieder vielfach auch dem Rat angehört hatten. Von seinen Kindern blieb nur ein ebenfalls Otto genannter Sohn am Leben. Die erste Frau Guerikes starb 1645. Er verheiratete sich wieder 1652. Einige Jahre darauf, 1655, verheiratete sich auch sein Sohn. Dessen Frau starb aber nach kurzer Zeit, und erst 1662 verheiratete auch dieser sich wieder. In der Zeit ihrer Witwerschaft fanden Vater und Sohn eine Hauptstütze an Guerikes Mutter Anna, die den gemeinschaftlichen Haushalt führte. Bei dem innigen Zusammenleben der Familienmitglieder können diese Ereignisse nicht ohne Einfluß auf die Lust zur wissenschaftlichen Betätigung Guerikes gewesen sein. Man muß daher diese Daten berücksichtigen, wenn man die Zeit seiner Entdeckungen und Erfindungen feststellen will.

1629 sind Guerikes glücklichste Jahre vorüber. Es beginnt die Zeit der großen Anspannung im Dienste der

Stadt, einem Dienste, dem er sich nahezu 50 Jahre gewidmet hat. An allen Maßnahmen friedlicher oder kriegerischer Natur, durch die es galt, Magdeburg zu verteidigen, ist er hervorragend beteiligt. 1629 wird die Stadt von Wallenstein blockiert. Innere Streitigkeiten brechen aus, ein neuer Rat wird gewählt. Guericke genoß aber schon damals ein solches Ansehen, daß er, obwohl Gegner des neuen Rats, doch Ratsherr blieb. Durch die Rückkehr des vertriebenen Administrators und durch die Anwesenheit des schwedischen Obersten v. Salckenberg werden die Streitigkeiten noch gesteigert. Dadurch wird die Widerstandskraft der Stadt bei der am 20. März 1631 durch Tilly beginnenden Belagerung¹⁾ gehemmt. Auch die Wachsamkeit Guerickes konnte schließlich nicht verhindern, daß die Stadt am 20. Mai von Tilly im Sturm genommen wurde, nachdem der Rat wegen des in Aussicht gestellten nahen Entsatzes dem kaiserlichen Feldherrn auf seine Aufforderung, über die Übergabe zu verhandeln, nicht rechtzeitig geantwortet hatte. 20 000 Bürger und fast alle Gebäude bis auf einige Steinbauten fielen zum Opfer. Guericke und den Seinen blieb nur das nackte Leben. Nach seiner Angabe rettete ihn seine Kunstfertigkeit, die mit einem Dukaten entlohnte Reparatur einer erbeuteten Taschenuhr für einen kaiserlichen Offizier, im Augenblick vor der äußersten Not. Nur kurze Zeit durfte er auf einem in der Stadt gelegenen verschonten Besitztum eines Oheims²⁾ verweilen, der mit einigen kaiserlichen Offizieren bekannt war. Ins Lager der Kaiserlichen geführt, mußte Guericke sich und die Seinen durch ein außerordentlich schwer zu beschaffendes Lösegeld freikaufen.

Wir finden ihn dann als Generalquartiermeister und leitenden Festungsingenieur im Dienste Gustav Adolfs bei der Befestigung Erfurts. Der Sieg Gustav Adolfs

¹⁾ Die Vorgänge sind von Guericke selbst dargestellt. 1860 erschien eine deutsche Übersetzung durch S. W. Hoffmann (s. diese Quellenbücher, Nr. 6).

²⁾ Dieser ist später durch diese Beziehungen sowie durch die Bereitwilligkeit, die Verhandlungen mit Tilly zu übernehmen, in den unverdienten Verdacht des Verrats gekommen.

bei Breitenfeld über Tilly ermöglichte den Einwohnern Magdeburgs unter dem Schutze des schwedischen Generals Bañer die Rückkehr. Anfang 1632 ist Guerike wieder dort und wirkt hervorragend bei dem Wiederaufbau der Stadt. 1637 ist er endlich wieder so weit, daß er nach Überwindung der anfänglichen finanziellen Bedrängnis mit stetig wachsendem Erfolge seine Güter bewirtschaften und seine Brauereigerechtigkeit ausüben kann. Zugleich aber wird seine Arbeitskraft auch noch durch die politischen Schwierigkeiten der Stadt erheblich in Anspruch genommen. Es galt, die Stadt von den schweren Garnisonverpflichtungen zu befreien. Es galt aber noch mehr: Es beginnt der 40 Jahre dauernde Kampf um die Rechte Magdeburgs als freier Reichsstadt, die sich auf einen Erlaß Kaiser Ottos I. aus dem Jahre 940 gründen. Diese Rechte wurden der Stadt von dem kursächsischen Administrator des unmittelbar an die Stadt grenzenden Erzstifts Magdeburg und dann von dessen Erben, dem Großen Kurfürsten, bestritten. Zeitweilig schien ein Erfolg zu winken, solange die Schweden Torstenson und der berühmte Kanzler Oxenstierna (gest. 1654) lebten. Sie unterstützten die Stadt in der Absicht, zu verhindern, daß größere, ihrer Macht gefährliche Territorialherren in Norddeutschland hochkämen. Guerike mußte weite und lange dauernde Reisen für die Stadt mit großen persönlichen Opfern und schmerzlichen Entbehrungen unter Vernachlässigung seiner eigenen wirtschaftlichen Interessen ausführen, ohne doch die ausbedungenen Entschädigungen zu erhalten. Er war 1645 zu einem der vier Bürgermeister gewählt worden, einem Posten, den er 30 Jahre lang, hoch angesehen, bekleidet hat. Wenn Magdeburg in dem ungleichen Kampf gegen seinen mächtigen Nachbarn ehrenvoll abschnitt, so wurde das nur erreicht durch die Tüchtigkeit seines Bürgermeisters. Allen Bemühungen zum Trotz waren es schließlich nur die anderen freien Reichsstädte, die sich für Magdeburgs Schicksal erwärmten. Den einzigen Dank, den die Stadt in ihrer bedrängten finanziellen Lage ihrem Bürgermeister gewähren konnte, war die Befreiung von städtischen Lasten, ein Privileg, das man später hintenherum wieder aufheben wollte.



Seine Reisen begannen 1642 nach Dresden und Leipzig, 1645 weilte er dort wiederholt, ebenso mehrere Monate Anfang 1646. Oktober 1646 bis August 1647 ist er als Kommissar der Stadt Magdeburgs bei den Friedensverhandlungen in Osnabrück. Nicht lange konnte sich Guericke der Ruhe freuen. Im Frühjahr 1649 mußte er wieder einige Monate nach Osnabrück, im Sommer nach Nürnberg, im Herbst nach Wien, wo er direkt mit der kaiserlichen Kanzlei verhandelte und wiederholt beim Kaiser in Audienz war; $1\frac{3}{4}$ Jahre, bis Frühjahr, blieb er dort; im September 1652 finden wir ihn wieder auf der Fahrt nach Prag zum Hoflager des Kaisers. Nach seiner Rückkehr mußte er das Amt des regierenden Bürgermeisters wahrnehmen, wobei er segensreiche Anordnungen für Finanzen, Kirche und Schule traf. Dann wanderte er zum Reichstag nach Regensburg, der, Ende Juni 1653 eröffnet, bis Mitte Mai 1654 dauerte.

Die Verhältnisse wurden immer ungünstiger für Magdeburg. Kurbrandenburg verlangte als Erbe des Erzstifts auch von der Stadt Magdeburg die Huldigung. Die Stadt versuchte nochmals, sich den brandenburgischen Fingern zu entwinden. Mitte 1659, zum Regierungsantritt Kaiser Leopolds, ist Guericke wieder in Wien. Bei diesen letzten fruchtlosen Verhandlungen, die er für die Stadt führte, erkrankte er schwer und konnte erst Anfang 1660, notdürftig wieder hergestellt, zurückkehren. Bei dieser letzten Reise sah er immer mehr ein, daß die Stadt nicht mehr zu retten war. Aber erst im Jahre 1666, als Brandenburg mit Waffengewalt drohte, leistete die Stadt, so schmerzlich es auch war, die Erbhuldigung. Nach langem Sträuben mußte sie auch eine brandenburgische Besatzung aufnehmen. Daß alles noch einigermaßen glimpflich für die Stadt abging, ist das Verdienst Guericke's, der sich inzwischen klar geworden war, daß das Heil für die wirtschaftliche Entwicklung der Stadt nur in dem Anschluß an ein größeres, aufstrebendes politisches Gebilde liegen konnte. Auch unter diesen veränderten Umständen behielt Guericke als Vertrauensmann des Großen Kurfürsten das Bürgermeisteramt noch zehn Jahre, bis Anfang 1676, bei. Im Dienste der Stadt noch bis 1678, war er zuletzt mit der Beaufsichtigung der Ratsapotheke betraut.

Aber das Verhältnis zu den maßgebenden Persönlichkeiten der Stadt war schon lange nicht mehr das alte; man warf ihm Gesinnungswechsel vor und brachte ihm manche Nadelstiche bei. Er wurde in häßliche Streitigkeiten verwickelt, die ihm zugestandenen Privilegien wurden nicht mehr beachtet, die rückständigen Gehälter nicht mehr ausgezahlt. Trotz wiederholtem Eingreifen seines großen Gönners tam Guericke nicht zu seinem Recht, wodurch ihm noch die letzten Lebenstage arg verbittert wurden. Als im Jahre 1681 die Pest ausbrach, verließ er Magdeburg und verlegte seinen Wohnsitz in das Haus seines Sohnes, der in Hamburg fürbrandenburgischer Gesandter war. Dort starb er am 11. Mai 1686.

Guericke als Physiker.

Durch seine überzeugenden Versuche auf dem Reichstag zu Regensburg 1654 ist Guericke der Bahnbrecher für die auf Erfahrung sich gründende Forschung (den Empirismus) geworden. Er trug den Gedanken des planmäßigen Versuchs, dem allein die Technik und Naturwissenschaft ihre Entwicklung verdankt, in die weitesten Kreise. In ihm und durch ihn wird bei der großen Menge der Gebildeten die mittelalterliche Scholastik endgültig überwunden. Die Anhänger der Scholastik, den Spuren von Thomas von Aquino ¹⁾ folgend, sahen die Dinge nicht wie sie waren, sondern wie sie hätten sein müssen, wenn sie in ihr dogmatisches System passen sollten. In Guericke wurde, wie er selbst sagt, der Geist Bacos v. Derulam ²⁾ lebendig, der zuerst klar die Ziele der Forschung dargelegt hatte. „Ein Beweis, der auf der (empirischen) Erfahrung beruht, ist unter allen Umständen einem Schluß, der nur auf verstandesmäßiger Überlegung beruht, vorzuziehen.“

¹⁾ Der Dominikaner Thomas von Aquino lebte 1224 bis 1274; er schloß sich in seinen Lehren eng an Aristoteles an und wurde später heilig gesprochen. Seine Anschauungen sind noch heute maßgebend für die katholische Lehre.

²⁾ Baco, Kanzler der Königin Elisabeth von England 1561 bis 1626. Sein Hauptwerk über die Methodik der Wissenschaften erschien 1620.

Guericke tritt ebenbürtig ¹⁾ an die Seite der großen Meister des 17. Jahrhunderts, deren Wirken wir die Fundamente des Wissens unserer Zeit verdanken. Es ist das Zeitalter eines Galilei und Torricelli in Italien, eines Pascal in Frankreich, in England eines Boyle und Newton, des Entdeckers des wichtigsten Gesetzes, daß zwischen den Körpern überall die gleiche Schwerkraft wirkt. In Deutschland ist allein Kepler ²⁾ der Träger großzügiger Ansichten, dessen Forschungen von dem weltumfassenden Gedanken von gesetzmäßigen Beziehungen zwischen sämtlichen Weltkörpern geleitet sind. Der dem sterbenden Kepler entfallene Führerstab ist von Guericke aufgenommen worden. Seine Leistungen sind um so bewundernswürdiger, da er auf sich allein gestellt war. Er gehörte keinem Lehrkörper einer Akademie oder Universität an, die ihm ihre Unterstützung hätte gewähren können. Praktischer Blick, gepaart mit starker künstlerischer Einbildungskraft, führt ihn den Weg zur Erkenntnis und hilft ihm, die Vorstellungen durch zum großen Teil mit eigener Hand vollendete Mechanismen ³⁾ zu verwirklichen. Wie Goethe sieht er im Kleinen das Große, im Teil das Ganze. Die ihn mit unwiderstehlicher Gewalt erfüllende Idee, daß alle Erscheinungen im Weltall, im Himmel und auf Erden denselben Kräften unterworfen seien, treibt ihn über alle Hindernisse seines Berufslebens hinweg, in welchem er abwechselnd als Staatsmann, Verwaltungsbeamter, Jurist, Architekt, Ingenieur und Gutsherr tätig war. Dieser Idee opfert er sein Vermögen. Die Betrachtung des Aufbaus der Welt,

¹⁾ In allen Geschichtswerken der Physik (z. B. von Fischer, Gehler-Münde, Gerland), vor allem in der klassischen Darstellung von Poggendorff (1879) ist diese Bedeutung Guericke's hervorgehoben.

²⁾ Evangelista Torricelli 1608—1697; Blaise Pascal, Privatgelehrter wie G. 1623—1662; Isaac Newton 1642—1726; Johannes Kepler 1571—1630.

³⁾ Er war so geschickt, daß er 1632 ein Astrolabium und eine Wasserwaage verfertigte. Wir kennen aber auch ein von ihm verfertigtes vergoldetes Schreibzeug, das mit einem Uhrwerk verbunden war, das die Bewegung der Himmelskugel nachahmte. Es wurde von der Stadt Magdeburg 1646 dem Marschall Torstenson gewidmet.

die bei seinen Zeitgenossen nur zu den dogmatischen Spielereien gehörte, ist der Ausgangspunkt seiner tief-sinnigen Gedanken. Im Kapitel I des zweiten Buches seines großen Werkes heißt es: „Die gewaltige Größe der Himmelskörper und ihre, dem menschlichen Verstand ganz unfassbaren Entfernungen machten mich staunen. Besonders aber verletzete mich jener ungeheure leere Raum, der sich zwischen ihnen ausdehnt, in Bestürzung und erweckte in mir die beständige Begier des Forschers, einen Raum auf der Erde herzustellen von den gleichen Eigenschaften, wie sie der Weltraum besitzt.“ Diese Ansicht widersprach der Auffassung, welche von den Philosophen seit Aristoteles bis zu Descartes¹⁾ vertreten wurde, daß die Natur keinen leeren Raum zulasse, „denn wo keine Substanz vorhanden sei, könnte ja auch keine Ausdehnung bestehen, da Ausdehnung und Substanz untrennbare Begriffe bildeten. Wo keine Ausdehnung vorhanden sei, könne auch kein Raum sein, denn ein Raum ohne Ausdehnung sei undenkbar. Wollte man also einen leeren Raum herstellen, so würden die Wände dieses Raumes zusammenfallen.“ Guericke hatte die zutreffende Auffassung, daß der Raumbegriff durchaus nicht an den Stoff gebunden sei, und wie er im Vorwort seines Werkes bemerkt, war es ihm klar, daß über diese philosophischen Theorien nur der Versuch entscheiden könne. Zunächst untersuchte er die Eigenschaften des lusterfüllten Raumes auf der Erde. Er zeigte, daß die Luft eine besondere Substanz sei, und nicht, wie Aristoteles lehrte, eine der vier Grundeigenschaften der allgemeinen Substanz (ein Element) darstellte. Sie ist der Schwere unterworfen, hat eine bestimmte Dichte, übt einen meßbaren Druck aus, ist vollständig elastisch und breitet sich daher überallhin aus. Dann

¹⁾ Aristoteles von Stagira auf Chalkidike 384—322 v. Chr., Lehrer Alexanders d. Gr., verfaßte zahlreiche Schriften über Physik, betitelt: Über den Himmel, Über die Welt, Über die Mechanik. — René Descartes (Cartesius) 1596—1650; 1644 erschien sein Hauptwerk *Principia philosophiae* (Grundlage der Philosophie), in dem sich Auffassungen über die Substanz und den Raum finden, die erst von Kant auf sicheren Boden gestellt wurden.

zeigt er, wie man mit der von ihm erdachten und gebauten Luftpumpe die Luft entfernen kann. Er weist nach, daß der leere Raum unkörperliche Kräfte ungehindert durchläßt.

Durch die von ihm erfundenen Instrumente, Wasserbarometer und Manometer, weist er nach, daß der Druck des Luftmeers auf der Erde veränderlich sei. Indem er den Zusammenhang von Luftdruck und Wetter erkennt, wird er der Vater der Meteorologie. Seine Ideen verwirklicht er in dem bekannten Wettermännchen, das er, um seine Wichtigkeit in den Augen seiner Zeitgenossen zu heben, aufs verschwenderischste ausstattete¹⁾. Mit diesem Apparat konnte er einen schweren Sturm 1660 voraus sagen. Er umgab ihn aber mit einem großen Geheimnis, in welches nach dem Zeugnis seines Sohnes nur der Große Kurfürst, mit dem er kurz nach 1660 in engere Berührung gekommen ist, eingeweiht war.

Wichtige Ansätze zu weiteren Forschungen bilden seine Versuche über die Verbrennung (Abschnitt 13) und über die Festsetzung des Gefrierpunktes des Wassers als Fundamentalphunkt für die Thermometer (Abschnitt 37).

Über die Reihenfolge seiner Entdeckungen sind wir nur dürftig unterrichtet. Er selbst hat in seinem 1663 vollendeten Werk seine Versuche, Entdeckungen und Erfindungen, nach logischen Gesichtspunkten geordnet, dargestellt. Da auch die meisten seiner Briefe verloren gegangen sind, ist man im wesentlichen auf die Angaben von Kasparschott²⁾ in dessen Werken und auf Wahrscheinlichkeitsschlüsse, die sich aus seiner aktenmäßig feststehenden Berufstätigkeit ergeben, angewiesen. Die Vollendung des Astrolabiums 1632 deutet darauf hin, daß er bereits vor der Zerstörung Magdeburgs sich mit naturwissenschaftlichen Studien abgab. Seine wichtigste Erfindung ist die Luftpumpe zur einwandsfreien Herstellung des luftleeren Raums. Zwar war es Torricelli 1643 durch seinen Versuch mit dem Quecksilberbarometer gelungen, einen luftleeren Raum über Quecksilber herzustellen. Aber die Beweis-

¹⁾ Näheres siehe in Friedrich Wilhelm Hoffmanns Lebensbeschreibung Guericke's.

²⁾ 1608—1666.

kraft seines Versuches war gering. Der luftleere Raum war so klein, daß man kaum mehr als sein bloßes Vorhandensein erkennen konnte. Über die Eigenschaften¹⁾ war nichts auszusagen. Guericke's erste Versuche waren sehr unvollkommen, wie man aus den Abschnitten I—III der ersten Buches seines Werkes, das hier in Übersetzung wiedergegeben ist, entnehmen kann. Allmählich verbesserte er aber die Apparate. Abschnitt IV zeigt die endgültige Form, welche im Jahre 1662 hergestellt ist, wie aus einem von Schott mitgeteilten Briefe hervorgeht. Diese Form hat auch die im Deutschen Museum in München aufbewahrte Luftpumpe. Wie in den Abschnitten VII und VIII angegeben ist, erhielt man mit dieser Einrichtung ein so hohes Vakuum, daß die Erscheinungen der Kohäsion (des Hängenbleibens einer Wassersäule in einer Röhre) und des Wasserhammers (das harte Zusammenprallen von Wasserteilchen gegeneinander und mit der Wand) eintraten. Die Kohäsion war so stark, daß erst durch Umkehren der Röhre und durch heftigen Stoß das Wasser zum Abreißen gezwungen wurde.

Vielfach, namentlich in England, ist dem berühmten Robert Boyle²⁾ die Erfindung einer zuverlässigen Luftpumpe zugeschrieben worden. Durch die Schrift von Schott 1657 lernte er die Versuche Guericke's kennen. In Verbindung mit Robert Hooke stellte er mit einer etwas verbesserten, aber immer noch recht einfachen Form der Luftpumpe eine Reihe von Versuchen an, die er Ende 1659 in englischer und 1661 ausführlicher in lateinischer Sprache beschrieb. Er erwähnt hierbei jedoch ausdrücklich Guericke und hält es für seine Pflicht, anzuerkennen, was er der Bekanntschaft mit dessen Leistungen zur Erzeugung wirkungsvoller Vakuas verdanke. Es heißt bei ihm:

¹⁾ Die Herstellung eines Vakuums mittelst Quecksilbers hat erst in den letzten Jahrzehnten Bedeutung gewonnen, als praktische Quecksilberpumpen hergestellt waren, die sich zum Auspumpen von Glühlampen, Geißleröhren und Röntgenröhren eigneten.

²⁾ 1626—1691; ihm verdanken wir das Gesetz über den Zusammenhang zwischen Druck und Volumen der Gase, als dessen Urheber später meist Mariotte galt. Über die Auffassung in England siehe S. Postle, Zum Gedächtnis Ottos v. Guericke; Verhandlungen der deutsch-physikalischen Gesellschaft, 1902, S. 368.

„Ein edler und geistreicher Mann, der Bürgermeister von Magdeburg, hat unlängst in Deutschland Glasgefäße luftleer gemacht, indem er die Luft durch die Mündung eines in Wasser getauchten Gefäßes herausgesaugt hat.“ Wenn auch Guericke selbständig 1662 zu der endgültigen Pumpenform ¹⁾ gelangte, so verdankt er doch Boyle ²⁾ die richtige Auffassung von der Elastizität und dem Ausdehnungsvermögen der Luft. Bis 1662 glaubte er, daß die Luft wie ein fester Körper aus dem Rezipienten in den Stiefel der Luftpumpe herabsinke, und entsprechend war auch die Anordnung der Versuche. Nach dem Erscheinen der Arbeit von Boyle überzeugte er sich jedoch, daß die Herstellung eines Vakuums lediglich auf der Spannkraft der Luft beruhe. Brachte er den Rezipienten tiefer als die Luftpumpe an, so wurde die Luft gerade so gut wie vorher ausgepumpt, als der Rezipient höher stand (Abschnitt XXXIII). In seinem Werk ist keine Spur von der alten Vorstellung über die Mitwirkung der Schwere der Luft vorhanden. Im Abschnitt XI S. 52 sind gerade die schlagendsten Beweise für die gleichmäßige und schnelle Ausbreitung der Luft auch gegen die Schwere mitgeteilt.

Die Herstellung seiner ersten Luftpumpe, mit der er die Versuche in Regensburg 1654 ausführte, wird gewöhnlich in das Jahr 1650 gelegt; wie wir aber gesehen haben, war er in den Jahren 1646—1651 nur kurze Zeit in Magdeburg, und in diese Zeit fallen alle wichtigen Verhandlungen, die mit dem westfälischen Friedensschluß zusammenhängen. Erst nach 1660 hörte für ihn die Teilnahme an zeitraubenden Verhandlungen auf, und diese Muße hat er benutzt zu neuen

¹⁾ Gerland hat die Verdienste Guericques klarge stellt (s. eine Abhandlung in den Annalen der Physik vom Jahre 1883 und die Geschichte der physikalischen Experimentierkunst vom Jahre 1899). Boyle ist der Rezipient mit durchsichtigen Wänden und abnehmbarem Deckel zu verdanken; Huygens der Luftpumpenkolben (1661), Huygens und Papin (1672) die Druckmessung für niedrigen Druck, Papin (1674) die Verbindung zweier Stiefel (Stempel) und die Ventile.

²⁾ Schon Pascal hatte eine richtige Vorstellung von den Eigenschaften der Gase. Über das Verhältnis Guericques zu Boyle, siehe: Briefe aus dem Jahr 1662 (technica curiosa S. 53 u. 74).

großen Versuchen und zur Anfertigung seines Werkes. Die knappe Zeit von August 1647 bis März 1649 hat er vermutlich nur zur Herstellung der Halbkugel und Vorbereitung der anderen Aufsehen erregenden Versuche anwenden können, was auch im Einklang mit einer Bemerkung Schotts in seinem Werk 1657 steht. Nach Zener¹⁾ müssen die ersten Versuche über die Luftleere bereits weit vor 1646 vorgenommen worden sein. Am ehesten passen sie für die Zeit von 1632 bis 1638, in welcher er durch amtliche und häusliche Arbeiten weniger in Anspruch genommen war als später. Wir wissen, daß er in dieser Zeit Muße hatte, größere Apparate anzufertigen, wie das Astrolabium.

Das Wasserbarometer, mit dem Guericke die Steighöhe des Wassers bestimmte (Abschnitt XIX), entstand nach seinen eigenen Schilderungen erst nach dem Reichstag zu Regensburg. Die ersten Versuche waren noch ungenau; die Höhe nahm er zu ungefähr 20 Ellen an, wie in einem Brief an Schott vom Juni 1657 steht. Erst kurz darauf machte er genaue Messungen, die ihn den Zusammenhang von Wetter und Barometer lehrten. Das Wettermännchen ist nach Hoffmanns Lebensbeschreibung wahrscheinlich 1658 vollendet worden. Die Untersuchungen über die Dichte der Luft und die Bestimmung ihres Gewichts durch die Wage (Abschnitt XXI), die Versuche mit einem zylindrischen Gefäß, bei dem der Luftdruck auf einen hineinplassenden Stempel die Kraft von 40 Männern überwinden kann (Abschnitt XXVI), fallen in die Zeit von 1660 bis 1662.

Guerikes elektrische Untersuchungen.

Guericke hat auch auf dem Gebiete der Elektrizitätslehre bahnbrechend gewirkt. Es kann auf die ganz selbständig gefundene Ansicht hingewiesen werden, daß die Elektrizität eine besondere physikalische Kraft ist und von Wärme, Magnetismus oder Massenanziehung verschieden. Die Elektrizität sei ein Imponderabile, eine unkörperliche Kraft. Diese Vorstellung, welche für die gesamte spätere Entwicklung maßgebend ist, hat die recht abenteuerlichen

¹⁾ Zeitschrift, enthaltend eine Übersetzung des vierten Buchs von Guericke's Werk zu Ehren des ersten Elektrikerkongresses in Paris 1881. Gerland tritt aber dieser Auffassung nicht bei.

Ansichten¹⁾ verdrängt, daß die Elektrizität ein mehr oder weniger feiner materieller Ausfluß der Körper sei, dessen Seinheit von der Natur der ihn aussendenden Körper abhängt. Diese Ausflüsse sollten sich bis auf ein für jeden Stoff verschiedenes Maß vom Ursprungsort entfernen und dann dorthin zurückkehren. Guericke kam zu seiner wichtigen Erkenntnis durch überzeugende Versuche, daß die Elektrizität Eigenschaften zeigte, die andere Naturkräfte nicht besaßen. Sie wirkte anziehend und abstoßend, sie konnte fortgeleitet werden. Diese Versuche sind wohl auch in das dritte Jahrzehnt seines Lebens zu verlegen, einem Lebensalter, in dem nach den Erfahrungen bei anderen großen Naturforschern die entscheidenden Taten vollbracht werden. Seine Arbeiten stellen den ersten Fortschritt nach denen von W. Gilbert im Jahre 1600 dar, dem Leibarzt der Königin Elisabeth²⁾, der die Lehre vom Elektromagnetismus begründete. Bis man wesentlich weiter gelangte, dauerte es wieder fast ein Jahrhundert. Die Arbeiten von Dufay, welcher zuerst positive und negative Elektrizität unterschied, fallen in das Jahr 1733³⁾, die Konstruktion der Kleistschen Flasche⁴⁾ in das Jahr 1745.

Zu seinen Versuchen brauchte Guericke ganz einfache, anspruchslose Mittel. Die von ihm erfundene Elektrifiziermaschine ist eine mechanisch gedrehte Schwefelkugel, welche beim Auflegen der Hand stark elektrisch wird. Die Art ihrer Anfertigung zeigt wiederum die große Geschicklichkeit Guericke's. Eine hohle Glasugel von der Größe eines Kindskopfes wurde mit Schwefelpulver gefüllt. Nach Schmelzen und Erkalten des Schwefels wurde die Glashülle zertrümmert und die entstandene Kugel aus Schwefel in der Mitte durchbohrt und auf eine eiserne Axe gesteckt, die auf einem hölzernen Gestell lag und mit einer Kurbel verbunden war. Diese Maschine, die bis zum Ablauf des 18. Jahrhunderts nicht wesentlich verbessert wurde, trägt

¹⁾ N. Cabão (1585—1650), 1644 erschien das Hauptwerk; auch Robert Boyle hatte eine ähnliche Auffassung wie Cabão.

²⁾ Lebte 1540—1603.

³⁾ Ch. de Dufay (1698—1739).

⁴⁾ Auch Leydener Flasche, da 1746 Cunäus in Leyden eine ähnliche Konstruktion fand.

noch heute den Namen Guericke's. Durch sie wurde zuerst die Umwandlungsmöglichkeit von mechanischer Energie in elektrische nachgewiesen. Guericke ist somit auch der Erfinder der ersten elektrischen Maschine. Dieses Verdienst rechtfertigt es, wenn ihm auf dem ersten, mit einer großen Ausstellung verbundenen internationalen Elektrikerkongreß 1881 in Paris gehuldt wurde. Damals sah man zum ersten Male in der Öffentlichkeit die Dynamomaschine von Siemens, das elektrische Bogenlicht, die Edison'sche Glühlampe, den ersten Bleiakкумуляtor. Neben diesen Epoche machenden Erfindungen stand Guericke's Maschine. Zugleich erschien eine Festschrift, die einen Teil des vierten Buches¹⁾ von Guericke's Werk in französischer, lateinischer und deutscher Sprache enthielt. Wie schon erwähnt, ist sie herausgegeben von einem bekannten, damals in Magdeburg ansässigen Elektriker, Dr. H. Zerner,

Der Titel dieses Abschnittes seines Werkes ist bezeichnend genug für den weitumfassenden Forschungsgeist Guericke's. Die verschiedenen Gebiete der Physik werden beinahe wie in einem modernen Lehrbuche behandelt. In ihm finden sich auch die ersten Versuche über den elektrischen Funken.

Guericke's Werk.

Das Werk wurde im Jahre 1663 zum Abschluß gebracht. Es erschien erst im Jahre 1672 und zwar bei einem niederländischen Verleger; in Deutschland hatte niemand den Mut dazu. Als Honorar erhielt er „75 Freieremplare“. Ursprünglich hatte Guericke nicht die Absicht, über seine Versuche zu schreiben, nachdem sein Freund, Professor Schott, zwei Werke verfaßt hatte, das eine betitelt *Mechanica hydraulica pneumatica* (erschien 1657), das andere betitelt *Technica curiosa* (technische Neuigkeiten, erschien 1664). In beiden ist eine große Anzahl Guericke'scher Versuche beschrieben. Immerhin blieben noch wichtige Untersuchungen übrig, über die Schott nicht berichtet hatte. Auf

¹⁾ Das dritte Buch ist stets viel eingehender gewürdigt worden, z. B. in den Geschichten der Physik von Fischer (1801), von Poggen-dorff (1879), von Gerland und Trautmüller (1899).

Drängen seiner Freunde sah Guericke sich schließlich veranlaßt, sie zusammen mit den älteren als Neue Magdeburgische Versuche zu veröffentlichen. Sie dienten aber nur als Glied und Beweismittel für seine Auffassung von der Gesamtwelt.

Das Werk ist in sieben Bände geteilt. Es umfaßt die ganze Kenntnis der damaligen Zeit, von Himmel und Erde, von Sonne, Planeten und Fixsternen. Die Anschauungen über den Weltenbau, besonders über die Stellung der Erde zur Sonne und den Planeten werden im ersten Buch erörtert. Im zweiten Buch beschäftigt sich Guericke mit den Eigenschaften des Raumes zwischen den Planeten und der Sonne. Ist der Raum unendlich oder begrenzt, ist der Raum leer oder mit einer Materie gefüllt? Diese Fragen sind der Ausgangspunkt zu den Untersuchungen des dritten und vierten Buches. Das dritte schildert seine großen Entdeckungen über die Eigenschaften der Luft und des luftleeren Raumes, das vierte behandelt alle körperlichen und unkörperlichen Eigenschaften der Stoffe. Buch V: Meteorologie und Geologie, die Gestalt der Erdoberfläche und des Luftmeeres. Auch hier sind interessante Beobachtungen eingeflochten, wie über die Magnetisierung von weichen Eisenstäben im magnetischen Meridian. Buch VI und VII: Die Bewegung der Planeten und der Fixsterne.

Bei allen diesen Darlegungen ist Guericke bemüht, auf dem Boden der Erfahrung zu bleiben. Er schildert die Welt in allen Einzelheiten. Aber alle diese Einzelheiten sind durch allgemeine Gesetze zu einem Ganzen, einer künstlerischen Einheit verbunden. Gerade diese Erkenntnis ist geeignet, uns das Werk des Ewigen zu zeigen. In der Einleitung zum zweiten Buch sehen wir ihn die gewaltige Größe des Sternenhimmels preisen, wie er sich den staunenden Augen des ernstesten Forschers darstellt. Harmonisch schließen sich daran die Worte am Ende des siebenten Buches. Mit wahrhaft Kantischen Worten sagt er da: „Dieses Sternengeheer ist wie ein Feldlager vor unseren Augen ausgebreitet, damit es . . . den Guten und Gottesfürchtigen jenen unsichtbaren Herrn offen also zeige, daß aus der recht erkannten Schöpfung die unaussprechliche Herrlichkeit des Allmächtigen klar in die Augen leuchte und uns zur inneren Einkehr einlade.“

OTTONIS DE GUERICKE
EXPERIMENTA

Nova (ut vocantur) MAGDEBURGICA

DE

VACUO SPATIO

Primùm à R. P. *Gaspare Schotto*, è Societate
Jesu, & Herbipolitanæ Academiæ Matheseos
Professore :

Nunc verò ab ipso Auctore

*Perfectiùs edita, variisque aliis Experimentis
aucta.*

Quibus accesserunt simul certa quædam

*De Aëris Pondere circa Terram ; de Virtutibus Mundanis, & Sys-
tate Mundi Planetario ; sicut & de Stellis Fixis, ac Spatio illo Immenso, quod tam
intra quam extra eas funditur.*



AMSTELODAMI,

Apud JOANNEM JANSSONIUM à WAESBERGE, ANNO 1672.

Cum Privilegio S. Cæs. Majestatis.

Otto v. Guericke

Die sogenannten neuen Magdeburgischen
Experimente über den
Luftleeren Raum,

welche zuerst von Seiner Ehrwürden Professor der
Mathematik an der Universität Würzburg Caspar
Schott, Mitglied des Jesuitenordens, beschrieben sind

Die vorliegende Ausgabe ist von dem
Autor selbst besorgt; sie ist um-
fangreicher und durch ver-
schiedene neue Ver-
suche ergänzt

Amsterdam 1672

Im Verlage von Johann Janssen v. Walsberg
(Mit kaiserlicher Druckerlaubnis)

. . . . In der Naturwissenschaft ist die Redekunst, die feine Ausdrucksweise oder die gewandte Erwiderung ohne Bedeutung, worauf schon Galilei hinwies Ein Nachweis, der sich durch den Versuch den Sinnen wahrnehmbar führen läßt, ist allen noch so wahrscheinlichen und einleuchtenden Überlegungen vorzuziehen. Erscheint doch vieles bei einer theoretischen Erörterung als wahr, das in der Wirklichkeit einer Prüfung nicht standhält Daher können die Philosophen, die sich nur auf ihre Meinungen und Anschauungen berufen und sich um Erfahrungen nicht kümmern, niemals zu sicheren und richtigen Schlüssen über die wirkliche Beschaffenheit der Körperwelt gelangen. Wir sehen ja stets, daß der menschliche Geist, sobald er sich nicht mehr auf die Erfahrung stützt, von der Wahrheit so weit abirren kann, wie die Sonne von der Erde absteht

Schon lange haben sich die Philosophen¹⁾ über die Frage mit großer Schärfe herumgestritten, ob es einen leeren Raum gibt oder nicht und welche Eigenschaften dieser Raum habe. Ein jeder hat die von ihm einmal kundgegebene Meinung mit aller Kraft wie ein Soldat verteidigt, der in seiner Burg gegen den anstürmenden Feind kämpft. Daher konnte auch ich nicht eher die Leidenschaft stillen, hinter die Wahrheit dieses so strittigen Gegenstandes zu kommen, nachdem er einmal in meiner Seele aufgetaucht war, als bis ich in meinen Mußestunden darüber Versuche angestellt hatte. Dies geschah nach verschiedenen Methoden. Die verwendete Arbeit war nicht vergebens; war es mir doch gelungen, Einrichtungen zu schaffen, um diesen immer gelegneten leeren Raum nachzuweisen. Als ich später aus Staatsinteresse zu der Reichsversammlung in Regensburg im Jahre 1654 geschickt worden war, hörten einige, die sich für derartige Gegenstände interessierten, über diese Versuche etwas Näheres. Sie baten mich darauf, etwas Ausführlicheres darüber mitzuteilen. Gegen Ende dieses

¹⁾ J. B. Descartes in den 1644 erschienenen Principia philosophiae (Grundlehren der Philosophie).

Reichstages, kurz vor dem Auseinandergehen seiner Mitglieder, wurden diese meine Versuche auch dem Kaiser, den Kurfürsten und einigen Fürsten bekannt und sie wünschten, sie noch vor ihrem Fortgang zu sehen. Ich konnte mich nicht der Pflicht entziehen, diesem Wunsche nachzukommen. Von allen am meisten interessierte sich dafür Se. Eminenz der Kurfürst Johann Philipp, Erzbischof von Mainz und Bischof von Würzburg, und er sprach den Wunsch aus, daß für ihn ähnliche Apparate angefertigt würden. Da aber ihre Herstellung wegen der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit den Handwerkern nicht möglich war, so habe ich darein eingewilligt, ihm gegen Erstattung der Kosten meine nach Regensburg mitgenommenen Apparate zu überlassen. Diese ließ er dann nach Würzburg bringen. Dort machten einige Mitglieder der Gesellschaft Jesu, welche zugleich Professoren der Würzburger Akademie waren, in Gegenwart Sr. Eminenz des Kurfürsten meine Versuche nach. Der schriftliche Bericht darüber wurde auch unter anderen einigen wissenschaftlichen Persönlichkeiten in Rom, die ihr Urteil darüber abgeben sollten, zugestellt. In erster Linie war es das Mitglied dieses Ordens, der Professor der Mathematik Kaspar Schott, der mit mir über diese Sache Briefe wechselte, und der sich noch über manche Einzelheiten informierte. In seinem 1657 verfaßten Buche über „Die hydraulisch-pneumatische Kunst“ hat er dann diese neuen, von ihm Magdeburgische genannten Experimente im Anhang beschrieben und mit Figuren erläutert.

Zu diesen dem Licht der Öffentlichkeit unterbreiteten ersten Versuchen kamen neue hinzu, und diese wurden wiederum von dem trefflichen Professor Schott 1664 in dem ersten Buch, den „Technica curiosa“ (technische Neuigkeiten), unter der Überschrift „Merkwürdige Magdeburgische Versuche“ zugleich noch mit den älteren Versuchen beschrieben. Auch andere noch haben über dieses Gebiet Mitteilungen veröffentlicht. Wohl alle, denen sie bekannt wurden, sprachen ihre unverhohlene Bewunderung aus über die Apparate und die von ihnen hervorgerufenen Wirkungen. Dafür nur ein Zeugnis. Professor Schott schreibt in der Vorrede zu den „Technica curiosa“ S. 3:

„Ich muß es freimütig bekennen und frei heraus verkünden, daß ich auf diesem Gebiet nichts Wichtigeres gesehen, gehört und kennen gelernt habe, auch glaube ich nicht, daß Ähnliches oder gar Bemerkenswerteres die Sonne seit Erschaffung der Welt beleuchtet hat. Das ist auch das Urtheil hervorragender Fürsten und gelehrter Männer, mit denen ich über diese Experimente gesprochen habe“

Ich hatte zunächst nicht die Absicht, selbst über diese Versuche etwas drucken zu lassen. Es sind aber doch noch sehr stark voneinander abweichende Anschauungen über den leeren Raum vorhanden, indem die einen meiner Auffassung beipflichten, die anderen sie aber bekämpfen. Man kann sich über die Widersprüche und die manchmal recht wunderlichen Einfälle nicht genug wundern. Diese Umstände haben mich schließlich dazu gebracht, eine ganze Abhandlung über den leeren Raum zu verfassen, aus der zu ersehen ist, wieviel wichtige naturwissenschaftliche Kenntnisse aus dem tieferen Verständnis dieser Fragen abgeleitet werden können. Die Abhandlung sollte alle abweichenden und verkehrten Anschauungen widerlegen zu Nutz und Frommen derer, die sich über diese Versuche zu unterrichten begehrten. Das Werk habe ich am 14. März 1663 vollendet. Nicht alle verschiedenen ungereimten Ansichten konnte ich richtigstellen oder zurückweisen. Dadurch wäre das Buch nicht nur reichlich lang, sondern auch für die Leser unerquicklich geworden. Dagegen sollen durch die in größerem Umfange gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse alle diejenigen, welche nicht an vorgefaßten Meinungen leiden, sondern verkehrte Auffassungen opfern können, befähigt werden, die Experimente unbefangen zu betrachten und auf der Wage der Wahrheit abzugleichen.

Wo Tatsachen vorhanden sind, bedarf es keiner Worte. Wer mit den Händen greifbare, sichtbare Erscheinungen nicht anerkennt, mit dem kann man nicht streiten oder Krieg führen, der möge an der ihm zusagenden Meinung festhalten und der Sinisternis mit den Maulwürfen folgen.

Die mathematische Wissenschaft dient nicht, sondern herrscht, indem sie sich auf die friedlichste Wahrheit fest

stützt. Über die Ergebnisse der Geisteswissenschaften kann man streiten, weil diesen die augenscheinliche Gewißheit fehlt, durch welche die mathematischen Wissenschaften wirken. Daher kann der menschliche Geist, nachdem er lange genug im Kreise der Geisteswissenschaften umhergeirrt, in der Gewißheit der mathematischen Wissenschaften mit Ruhe weilen.

Dieses mein Werk ist nicht in wohlgesetzten und feinstilisierten Worten verfaßt, und ich möchte bitten, mir etwaige Wortfünden zu verzeihen. Wir suchen die Sache selbst, nicht die Worte. Diese haben nur den Dingen selbst zu dienen, nicht aber die Dinge den Worten. Auch konnte nicht alles mit Worten zureichend beschrieben werden. Im Interesse der Kürze mußte häufig vieles ausgelassen oder mit allgemeinen Worten wiedergegeben werden

Dies Werk ist zwar schon vor vollen sieben Jahren von mir vollendet worden. Ich bin jedoch teils durch Krankheit, teils durch wichtige, schnell aufeinanderfolgende Aufträge an der Herausgabe gehindert worden. Das ganze Werk hätte sich noch länger in der Finsternis verbergen müssen. Meiner Unentschlossenheit entriß mich aber einige bedeutende Männer, die diejenige Erkenntnis als ganz unzulänglich ansahen, die nur aus Büchern ohne jede praktische Erfahrung geschöpft wird. So wurde ich bestimmt, nicht länger mehr die Herausgabe dieser Arbeit mit Rücksicht auf den Nutzen der Allgemeinheit abzulehnen und den dringenden Wünschen nachzukommen.

M a g d e b u r g , den 14. März 1670.

Drittes Buch: Die Versuche.

Abschnitt I.

Über die Luft, ihren Ursprung, ihre Beschaffenheit und ihre Eigenschaften.

Die Luft ist eine gewisse körperliche Erscheinung, welche aus Wasser und festen Körpern entweicht und sich in den umgebenden Raum ausbreitet. Man kann sagen, daß die Luft nichts anderes ist als der Atem, der Dampf oder Ausfluß von Wasser und Erde¹⁾. Sie bildet sich besonders, wenn Wasser oder ein feuchter Gegenstand heftig geschüttelt, erschüttert oder zerrieben wird, was dadurch bestätigt wird, daß beim Fall von Wasser Wind entsteht oder Pfeifen zum Tönen erregt werden. Auch bei der Gärung oder Verwesung eines feuchten Körpers sind Dampfmengen oder körperliche Ausdünstungen, die mit der Luft identisch²⁾ sind, in erheblicher Menge vorhanden. Man kann die Luft nicht eigentlich als Element ansprechen, weil sie nur ein Ausfluß ist. Die Luft, welche gewöhnlich aus Wasser oder der Erde entweicht, ist zwar nichts anderes als der Dampf der Erde, sie wird aber von uns durch den Geruch nicht wahrgenommen, weil wir von dem ersten Tage ab, wo wir das Licht der Welt erblicken, von der Geburt an in dieser Luft leben und uns an sie gewöhnt haben. Wenn sich dagegen Dunst aus anderen dampfentwickelnden Körpern der gewöhnlichen Luft beimengt, so riechen wir ihn und zwar mit einem Geruch, der von der Beschaffenheit der Gegenstände und von unseren Eigenschaften abhängt. Luft oder Dampf ist etwas Körperliches, das sich verdünnt und sich auszubreiten und auszudehnen vermag . . . Die Luft

¹⁾ Im Gegensatz zu der Aristotelischen Auffassung, daß Luft ein Element, eine Eigenschaft sei. Wir bezeichnen jetzt derartige Ausflüsse als Gase; wenn sie bei gewöhnlicher Temperatur wieder flüssig werden können, als Dämpfe. Guericke kennt noch nicht verschiedene Gase.

²⁾ Nicht mit der gewöhnlichen Luft; es entsteht Kohlensäure, ein ganz anderes Gas.

dehnt sich auch durch die Wärme aus, entsprechend der schwächeren oder stärkeren Wärmezufuhr ist die Ausdehnung größer oder geringer. Die warme Luft nimmt einen größeren Raum ein. Diese Veränderung kann allgemein als Verdünnung bezeichnet werden, aber nicht im eigentlichen Sinne, da die Luft durch die Ausdehnung an sich nicht so dünn und fein wird, daß sie feste Stoffe durchdringen¹⁾ kann, sondern nur in der Weise, daß sie einen größeren Raum einnimmt. Verschwindet die Wärme wieder, so zieht die Luft sich wieder zusammen und es vermindert sich ihr Raum. Eine Vermehrung oder Verminderung der Luftmenge findet aber nicht statt Außerdem hat die Luft die Eigenschaft, daß sie durch starken Druck mehr oder weniger verdichtet wird, wie man das bei Springbrunnen beobachten kann, bei welchen die verdichtete Luft das Wasser in die Höhe drückt. In Wasserbehälter wird nämlich mit Hilfe einer Pumpe soviel Luft gewaltsam hineingepreßt, als ohne Gefahr des Zerplatzens hineingeht. Wird dann der Hahn des Springbrunnens geöffnet, so wirft die zusammengepreßte Luft das vorher eingefüllte Wasser in die Höhe. Wenn andererseits der Luft ein größerer Raum zur Verfügung steht, so dehnt sie sich aus, wie die folgenden Versuche erweisen.

Wie allen Erscheinungen und Gegenständen bestimmte Grenzen zukommen, so gibt es für die Verdichtung oder Verdünnung der Luft auch bestimmte Grenzen des Drucks oder der Dehnung, über welche hinaus man die Luft nicht ausdehnt oder unterhalb welchen man sie nicht zusammendrängen kann. In einem hinreichend festen Metallgefäß kann die Luft unter wiederholter Einwirkung des Druckes so verdichtet²⁾

¹⁾ Substanzen oder Kräfte, welche den Körper durchdringen, sind die Imponderabilien der Physik, d. h. die Substanzen, welche ohne Schwere sind, wie Licht, Wärme, Elektrizität. Sie werden von der neueren Physik auf eine Ursubstanz, das Elektron, zurückgeführt, dessen kleinster Teil zweitausendmal so klein ist, wie das leichteste Gas, der Wasserstoff. Das Durchdringen fester Körper ist besonders auffallend bei den Röntgenstrahlen.

²⁾ Guericke unterscheidet nicht Wasserdampf und Luft. Auch das Bestehen von Grenzen für Verdichtung und Verdünnung ist durch neuere Forschung als irrtümlich erwiesen.

werden, daß sie schließlich zu einem festen Körper wird, der dem Wasser gleicht; andererseits wird ein ganz kleines Luftbläschen von der Größe eines Nadelknopfes in einem leeren Gefäß sich zwar um das Hundertfache ausdehnen, aber schließlich vollständig verschwinden. Die Luft, welche die Erde umgibt, drückt, da sie etwas Körperliches ist und daher die Eigenschaft der Schwere besitzt, auf sich selbst und zwar nimmt der Druck mehr und mehr zu mit der Tiefe der Schicht. Da die uns umgebende untere Luftschicht so viel zusammengedrückter ist als die obere, so ist sie auch viel dichter und daher schwerer. An der Oberfläche der Erde ist daher mehr Luft und von größerem Gewicht vorhanden als auf Türmen und Bergen; dagegen ist in den oberen Luftschichten die Luft wesentlich leichter.

Wegen ihrer Schwere wirkt die Luft nicht nur auf sich selbst, sondern drückt auch auf alle Gegenstände, die sich unter ihr befinden, und fast immer mit einem im voraus nahezu bestimmbar Gewichte. Dies wird aber von uns Menschen nicht gefühlt, weil wir stets in derselben Luft leben, die in alle Räume eindringt und daher uns von allen Seiten stets in gleicher Weise und im Gleichgewicht umgibt. Noch weniger als die Fische im Wasser werden die lebenden Wesen in der Luft einen Druck wahrnehmen.

Das Gewicht der Luftschicht über der Erde ist so groß wie das Gewicht einer Wassersäule von ungefähr 20 Magdeburgischen Ellen¹⁾ Höhe, d. h. die Luft drückt ebenso stark auf alles darunter Liegende wie eine Wassersäule von

¹⁾ Diese Elle ist zu 67 cm anzunehmen, gemäß Angaben von Eytelwein, dem damaligen Leiter des preussischen Maß- und Gewichtswesens, in seinem 1798 erschienenen Werk über die Maße und Gewichte in den preussischen Staaten. Die Höhe der Wassersäule würde also $13\frac{1}{2}$ m betragen. Tatsächlich ist sie aber nur 10 m. Da Guericke ein äußerst gewissenhafter Beobachter ist, kann ein solcher Irrtum bei ihm nicht vorliegen. Ich glaube, daß die Elle zu rund 55 cm anzusetzen ist, wie die Ellen der anderen größeren Handelsstädte Hamburg, Dresden, Leipzig, Breslau, Danzig, Königsberg. Da Guericke den Wert später zu $18\frac{1}{2}$ —19 Ellen angibt, kommt man so zu 10— $10\frac{1}{2}$ m. Hiermit stimmt auch die Berechnung im Abschnitt 22.

dieser Höhe, die über der Erde aufgerichtet ist. Die Luft hat aber nicht immer und überall ein und dasselbe Gewicht, sondern sie wird nach Regenfällen leichter. . . . Wenn die Luft keine Schwere besäße, würde sie davonfliegen, sie würde die Erde, deren jährliche Bewegung sie nicht mitmachen würde, verlassen. Die Luft enthält in den unteren Schichten entsprechend der Temperatur stets mehr oder weniger Wasser.

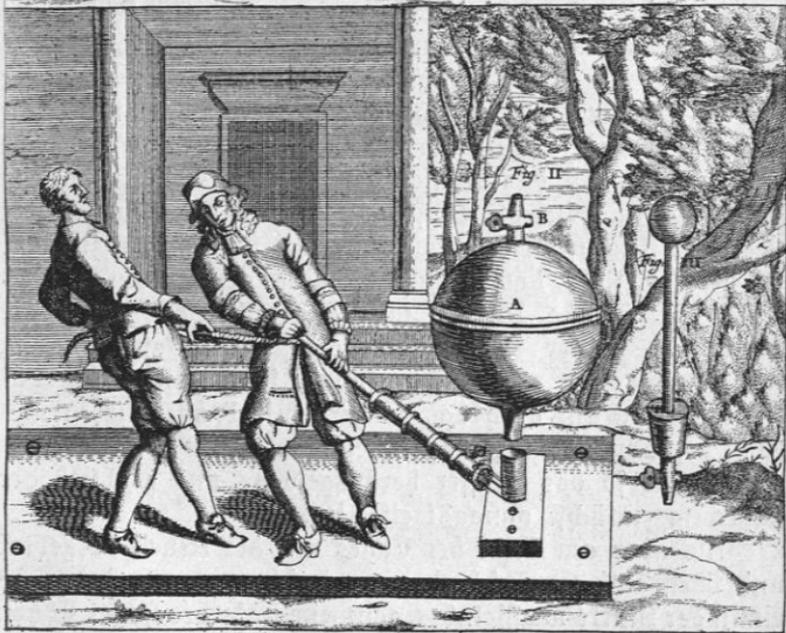
Flammen, Rauch und Dämpfe steigen nicht wegen ihrer eigenen Leichtigkeit in die Höhe. Sie sind vielmehr wärmer und daher stärker ausgedehnt als die sie umgebende schwere Luft. Sie werden dadurch ebenso aufwärts gehoben, wie ein Luftbläschen im Wasser. Ohne das Vorhandensein der Luft würde eine Flamme also nicht in die Höhe steigen ¹⁾. In den unteren Schichten kann ein nicht von einem Körper erfüllter Raum niemals leer bleiben. Er wird stets mit Luft gefüllt, gerade so wie sich der Raum, den ein Fisch mit seinem Körper einnimmt, gegen das umgebende Wasser verhält. Der Platz, den er verläßt, füllt sich sofort mit Wasser an.

A b s c h n i t t II.

Der erste Versuch zur Herstellung eines Vakuums durch Ausaugung von Wasser.

Bei den Betrachtungen über diese Eigenschaften und zugleich über die Unendlichkeit des Raumes sowie über die Notwendigkeit, daß derselbe überall von gleicher Beschaffenheit sein müsse, kam ich zu folgendem Vorgehen: Man fülle ein Wein- oder Bierfaß mit Wasser, nachdem man es an seiner ganzen Fläche so sorgfältig verstopft hat, daß Luft nicht von außen eindringen kann. Der untere Teil des Fasses wird mit einer Pumpe aus Bronze verbunden, die geeignet ist, Wasser auszusaugen. Wegen seines Gewichts

¹⁾ Guericke scheint Flammengasen nicht, wie der Luft, die Eigenschaft der vollkommenen Elastizität zuzuschreiben, des Bestrebens, sich, sobald die Möglichkeit oder der Raum vorhanden ist, auszudehnen. Tatsächlich vermögen alle Gase, auch Flammen, durch diese Elastizität jeden Raum zu füllen und sie würden also auch ein Vakuum ausfüllen. Allerdings würde der chemische Prozeß der Verbrennung dabei aufhören.



Holzschnitt (Iconismus) V.

wird das Wasser mit Nothwendigkeit folgen. An seiner Stelle wird in dem Faß ein Raum verbleiben, der von Luft, daher von jedem Körper frei ist.

Damit die diesen Überlegungen entsprechende Wirkung eintreten kann, habe ich in dem Messingrohr a b c (Holzschnitt V Abb. I) von der Form einer gewöhnlichen Feuer-spritze den Kolben c oder f und den Stempel g sorgfältig eingesetzt am Faße befestigt. Zwischen den Seitenwänden des Stempels und des Rohres verbleibt kein Zwischenraum, durch welchen Luft eintreten oder austreten konnte. In dem Rohr der Pumpe waren zwei Ventile aus Leder eingesetzt, von denen das innere (a oder d) in dem Ausgang dazu dienen sollte, Wasser einzulassen, das äußere b Wasser herauszuschaffen. Das Rohr wurde mittelst eines eisernen Ringes e und vier Schraubenstiften am unteren Teil des Faßes bei a befestigt. Als ich versuchte, das Wasser herauszuziehen, brachen die Befestigungsschrauben ab, ehe das Wasser folgte.

Aber ich gab nicht alle Hoffnung auf. Ich setzte neue und stärkere Schrauben ein. Da konnten denn drei starke Männer, wenn sie am Kolben der Pumpe zogen, erreichen; daß das Wasser folgte und durch das obere Ventil b herausgedrückt wurde. Man hörte dabei überall im Faße ein Geräusch, als ob das Wasser heftig kochte, solange bis im Gefäß das ausgesaugte Wasser durch Luft ersetzt war. Um diesen Übelstand zu beseitigen, verschaffte ich mir zunächst ein kleines Faß, das in das größere gesetzt wurde. Es wurde dann eine Pumpe mit längerem Halse durch die Holzwände beider Fässer hindurchgesteckt. Dann ließ ich das kleinere Faß mit Wasser füllen, seine Öffnungen gut abdichten, darauf auch das größere mit Wasser füllen und dann von neuem mit Pumpen beginnen. Aus dem kleineren Faß wurde so das Wasser herausgesogen und es blieb der Faßraum zunächst ohne Zweifel luftleer.

Als aber am Ende des Tages mit der Arbeit aufgehört und Lärm und Geräusch ringsum verschwunden war, wurde ein in der Stärke wechselndes, zeitweise unterbrochenes Tönen gehört, wie das Zwitschern eines kleinen Singvogels. Das dauerte fast drei ganze Tage. Als dann der Spund des kleineren Faßes geöffnet wurde, fand man, daß das Faß

zum Teil mit Wasser, zum größeren Teil aber mit Luft gefüllt war. Diese Luft war indessen noch etwas verdünnt; erst während des Öffnens drang dann weitere Luft ein.

Es erregte allgemeine Verwunderung, wieso das Wasser in das Faß eingedrungen war, das doch überall auf das sorgfältigste verschlossen und verstopft war. Endlich merkte ich bei verschiedenen Wiederholungen, daß das Wasser bei starkem Druck Holz durchdringen kann. Bei diesem mit starker Reibung verknüpften Vorgang entweicht immer aus dem Wasser etwas Luft, welche sich im Faß sammelt. Diese Erscheinung ist bei den folgenden Versuchen wohl zu beachten. Eine Füllung des Fasses mit Luft bis zur Wiederherstellung des gewöhnlichen Druckes konnte aber wegen des Widerstandes, den das Holz dem Durchgang der Luft entgegensetzt, nicht eintreten. Sobald allmählich der starke Druck nachgelassen hatte, hörte auch der Eintritt von Wasser und Luft auf und so blieb ein halbes Vakuum bestehen.

Ab s c h n i t t III.

Ein zweiter Versuch zur Herstellung eines Vakuums durch Aussaugung der Luft.

Da sich das Holz als durchlässig erwiesen hatte, wie es unmittelbar der Versuch und mittelbar die eingehende Untersuchung des Gefüges zeigte, so verschaffte ich mir eine undurchlässige Bronzekugel (mit A bezeichnet in Holzschnitt V, Abb. II, S. 33). Diese schien mir für meine Zwecke geeigneter. Sie nennt Professor Schott in seinem Buch über die Magdeburgischen Versuche einen cacabus (Kochtopf). Diese Kugel hat einen Inhalt von 60 oder 70 Magdeburger Maß¹⁾. Auf diese wurde oben ein Messinghahn B angebracht, unten aber wurde die Pumpe angehängt und mit aller Sorgfalt fest mit der Kugel verbunden. Dann versuchte ich wie im vorher beschriebenen Fall das Wasser, so jetzt unmittelbar die Luft herauszusaugen²⁾.

¹⁾ Dielleicht $\frac{1}{4}$ Stübchen = 0,9 Liter; vgl. S. 77.

²⁾ Guericke konnte auf einen solchen Versuch nur kommen, wenn er bereits die Vorstellung hatte, daß die Luft elastisch ist, also ihrem natürlichen Ausdehnungsbestreben zu folgen vermag.

Zunächst war die Bewegung des Kolbens der Pumpe sehr leicht, aber allmählich verschwand diese Leichtigkeit, so daß schließlich kaum zwei untersetzte Männer genügten, den Kolben zu ziehen. Als sie jedoch mit dieser Arbeit des Hineinstößens und Herausziehens fortfuhren und man schon hoffen konnte, daß die Luft ganz verschwunden war, geschah das ganz Unvorhergesehene: die Bronzekugel wurde mit starkem Knall zum Schrecken aller zusammengedrückt und sah aus, wie ein Leinwandtuch, das mit der Hand zerknüllt worden ist. Man konnte auch glauben, daß die Kugel von einem hohen Turm heruntergefallen war.

Die Ursache für diesen Unfall ist der Nachlässigkeit des Handwerkers zur Last zu legen, der die Kugel nicht ganz rund hergestellt hatte. An einigen Stellen waren nämlich Abflachungen vorhanden, und solche Fehler müssen stets den Widerstand gegen den Druck der äußeren Luft schwächen. Eine genau gearbeitete Kugel hätte dagegen leicht dem Druck standhalten können wegen der Übereinstimmung der Form aller Teile, die sich damit gegenseitig und gleichmäßig gegen Spannkraft unterstützen.

Es mußte daher zunächst ein vollkommen runder Behälter hergestellt werden. Aus diesem wurde wieder die Luft herausgepumpt und zwar anfangs, wie bei den früheren Versuchen, mit großer Leichtigkeit und dann mit allmählich wachsender Schwierigkeit. Die Luft wurde dabei vollständig entfernt, was ich daraus schloß, daß keine Luft mehr aus dem oberen Pumpenventil entwich. Als ich nunmehr den Hahn B öffnete, drang die äußere Luft mit solcher Gewalt ein, daß beinahe ein Mann, der nicht weit entfernt war, auf die Kugel geschleudert wurde. Wenn man den Mund in die Nähe brachte, so wurde einem der Atem benommen. Auch konnte man die Hand nicht über den Hahn legen, ohne zu befürchten, daß sie mit großer Gewalt festgepreßt wurde.

Anscheinend war die Kugel gänzlich luftfrei. Aber wenn sie ein bis zwei Tage unberührt gelassen war, so zeigte sich, daß sie sich von selbst mit Luft gefüllt hatte, die an den Seitenflächen des Pumpenrohres durch die Ventile und den Hahn eingedrungen war. Diesem Übelstand wurde auf die folgende Weise abgeholfen.

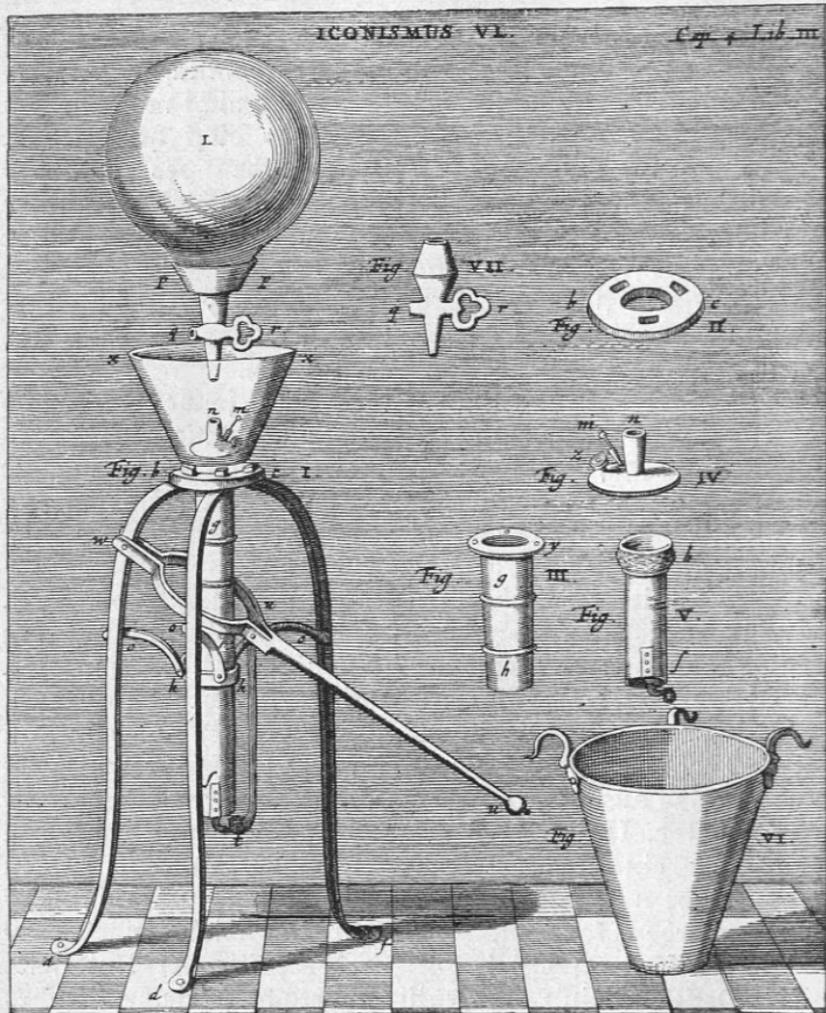
Die Einrichtung eines beſonderen Apparates zur
Herſtellung des Vakuums.

Da die Luft als Körper geringer Dichte in alle, auch die kleinſten Löcher und Räume außerordentlich ſchnell eindringt und ſie ausfüllt, ſo war es mir auch nicht möglich, den Kolben der Pumpe und die Ventile ſo dicht herzuſtellen, daß nicht allmählich an den Seitenflächen des Pumpenrohrs Luft eindrang. Ich habe daher verſchiedene andere Einrichtungen verſucht. So wurde z. B. die pneumatiſche Pumpe ſowohl oben wie unten mit Waſſer umgeben. Dieſe Einrichtungen ſind von Profeſſor Schott zuerſt in ſeiner „Hydrauliſch-pneumatiſchen Kunſt“ und dann in dem erſten Buch der „Technica curioſa“ beſchrieben.

Da dieſe Einrichtungen aber ſehr ſchwer beweglich waren, ſo habe ich auf Veranlaſſung meines erlauchten gnädigen Herrn, des Kurfürſten von Brandenburg, der die von Schott als Magdeburgiſche Verſuche bezeichnenden Experimente ſelbſt ſehen wollte, den im folgenden beſchriebenen (Holzſchnitt VI) Apparat hergeſtellt.

1. Ich ließ zunächſt einen eiſernen Dreifuß a b c d f, der faſt zwei Ellen hoch war, ſchmieden. Die Füße waren oben verbunden mit einem eiſernen Ring b c (Abb. II), unten waren ſie am Eſtrich mit eiſernen Schrauben a d f zu befeſtigen. 2. Die pneumatiſche (Luft-) Pumpe g h (Abb. I u. III), welche die in Kapitel II beſchriebene Form einer Spritze aus Meſſing hatte, wurde oben mit einem Blei-
rand y (Abb. III) umgeben. 3. Auf dieſem wird mit drei Schrauben ein Meſſingdeckel m n (Abb. IV) befeſtigt, in deſſen Rohr n die Hähne der zu evakuierenden Gefäße eingefetzt werden konnten. Zur Dichtung wird eine Lederſcheibe zwifchengeschaltet. 4. In der Mitte der Unterſeite dieſes Deckels iſt ein Lederventil angebracht, daſſelbe, welches auch im Holzſchnitt V (Abb. Id) dargeſtellt iſt. Dadurch kann beim Herunterziehen des Kolbens f im Pumpenrohr h (Abb. V) Waſſer aus dem zu entleerenden Gefäß in die Pumpe g h geſaugt werden. Beim Hochdrücken des Kolbens tritt das Waſſer durch das zweite äußere Ventil z (Abb. IV) aus der Pumpe heraus. 5. An dem

Bleiring y der Pumpe ist ein kleiner Topf xx (Abb. I) angelötet, in welchen Wasser hineingegossen werden kann. 6. Die Pumpe ygh (Abb. III) kann mit dem angeschmiedeten



Holzschnitt VI.

Topf xx auf den Dreifuß gesetzt werden, wobei der untere Teil durch die runde Öffnung des Eisenringes bc (Abb. II) hindurchgesteckt wird und an ihm durch die drei Schrauben, die auch durch den Bleirand y gehen, befestigt wird. 7. Um

die Pumpe im unteren Teil festzulagern, ist an diesem Teil ein eiserner Ring k k (Abb. I) mit drei Armen angebracht, die mit ihrem anderen Ende o o an dem Dreifuß befestigt sind. 8. Mit einem der Füße des Dreifußes bei w ist ein eiserner Griff w u verbunden, welcher sich um den Stift w dreht und dabei gehoben oder gesenkt werden kann. 9. An dieser Handhabe ist eine Stange u t angenietet, die in t mit dem Holzkolben f h (Abb. I u. V) verbunden wird, der in das zugehörige feste Rohr h (Abb. III) eingeführt wird. Durch diese Einrichtung kann dann die Pumpe leicht in Tätigkeit gesetzt werden. 10. Damit nicht von unten und längs der Wände des Rohres h Luft in die Pumpe eindringen kann, wurde ein länglicher Kupfertopf (Abb. VI) ähnlich einem Kessel mit drei Haken an die drei Arme o o o angehängt (Abb. I) und so weit mit Wasser gefüllt, daß die untere Öffnung der Pumpe bei k k, der Kolben f h und die Zubehörteile mit Wasser bedeckt waren. Der Luftzutritt war so abgesperrt. 11. Das Entfernen der Luft geht infolge ihres Ausdehnungsvermögens und ihrer Elastizität so vor sich, daß, sobald die Pumpe in Bewegung gesetzt wird, die Luft aus dem auszupumpenden Gefäß L in der leeren Pumpe sich ausbreitet. Durch die Bewegung des Kolbens wird der nach dort übergeströmte Teil herausgetrieben. Zuletzt bleibt aber etwas Luft zurück, die keine genügende Kraft mehr hat, um die durch Messingfedern geschlossenen Lederventile zu öffnen. Daher ist in der Öffnung der Pumpe zwischen das Ventil z und das Rohr n ein kleines Rohr m angebracht (Abb. IV) mit einem kleinen Stäbchen, das eine Warze hat, um das innere Lederventil zu greifen und es damit von außen zu öffnen oder zu schließen. Dem vermutlich noch vorhandenen Luftrest gibt man so Gelegenheit, durch seinen noch vorhandenen Druck in die leere Pumpe auszuströmen. Dies Vorgehen war aber meist überflüssig und nur bei sehr genauen Versuchen erforderlich.

Aus dem Vorhergehenden läßt sich klar ersehen, wie die Maschine wirkt, um einen leeren Raum herzustellen und damit eine der Schwierigkeiten, die bisher für unüberwindlich galten, zu beseitigen. Wird der Handgriff w u gehoben, bis der Kolben f h die Öffnung m n erreicht,

so wird der Raum der Pumpe g h durch den Kolben f h ausgefüllt. Senkt man ihn nun wieder, so wird dieser Raum luftleer. Die Luft des aufgesetzten Gefäßes L dringt zum Teil hinein und nach mehrfachen Wiederholungen wird L selbst leer.

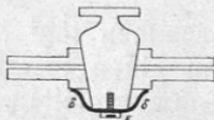
A b s c h n i t t V.

Ein dritter Versuch zum Nachweis des Vakuums mit dem Apparat Holzschnitt VI.

An den Hals des Glasgefäßes L, das von den Apothekern eine Viertel- oder auch Halbevorlage genannt wird, wurde eine büchsenähnliche Messingkapsel pp mit dem von den Goldschmieden als Kitt bezeichneten Pech angeklebt. In die Büchse wurde der Hahn ¹⁾ q r (Abb. VII) eingeschliffen; seine untere Öffnung paßte in das Rohr n. Er konnte in die Kapsel p p nach Belieben eingesetzt oder aus ihr herausgenommen werden. Die Öffnung in der Kapsel nach Entfernung des Hahns war so groß, daß in L Vögel, Fische, Mäuse, eine Uhr, Glöckchen oder Kerzen eingeführt werden konnten.

Das Gefäß L von dem gezeichneten oder auch von geringerem Inhalt wurde durch den Hahn q r verschlossen und in das Rohr m n (Abb. I) eingeführt. Nach Öffnung von q begann das Auspumpen der Luft. Konnte bei Bewegung des Kolbens der Pumpe keine Luft mehr herausgetrieben werden, so wurde der Hahn q geschlossen, dann das Gefäß abgenommen und mit dem Hahn in Wasser

¹⁾ Das ist der „Guericke'sche Hahn“. Der in die Hahnfassung eingesetzte Teil, das Hahnkücken, hat Kegelform und ist eingeschliffen. Durch eine federnde Platte δ , welche unten in das Kücken durch die Schraube ϵ eingeschraubt ist, ist eine Lockerung der Hahnnes verhütet.



getaucht. Wurde nun der Hahn aufgedreht, so sah ich mit großer Gewalt und einem zischenden Geräusch, ähnlich dem, das beim Kochen des Wassers auftritt oder das eine aus dem Erdinnern ausströmende Quelle verursacht, das Wasser so lange in das Glas hineinstürzen, bis auch der oberste Teil voll war. Es blieb nur ein Raum von der Größe einer Haselnuß vom Wasser frei. Ich nahm an, daß noch so viel Luft vorhanden war. Es war naheliegend zu vermuten, daß das Hahnrohr von der Mündung bis zum Küfen sich mit Luft füllte, während das Glasgefäß von der Pumpe entfernt wird, um in das Wasser gebracht zu werden. Ich wiederholte daher den Versuch des Auspumpens in der Weise, daß der Hals des Hahns bereits vor dem Untertauchen mit Wasser gefüllt wurde. Jetzt blieb in dem Gefäß L nach dem Eintritt des Wassers nur noch ein Raum von der Größe einer Erbse frei. So oft ich auch diesen Versuch wiederholte, es gelang mir niemals, alle Luft fortzubringen. Ich bemerkte aber immer, wenn Wasser in L eindrang, daß Schaum und zugleich Blasen in großer Zahl aufstiegen. Es war ohne weiteres anzunehmen, daß diese Blasen die Ursache des Luftrestes waren. Woher sie aber stammten, war nicht wahrzunehmen. Obgleich ich schließlich den ganzen Hahn und die angelegte Büchse p p ganz unter Wasser tauchte, so entstand doch immer der gleiche Schaum, sobald das Wasser in L hineinspritzte. Dabei schien die Menge der Bläschen wohl hundertmal größer als der Raum, den am Schluß die übrigbleibende Luftblase einnahm. Berücksichtigte man diese Menge, so blieb noch immer ein unerklärbarer Luftrest übrig.

A b s c h n i t t VI.

Vierter Versuch, ein Vakuum in einem Glasgefäß herzustellen.

Um den nach den Auseinandersetzungen des vorigen Abschnitts noch vorhandenen Luftrest, der weniger als ein Tausendstel des Gefäßinhalts ausmacht, zu beseitigen, habe ich mir einen anderen Weg zu evakuieren ausgedacht. Ich nahm eine gläserne Flasche, welche auf der einen Seite wulst- oder kugelförmig aufgetrieben, unten am Halse aber

in eine lange Röhre übergang (s. Holzschnitt V, Abb. III). Daran ließ ich, wie an das Gefäß L (Holzschnitt VI), eine Blechkapsel befestigen, in welche ein Hahn gut eingefittet war. Das Gefäß wurde ganz mit Wasser gefüllt bis zur Öffnung des Hahnes und dann wurde der Hahn in das Rohr m n der Maschine (Holzschnitt VI) eingesetzt. Wurde nun die Pumpe in Tätigkeit gebracht, so sah man zwar das Wasser heruntersteigen, aber während des Pumpens stieg schon nach kurzer Zeit eine größere Luftblase durch den Hals des Gefäßes in die Höhe. Diese stammte von derjenigen Luft, die in dem Hahnküfen versteckt war. Diese Küfen werden nämlich hohl gegossen. Sie sind innen an Stelle des Metalls mit Sand oder Kieskörneru angefüllt. Ich ließ mir daher einen Hahn herstellen, dessen Küfen voll aus Messing gegossen und dann durchbohrt war ¹⁾). Als ich nun den Versuch von neuem begann, stieg keine größere Luftblase mehr plötzlich hoch, sondern es traten kleinere Bläschen auf. Diese stammten teils aus dem Klebmittel, dem Pech, mit dem die Kapsel am Glase befestigt war, teils aber entstanden sie in oder aus dem Wasser. Wiederholt man den Versuch am nächsten Tage, so waren Bläschen, die aus dem Kitt aufstiegen, nicht mehr zu bemerken. Die Bildung der Blasen im Wasser konnte ich auf keine Weise verhindern.

Als ich das Glas von der Pumpe losmachte und wieder in ein mit Wasser gefülltes, hinreichend tiefes Gefäß bis über das Hahnküfen eintauchte, nahm ich nach Öffnung des Hahns den bekannten Vorgang wahr, daß das Wasser mit starkem Geräusch eindrang. Wie bei dem Versuch im vorigen Abschnitt stiegen zahlreiche Bläschen auf. Das Glas füllte sich mit Wasser und zwar anscheinend mehr als im vorigen Versuch. Und doch war wieder ein Luftrest vorhanden, der keineswegs mit den aufsteigenden Luftbläschen in Zusammenhang stehen konnte, von denen hundert oder mehr zunächst auftraten, sich aber dann zu vier bis fünf vereinigten. Gerade diese Erscheinung gab denen, die leugnen wollten, daß das Glas leer gewesen sei, eine Berechtigung zum Widerspruch.

¹⁾ Siehe die Abbildung in der Anmerkung des vorigen Abschnitts.

Indessen waren aber diese Bemühungen nicht umsonst¹⁾, denn es konnte festgestellt werden, 1. daß die Bläschen selbst im Wasser verborgen waren; man konnte sie vor dem Auspumpen nicht wahrnehmen. Gelangten sie in den leeren Raum, so wurden sie hundertmal größer als vorher. 2. Die Mehrzahl der Blasen entstand im Wasser bei dem heftigen Druck oder der Reibung, die das Wasser im Hahnrohr, im Hahnfüßen und im Glashals erfährt. 3. Auch durch die Bewegung beim Einströmen des Wassers konnten Bläschen im Wasser entstehen. Hätte man das Wasser unbewegt und ruhig stehen lassen, so würden sie nicht aufgetreten sein. Gelangen sie ins Vakuum, so dehnen sie sich so stark aus, daß sie sichtbar werden.

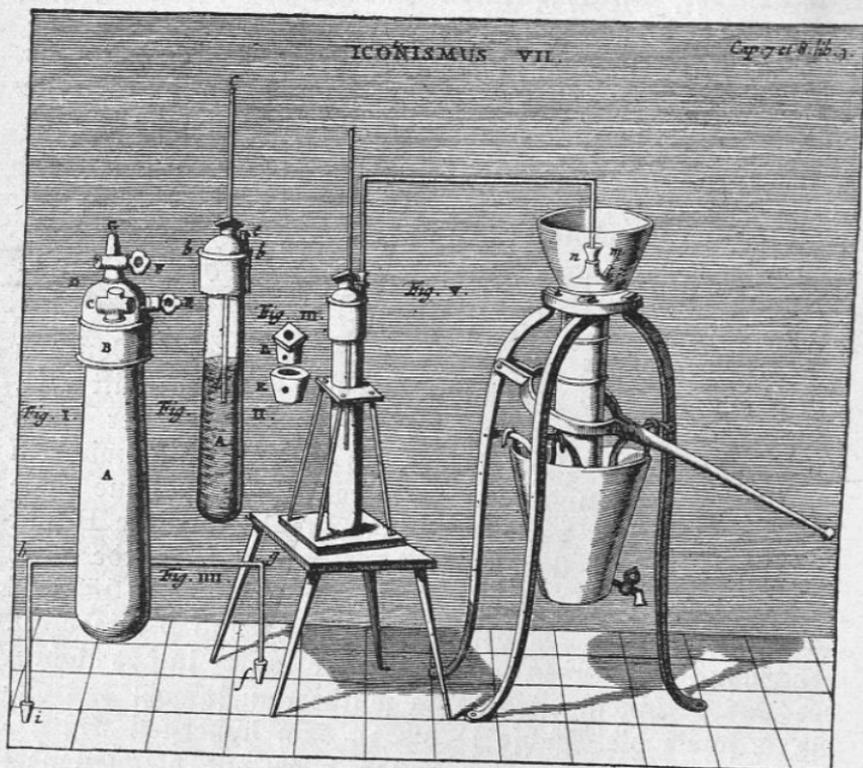
A b s c h n i t t VII.

Über ein fünftes und besseres Verfahren der Vakuumherstellung.

Infolge dieser Wahrnehmung und deren Deutung wurde ein anderes längliches Glasgefäß (Holzschnitt VII, Abb. 1) in einer Glasmelzerei bestellt. An der einen Seite war es zugeschmolzen. Es war so dick wie ein menschlicher Arm und eine Elle lang. An das offene Ende war wie bei dem vorigen Gefäß eine Blechbüchse B mit angefittetem Hahn C befestigt. Dieser Hahn C wurde durch eine zweite Büchse D bedeckt. In dieser waren zwei Hähne E und F angebracht. E befand sich seitlich und diente dazu, den Hahn C von außen zu bewegen. F wurde in das Rohr n der Pumpe hineingesteckt. Es wurde nun sowohl das Gefäß A sowie die Büchse D bis zu dem äußersten Ende G mit Wasser gefüllt. Das Gefäß blieb mit geschlossenem Hahn ein oder zwei Tage ruhig stehen. Im Laufe dieser Zeit sammelten sich kleinere Luftbläschen, die durch die Eingießbewegung im Wasser selbst entstanden waren, zu einer größeren. Richtete man das Gefäß nach ein bis zwei Tagen auf, so stieg diese Blase in die Höhe. Durch Um-

¹⁾ Hätte Guericke ausgekochtes Wasser verwendet, so wären die Schwierigkeiten viel geringer gewesen. Das hätte aber zur Voraussetzung gehabt, daß er Wasser und Luft für verschiedene Körper ansah. Für ihn verwandelt sich aber Wasser in Luft durch Bewegung.

kehren des Gefäßes konnte sie durch den Hahn herausgetrieben werden. Der freie Raum wurde durch ein Tröpfchen Wasser ausgefüllt. Das Verfahren wurde noch einige Tage lang fortgesetzt. Das Glasgefäß wurde dann auf die Pumpe gesetzt und nach Öffnung der zwei Hahnkufen das Wasser bis ungefähr zur Hälfte des Glasgefäßes herausgesaugt. Kleine Bläschen traten nicht mehr auf. Das Wasser sanft



Holzschnitt VII.

ganz ruhig heraus. Sobald aber die Kufen wieder umgedreht und das Glas abgenommen wurden, war beim Bewegen und Umkehren des Gefäßes wiederum infolge der Bewegung das Auftreten von Bläschen im Wasser zu beobachten. Aber zugleich schlug das Wasser mit so starkem Geräusch an die inneren Wände des Glases an, als ob es ein steinharter Körper wäre. Ohne daß man eine Ursache sah, zerbrach unvorhergesehen auch das Glas selbst. Ich

wurde so in die Notwendigkeit versetzt, ein anderes ähnliches Glasrohr von größerer Dicke herstellen zu lassen und den Versuch von neuem zu beginnen. Nunmehr sah ich, als das Glas mit dem luftfreien Wasser heftig hin und her geschüttelt wurde, das Wasser von selbst auseinanderreißen, wobei sich ein leerer Raum mitten im Wasser bildete. Es stieß auch mit solchem Getöse an die Wand und gegeneinander, als ob zwei kleine Stangen stark aufeinander geschlagen würden. Bei diesem Zusammenlaufen des Wassers bildete sich inmitten eine kleine Luftblase. Diese bei der Wiedervereinigung der Wassermengen entstandene winzige Luftblase wird durch die heftige Reibung bei dem harten Anprall der Wassermassen hervorgerufen. Wegen ihrer Kleinheit kann sie nur in dem evakuierten Gefäß wahrgenommen werden. Sie kann nicht aus der äußeren Luft stammen, da das Glasgefäß, in dem das Vacuum hergestellt ist, durch seine Einrichtungen vollständig vor dem Eindringen der äußeren Luft geschützt ist. Die Blase stammt auch nicht aus etwa vorhandener Luft im oberen Teil des Glasgefäßes, sonst hätte sie müssen nach unten in das Wasser eindringen, was gegen ihre Natur ist. Das Wasser zerriß nämlich am Boden des Gefäßes oder in der Mitte, wohin die Luft von oben nicht gelangen kann. Daß in dem Zwischenraum zwischen den Wassermengen anfangs keine Luft war, folgt auch daraus, daß diese Massen mit so eigentümlichem Getöse hart aufeinander schlugen, wie es bisher nur in einem evakuierten Gefäß beobachtet werden konnte.

A b s c h n i t t VIII.

Sechster Versuch zur Herstellung eines hohen Vacuums.

Bei dem vorhergehenden Versuch bildete sich nach der Spaltung der Wassersäule bei der Bewegung der Röhre immer eine kleine Blase, welche in dem leeren Raum oberhalb emporstieg. Dies ist ein Grund zum Argwohn für jene, die das Vorhandensein eines Vacuums durchaus nicht zugeben wollen, wenn es ihnen nicht durch einen Versuch gewiesen würde, bei dem 1. das ganze Wasser das Gefäß verlasse, 2. bei dem nirgendwoher Luft an Stelle des ent-

fernten Wassers eindringen könne und 3. bei dem nicht die kleinste Luftblase im Wasser selbst sich bilde. Ich habe daher noch eine andere Vorrichtung erdonnen. Das Gefäß bekam zwei Röhre. Das eine, enger und länger, sollte vor dem Zutritt der Luft und der Bildung von Blasen geschützt werden und dadurch vollständig luftleer bleiben. Es wurde zu diesem Zwecke ein dem vorigen ähnliches Glasgefäß A (Holzschnitt VII, Abb. I) in der Länge von etwa einer Elle am offenen Ende mit einer Blechkapsel b b umgeben und mit dem gewöhnlichen Goldschmiedfitt befestigt (Holzschnitt VII, Abb. II), in der bei den anderen Gefäßen üblichen Art und Weise. Durch eine Öffnung der Kapsel war vorher ein gut passendes, oben geschlossenes, etwa anderthalb Ellen langes Glasrohr bis zur Mitte d der größeren Röhre A eingeführt. Seitlich von der Öffnung bei c wurde das Ventil K (Abb. III) eingelötet. Dieses war so hergestellt, daß es als ein Hähnersatz benutzbar war. Das Ventil hatte die folgende Gestalt: Es wurden zwei kleine Gefäße aus Messing (K und L) in Form von Fingerhüten hergestellt. Der kleinere (L) ist unten geschlossen und vom Kupferschmied sorgfältig in den weiteren (K) eingeschliffen, so daß seine Höhlung auf das genaueste ausgefüllt ward. Jedes der Gefäße hat ein seitliches schmales Loch, von dem eins genau auf das andere paßt, wenn L in K eingesetzt wird. Dreht man das Gefäß L in K, so wird die Öffnung und damit das Ventil geschlossen und beim Weiterdrehen geöffnet.

Nachdem der Apparat zusammengestellt war, wurde die Röhre A so weit mit Wasser gefüllt, daß die Mündung d der engeren Röhre immer unter Wasser tauchte, wie auch der Apparat hin und herbewegt wurde. Zunächst neigte ich ihn soweit, daß das engere Rohr c d sich völlig mit Wasser füllte. Richtete man den Apparat wieder auf, so blieb das Wasser in der Röhre hängen, nicht etwa aus Furcht vor dem Vakuum, sondern weil die über dem Wasserspiegel des Rohrs A befindliche Wassersäule durch ihren Druck das Wasser am Herabfließen hinderte.

Darauf setzte ich den Apparat neben die in Abschnitt IV beschriebene Pumpe. Durch einen besonders angefertigten röhrenförmigen Kanal (Holzschnitt VII, Abb. IV) verband

ich die beiden Apparatteile nach Art eines Hebbers; das Ende f wurde sorgfältig in dem Rohre n befestigt, das andere Ende i in dem ebenbeschriebenen Ventil bei e. Abb. V gibt die Gesamtansicht der Anordnung.

Nachdem ich mit diesen Vorbereitungen fertig war, ließ ich die Luft aus dem Gefäß herausaugen, wobei das Röhrchen m (Holzschnitt VI, Abb. III) zur Verwendung kam, mit welchem, gemäß Abschnitt IV vorletzten Absatz, das Leder des innern Ventils der Pumpe geöffnet und noch vorhandene Luftreste zum Entweichen gebracht werden konnten.

Ich sah alsbald deutlich, daß das Wasser aus dem Glasrohr c d herabstieg. Zugleich stiegen von den Wänden sowohl im oberen wie im unteren Teil der Rohre Bläschen auf, von denen ich anfangs glaubte, daß sie nur aus dem Wasser herrührten. Besonders viele aber hafteten an der Glaswand und an dem Pechfitt. Sie wurden allmählich größer, durchbrachen die Wasserschicht und stiegen in die Höhe.

Wird mit dem Pumpen fortgefahren, bis die Luft aus dem größeren Rohr A vollständig entfernt ist, so sinkt das Wasser im Rohr c d und erreicht denselben Stand wie im Rohr A, wovon man sich durch den Augenschein überzeugen kann. Der außen vorhandene gewöhnliche Luftdruck ist nämlich nach Verbindung des Heberrohrs mit dem Ventil der Pumpe ausgeschaltet und wirkt nicht mehr auf den Inhalt des Gefäßes A; die dort vorhandene Luft verliert daher durch das Auspumpen ihre Spannung, die vorher dem Druck der Wassersäule c d das Gleichgewicht hielt. Dadurch, daß die Gegenspannung aufhört, muß das Wasser seiner Schwere entsprechend in dem Rohr c d herabfließen. Mit der sogenannten Scheu vor dem Vakuum¹⁾ kann man diese Erscheinung nicht in Verbindung bringen. Wenn nämlich das Wasser im Rohr c d nur wegen dieser „Scheu“ herabginge, um das Vakuum der Röhre auszufüllen, warum wird dann das Rohr c d leer gelassen, wo doch dasselbe Vakuum entsteht?

¹⁾ Der horror (Schrecken) vacui oder die fuga (Flucht) vacui. Das ist die seltsame Vorstellung der Scholastik, an welcher noch Descartes festhielt.

. . . . Nachdem ich soweit gekommen und alle Luft entfernt hatte, wobei sich das Flüssigkeitsniveau im Rohr c d und im Rohr A gleichstellt, wird das Ventil geschlossen und der Apparat zum Nachweis der Erscheinungen des Vakuums aufbewahrt. Man kann das Vakuum jederzeit zeigen, wenn man den Apparat so neigt, daß sich das Rohr c d mit Wasser füllt; richtet man ihn dann wieder auf, so bleibt die Öffnung d unter Wasser; das Wasser sinkt in dem Rohr c d herab, wobei der Raum oberhalb des Wassers luftleer wird, da durch die mit Wasser verschlossene Öffnung d keine Luft eintreten kann.

Ein zweiter Versuch ist der folgende: Man schüttelt den Apparat heftig hin und her. Dabei zerreißt, wie im vorigen Abschnitt beschrieben, das Wasser im Rohr A, es bildet sich in der Mitte ein vollständig leerer Raum, in dem die Flüssigkeitsteilchen mit starkem Geräusch aufeinander prallen.

Es kann aber hier nicht verschwiegen werden, daß in den ersten sechs bis acht Tagen, so lange Wasser, Glasflächen und Kitt frisch sind, immer kleine Bläschen in großer Menge erscheinen. Zunächst glaubte ich sicher, daß diese Luft durch Poren des Glases eingedrungen sei. In dieser Meinung wurde ich dadurch bestärkt, daß, während das Rohr c d geneigt wird und sich wieder mit Wasser füllt, immer die Bildung einer Luftblase in diesem Rohre etwa von der Größe einer Erbse zu beobachten ist. Diese Luft verschwindet zwar in das größere Gefäß A, wenn der Apparat umgedreht wird. Beim neuen Versuch tritt sie jedoch wieder auf. Wegen dieser Erscheinung umgab ich das Rohr c d noch mit einem anderen Glasrohr, das auch mit Wasser gefüllt wurde und das so lang war, daß das ganze Rohr c d mit Wasser umgeben war. Dadurch sollte der Durchgang von etwaigen Luftspuren durch die Glaswand verhütet werden, da nicht anzunehmen ist, daß Luftblasen durch zwei Glaswände und eine Wasserschicht eindringen. Trotzdem traten jedoch wieder in dem Rohr c d die Bläschen auf. Erst nach wiederholtem Auspumpen im Verlauf von sechs bis acht Tagen nahm die Menge der von den frischen Glasflächen sich ablösenden Bläschen langsam ab. Sie verschwanden schließlich. Im Laufe der Zeit konnte der Verlauf

dieser Erscheinung durch eine ganze Menge von Versuchen bestätigt werden. Sobald der Apparat einige Tage unbenutzt offen gestanden hatte, wobei also die Glaswände mit Luft in Berührung kamen, so erschienen, wenn die Vorgänge wiederholt wurden, die Bläschen gerade wie früher im Wasser und an den Oberflächen.

Aus diesen Erscheinungen konnte ich klar erkennen, daß Luftbläschen nicht nur aus Dämpfen des Wassers, sondern auch aus Dämpfen des Glases entstehen¹⁾ müssen. Diese stofflichen Dämpfe der Körper sind nichts anderes als die Luft selbst, und die Luft ist nichts anderes als der allen Körpern gemeinsame körperliche Dampf. Es gibt keinen Gegenstand, der nicht einen Dampf oder eine Ausströmung hat. Solche Dämpfe senden nicht nur das Wasser oder das Glas, sondern auch die Metalle und alle übrigen Körper in den umgebenden Raum, was im Abschnitt X durch mehrere Versuche nachgewiesen werden wird.

Es war daher ein vergebliches Bemühen, von dem Rohr cd die Luft fernzuhalten, indem es in einem anderen mit Wasser gefüllten Rohr vollkommen eingeschlossen wurde.

Nun kommen wir zu weiteren Beobachtungen. Wie bereits erwähnt, kann man es erreichen, daß nach sechs bis acht Tagen keine Bläschen mehr erscheinen und daß dann das Wasser in dem Rohr cd ruhig nach unten sinkt, ohne daß ein dem Kochen ähnliches Aufwallen durch das Aufsteigen der Luftblasen stattfindet. Wir fanden aber auch, daß, wenn man das Rohr mit seinem Ende c wieder abwärts neigt, so daß es sich wieder mit Wasser füllt, daß dann ein Bläschen etwa von Erbsengröße sichtbar wird. Wiederholt man das Aufrichten des Rohres, wobei das Wasser sinkt, so verschwindet zunächst das Bläschen, aber bei weiterer Füllung des Rohres mit Wasser bildet sich immer wieder das Bläschen aus dem Wasser selbst. Diese Vorgänge fanden im Vakuum statt. Öffnet man nun den Apparat, wobei die äußere Luft durch ihren Druck heftig in das Gefäß einströmt, so wird das Bläschen zusammengedrückt und fast unsichtbar. Aus diesen Erscheinungen

¹⁾ Sie entstehen nicht, sondern sind, wie man jetzt sagt, adsorbiert (angesaugt). Nur durch starkes Erhitzen geht diese adsorbierte Luft fort. Eine Verwandlung von Wasser oder Glas in Luft findet nicht statt.

kann man schließen, daß das Wasser in Berührung mit einem Vakuum der Umgebung immer etwas Luft oder Dampf mitteilt. Bei Wiederholung dieses Vorgangs bemerkte ich, daß, wenn die Bläschen in dem Rohr c d mehrfach durch Umkehren des Apparates in das Rohr A hineingetrieben waren, in diesem Raum schließlich eine beträchtliche Menge Luft enthalten war. Das Wasser stand nämlich in dem Rohr c d nicht mehr in derselben Höhe, wie das Wasser im Rohr A, sondern unter dem Einfluß der Luft in A zukommenden Druckes höher. Diese Luftmenge wurde aus dem Rohr A wiederholt ausgepumpt. Wie oft jedoch auch dieser Vorgang wiederholt wurde, so trat dennoch stets ein Bläschen im Rohr c d auf. Man kann daraus nichts anderes schließen, als daß das Wasser unaufhörlich einen der Luft gleichen Dampf in die nächste Umgebung, sofern in dieser ein Vakuum vorhanden ist, ausstößt ¹⁾. . . . Nicht unerwähnt möchte ich die Beobachtung lassen, daß das Wasser in dem Rohr c d nicht fällt, wenn der Apparat eine Zeitlang umgekehrt liegen blieb, wobei die Röhre sich mit Wasser gefüllt hatte und dann aufgerichtet wurde. Diese Erscheinung würde auch dann zu bemerken sein, wenn die Röhre 100 Ellen hoch wäre. Das liegt daran, daß das Wasser einen so großen inneren Zusammenhalt besitzt, daß nur dann ein Anlaß zum Abreißen der Wassersäule gegeben ist, wenn man den Apparat auf den Tisch oder Boden aufstößt. Dann bricht die Wassersäule bisweilen mit heftigem Geräusch an einer vorher nicht bestimmbar Stelle, wobei das Rohr sehr gefährdet ist. Die gleiche Erscheinung ist mit gut gereinigtem Quecksilber zu beobachten. Bei einem derartigen Vorgang ist das Gewicht der Luft, trotz des hohen Wertes, über den im Abschnitt XIX berichtet ist, ohne jede Wirkung. Die Flüssigkeit wird mit der Zeit so fest, daß sie dem Zerreißen einen heftigen Widerstand entgegensezt. Läßt man aber die Röhre ein bis zwei Tage gefüllt in aufrechter Stellung stehen, so sinkt gewöhnlich ganz unvermutet das Wasser herunter und zwar dadurch, daß sich wieder Luftbläschen

¹⁾ Physikalisch ist Wasserdampf als Gas (Luft) anzusehen, während er chemisch anders zusammengesetzt ist, als dieses Gas; vgl. S. 51 ²⁾ — über den Druck S. 92 ¹⁾.

oben im Rohre sammeln, welche aus dem Wasser infolge des Hängens der Säule ausgehaucht werden. Diese Blasen trennen den Zusammenhang von Flüssigkeit und Glaswand.

A b s c h n i t t IX.

Ist ein Vakuum in der Natur vorhanden oder nicht?

(Inhalt.) Die Versuche zur Herstellung eines, wenn auch noch unvollkommenen leeren Raumes, sowie der Nachweis, daß die Luftdichte und der Luftdruck mit wachsender Entfernung vom Erdboden schnell abnimmt, zwingen dazu, anzunehmen, daß der eigentliche Weltenraum frei von Stoff sei. Der Raum kann nur von Imponderabilien (unkörperlichen Kräften, wie die Lichtstrahlung) durchdrungen, aber nicht erfüllt sein. Die Annahme, daß er von ganz feiner, alle irdischen Körper durchdringender Materie erfüllt¹⁾ sei, hält G. nicht für richtig, da eine solche überall gleichmäßig verteilt sein müsse, also nicht so weit ihre Verteilung verändern könne, daß sie nachweisbar würde.

A b s c h n i t t X.

Versuche über den Geruch und die Gärung.

(Inhalt.) Da alle Körper Ausdünstungen²⁾ von sich geben, ist es nicht möglich ein vollständiges Vakuum herzustellen. Die Ausdünstung der Erde ist die Luftpülle, die Ausdünstung der Metalle ist die (adsorbierte) Luftpelle, welche man beim Eintauchen in Wasser bemerkt. Die Dünste riechen wir

¹⁾ Die Physik nimmt eine gleiche unkörperliche, der Schwere nicht unterworfen, alle Körper durchdringende Substanz als Träger der im Weltenraum von Körper zu Körper übertragbaren Energien (Licht, Wärme, Elektrizität, Magnetismus) an; man nennt sie Äther. Auf Grund der Forschungen über das Elektron, die Substanz der Kathodenstrahlen, hat sich ergeben, daß diese überall durchdringende Substanz, deren nicht der Schwere unterworfenen Masse und Geschwindigkeit bekannt ist, alle gewünschten Eigenschaften hat; vgl. S. 30.

²⁾ Es fehlen Guericke chemische Begriffe. An und für sich besitzt jeder Körper einen Dampf und eine (mit der Temperatur) sich ändernde Spannung. Diese Dämpfe sind chemisch so verschieden wie die Körper, die sie aussenden. Die Spannung ist bei Metallen, selbst beim flüssigen Quecksilber, bei gewöhnlicher Temperatur außerordentlich gering.

nicht. Andere aber, die durch Fäulnis oder Gärung entstehen, riechen wir sehr scharf. Auch können wir dann das Aufsteigen der Luft¹⁾ beobachten.

Abchnitt XI.

Untersuchung über die Entstehung von Wolken und Wind sowie von Regenbogenfarben in Glasgefäßen.

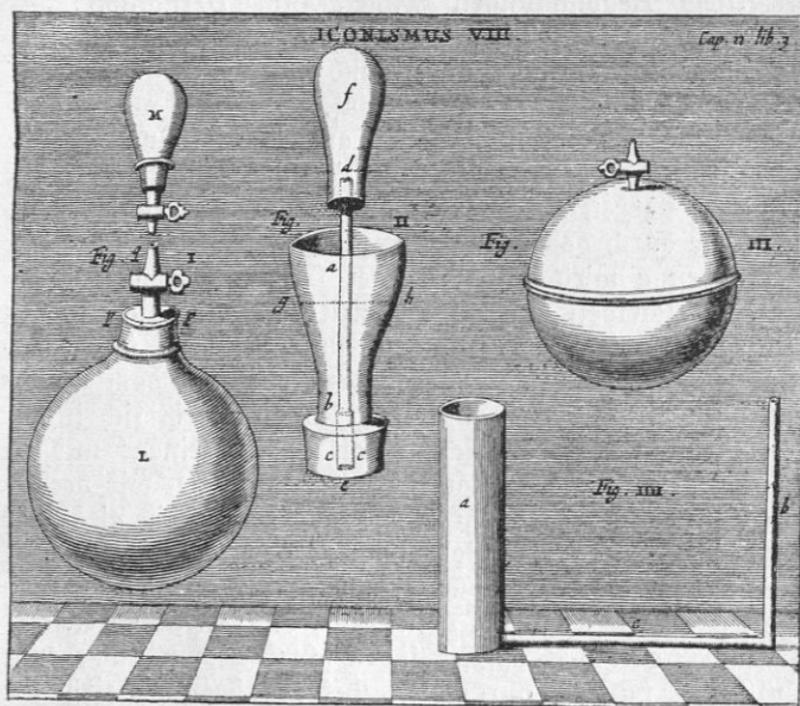
Daß die Luft sich in der Wärme ausdehnt und in der Kälte zusammenzieht, ist schon lange bekannt. Diesen Vorgang zeigen besonders die vor etwa 30 Jahren erfundenen Thermometer. Mit diesen Instrumenten kann man durch die Ausdehnung und Zusammenziehung der in ihnen eingeschlossenen Luft des Nachlassens von Wärme und Kälte von Stunde zu Stunde feststellen. Über diesen Gegenstand haben schon viele Forscher geschrieben. Der Kürze wegen verweise ich auf die Zusammenstellung von Kaspar Schott auf S. 229 seiner „hydraulisch-pneumatischen Mechanik“. Siehe ferner auch meine in Abschnitt XXXVII S. 93 beschriebenen Erfindungen.

Für die folgende Untersuchung ist der in Abschnitt V beschriebene Rezipient L und ein zweiter kleiner, sogenannter Apothekerkolben M aus gutem durchsichtigen Glase erforderlich (Holzschnitt VIII, Abb. I). Auf M ist, wie früher, eine Kapsel aufgesteckt und ein Hahn, der in den Hahn von L paßt. Wenn der Kolben L ausgepumpt wird und die beiden Glasgefäße miteinander verbunden werden, indem der kleinere oberhalb des größeren angeordnet ist, so wird die Luft, wenn die beiden Hähne geöffnet werden, von oben nach unten in den luftleeren Raum mit großer Heftigkeit einströmen. Durch den entstehenden starken Windstrom werden kleine, im Kolben L befindliche Gegenstände, Steinen oder Haselnüsse hin und hergeworfen.

Bei dem Übergang auf das untere Gefäß wird die Luft in dem oberen plötzlich ausgedehnt und stark verdünnt. Da aber eine kleinere Luftmenge weniger Feuchtigkeit aufnehmen kann als eine größere, so verliert die Luft im oberen Kolben die überschüssige Feuchtigkeit. Diese wird

¹⁾ Unter „Luft“ sind hier die bei Fäulnis oder Gärung sich bildenden Gasarten, also z. B. Kohlenäure oder Grubengas zu verstehen.

in Form von kleinen Tröpfchen sichtbar, die allmählich zu Boden fallen. Je mehr das Gefäß vorher der Feuchtigkeit ausgesetzt war, je mehr Feuchtigkeit also die Luft aufnehmen konnte, desto mehr Feuchtigkeit verliert nunmehr die Luft und desto größere und zahlreichere Tröpfchen in Form von Nebel bilden sich. Besonders tritt dieser Nebel auf, wenn der Hahn des evakuierten Kolbens in Wasser gestellt und etwas geöffnet wird. Das eingesaugte Wasser



Holzſchnitt VIII.

verbreitet ſich dann mit großer Geſchwindigkeit durch das ganze Gefäß und erhöht die Feuchtigkeit des Luſtrückſtandes beträchtlich. Dieſer Nebel kann durch Einführung von etwas Luſt in Wolken zerteilt werden. Das beobachtet man, wenn die beiden Glasgefäße mit geſchloſſenem Hahn voneinander getrennt werden und dann der Hahn des großen Kolbens einen Augenblick aufgemacht wird, wobei etwas Luſt eindringt.

Wegen der Zuſammenziehung oder Verminderung der Luſt kann das in ihr enthaltene Waſſer ſich abſcheiden und

in Wolken zusammenballen. Wird der Hahn ganz geöffnet, so daß die Luft voll einströmt, so verschwinden sofort die gebildeten Nebel, da sie von der einströmenden Luft aufgelöst werden. Solange sich der Nebel in dem Kolben hält, kann man deutlich beobachten, daß er sinkt und sich von der reineren Luft trennt. Man sieht auch, daß solche Wirbelbewegungen erregt werden, wie sie eintreten, wenn Wasser im Freien verdampft.

Diese Beobachtungen können zum Verständnis der Wolken- und Windbildung beitragen. An dem Fuß der Berge aus unterirdischen Höhlen und Gängen steigen Dämpfe oder die dort neugebildete Luft auf. Daß Luft aus solchen Gängen zu verschiedenen Zeiten ausströmt, können wir in Erzgruben oft beobachten¹⁾. Die neugebildete Luft ist von der äußeren umgebenden Luft erheblich verschieden, so daß diese durch das Einströmen verändert wird. Bei dieser Veränderung wird sich die in der Luft enthaltene Wassermasse ausscheiden und zusammenziehen, wobei sich Wolken bilden. Auf die gleiche Ursache ist zurückzuführen, daß lebenden Wesen im Winter Dampf oder Nebel aus dem Munde entströmt. Die warme Luft des Mundes zieht sich in der Kälte zusammen, ihr Rauminhalt wird geringer und sie kann daher nicht mehr soviel Wasser festhalten wie vorher. Diese Feuchtigkeit schlägt sich daher zum Teil nieder in Form von Tröpfchen, die bei ihrer Vereinerung als Nebel sichtbar werden. Im Sommer sehen wir ferner an warmen Stellen Glasgefäße oder Weinfrüge, die aus kalten Kellern heraufgebracht werden, sozusagen schwitzen; die umgebende Luft wird nämlich durch diese Gefäße abgekühlt, zieht sich zusammen und ein Teil ihrer Feuchtigkeit wird ausgeschieden. Dieser wird an den Gefäßwänden festgehalten.

Zu erwähnen ist noch, daß, wenn das Auspumpen der Glasgefäße bei den obigen Versuchen in der Sonne vor sich geht, die Luft in dem oberen Gefäß zu strahlen beginnt und darauf sich deutliche Regenbogenfarben zeigen.

¹⁾ Diese Luft bewirkt die elektrische Ladung der Erdhülle; sie ist, wie man sagt, *radioaktiv*. Sie wird aber nicht neu gebildet, ihr Entweichen hängt vom Barometerstand ab.

Die Flamme im Vacuum.

Ich ließ eine aus weißem Wachs gefertigte Kerze anzünden und in den Abschnitt V näher beschriebenen Kolben L (Holzschnitt VIII, Abb. I) unter Benutzung des abnehmbaren Hahnes q r einschließen. Der Kolben wurde dann neben die Pumpe (Abschnitt IV) gesetzt und die Luft ausgepumpt. Die Flamme wurde allmählich kleiner und zog sich mehr und mehr zusammen in dem Maße, wie die Luft verdünnter wurde, bis sie schließlich an der Spitze des Dochtes mit dunkelblauer Farbe erlosch. Noch eine bis zwei Minuten nach dem Erlöschen der Flamme blieb der Docht glühend und gab Rauch von sich; zuletzt hörte auch das auf. Dieser Versuch wurde häufig wiederholt und stets zeigte sich, daß Feuer ohne Luft nicht unterhalten werden kann und beim Verschwinden der Luft verlöscht. Die längliche Form der Flamme kommt durch den Luftdruck zustande. Die leichtere Flamme steigt durch ihn empor und wird aufwärts getrieben, gerade so, wie im Wasser als dem schwereren Medium eine Luftblase emporsteigen muß. Die Flamme bleibt jedoch schließlich in der glühenden Kohle des Dochtes hängen, weil sie zuletzt keinen größeren Auftrieb als die Luft selbst besitzt. Das Emporlodern der Flamme beim Anzünden der Kerzen wird man stets nur an tiefer gelegenen Orten beobachten können, an denen die Luft großen Druck hat. Wirkt der Luftdruck nicht mehr, dann kann die Flamme nicht mehr Pyramidenform besitzen, sondern muß Kugelform besitzen wie die Flamme der Sonnenscheibe.

Bei einem Versuche, bei dem ich die vorher angezündete Kerze in dem Kolben brennen ließ und dafür gesorgt war, daß weder Luft entweichen noch Zutreten konnte, blieb die Kerze drei bis vier Minuten brennen, ehe sie erlosch. Sie erlosch mit dunkelblauer Flamme nicht an der Spitze des Dochtes, sondern in der Mitte. Das Erlöschen ist zweifellos dadurch verursacht, daß beim Brennen die Luft verändert¹⁾

¹⁾ Eine Weiterführung dieser Versuche hätte Guericke zur Entdeckung des Sauerstoffs, Stickstoffs und der Kohlensäure führen

wird und zum Theil verschwindet. Sobald aber die Luft fehlt, kann das Feuer nicht weiterbrennen. Diesem Nachweise dienen die im folgenden Abschnitt beschriebenen Versuche.

Über die unterirdischen Lampen der Römer ist vieles nach fremden Quellen geschildert worden, aber es gibt keine Augenzeugen. Auch in zuverlässigen Nachrichten aus dem Altertum herrscht tiefes Schweigen über das unverbrennliche Öl. Nach unseren Versuchen ist es ausgeschlossen, daß Feuer ohne Luft unterhalten werden kann, und so wird wohl niemand mehr mit Sicherheit davon reden können, daß jene Lampen Jahrhunderte hindurch gebrannt haben.

A b s c h n i t t XIII.

Über das Verschwinden der Luft bei der Verbrennung.

Um nachzuweisen, daß das Feuer Luft verzehrt¹⁾, nahm ich ein Glasgefäß, einen Kolben, dessen Bauch abgeschnitten war (s. Holzschnitt VIII, Abb. II a h b g). An den unteren Teil b befestigte ich die Blechbüchse c c mit dem Pechfitt; mitten durch das Glas und die Büchse war ein Messingrohr d e geführt. Die Öffnung e paßte auf die Hahnmündung q des Rezipienten L (Holzschnitt VIII, Abb. I). Das Glas wurde bis über die Hälfte (bis g h) mit Wasser gefüllt. Über das Rohr d e wurde ein kleiner ähnlicher Kolben f umgekehrt gesetzt, dessen Boden das Rohr berührte und in das Wasser tauchte. Die ganze Vorrichtung wurde mit der Öffnung e auf den Hahn q des Kolbens L gesetzt, in den vorher nach Abnahme des Hahnes die angezündete Kerze eingeführt war. Die Luft konnte nur eintreten oder austreten durch das Rohr c d und den darüber gestülpten Kolben f. Zuerst hob sich f, weil die Kerzenflamme die in L eingeschlossene Luft erwärmte und ausdehnte. Entweichen konnte diese Luft nicht, weil f in Wasser tauchte; aber schon nach Verlaufe von einer bis zwei Minuten begann f wieder zu sinken

müssen. Die Versuche blieben unbeachtet. Erst ein Jahrhundert später wird durch Lavoisier der abgerissene Faden wieder angeknüpft.

¹⁾ Feuer ist also keine Eigenschaft, kein Element im Aristotelischen Sinne.

und sein Boden näherte sich der Rohrmündung d. Zugleich stieg das Wasser in das Gefäß f hinein, wobei eine Menge Blasen verschluckt wurden. Das läßt sich nur erklären, wenn ein Teil der in L enthaltenen Luft, es war etwa der zehnte Teil, von der Kerzenflamme verzehrt wurde. Wahrscheinlich würde alle Luft verschwinden ¹⁾, wenn nicht die Flamme so schnell erlöschen würde.

Man kann zwar das Erlöschen der Flamme in dem geschlossenen Kolben auf das Fehlen der Luft zurückführen; indessen ist noch eine zweite Ursache wirksam, das ist die Verunreinigung der Luft, welche durch das Verbrennen des Waxes oder Talges hervorgerufen ist. Der im Kolben vorhandene Luftrest beginnt nach dem Herausaugen aus dem Kolben dunkel zu werden. Er läßt einen schwarzen Rauch zurück, von dem vorher in der unverbrauchten Luft nichts zu sehen war.

Es ist aber die Frage, ob die Flamme die Luft in der Weise verzehrt, daß sie in nichts oder aber so, daß sie in etwas Körperliches verwandelt wird. Das letztere scheint mir das Wahrscheinlichere zu sein, wenn sich auch nur so wenig davon bildet, daß man es kaum wahrnehmen konnte.

A b s c h n i t t XIV.

Das Licht im Vakuum.

(Inhalt.) Der leere Raum ist nicht selbst leuchtend und erscheint daher dunkel. Er läßt aber die von Körpern ausgehende Strahlung durch, z. B. die Strahlung der Sonne, Planeten und Sterne. Es ist dabei ohne Bedeutung, ob durchsichtige Körper sich außerhalb oder innerhalb des Vakuums befinden.

A b s c h n i t t XV.

Der Schall im Vakuum.

In dem evakuierten Gefäß klingen Glöckchen, Saiten von Musikinstrumenten und andere Gegenstände, die den

¹⁾ Verzehrt wird der Sauerstoff; dieser macht etwa ein Fünftel der Luft aus. Es bleibt der Stickstoff übrig. Die Luft verschwindet niemals vollständig.

Schall erregen, nur wenig. Man kann leicht eine Probe machen, indem man in die Öffnung des vielerwähnten Rezipienten ein lauttönendes mechanisches Uhrwerk einführt und an einem Faden freihängend befestigt. Das Uhrwerk wurde vorher so eingestellt, daß es alle halbe Stunden beim Schlag des Hämmerchens auf die Glocke einen bestimmten Ton mehrmals hintereinander in kurzen Pausen angab. Ich begann nunmehr, aus dem abgeschlossenen Rezipienten die Luft auszusaugen. Der Ton wurde schwächer und schwächer; war die Luft vollständig entfernt, so gelangte kein Ton mehr in mein Gehör. Näherte ich aber das Ohr dem Glasgefäß, so hörte ich beim Schlag des Hämmerchens auf die Glocke ein dumpfes Geräusch, wie es auch zustande kommt, wenn man eine derartige Uhr-glocke in der Hand hält und mit einem kleinen Hammer berührt. Solche dumpfen Geräusche sind als wirkliche Töne, die sich in der Luft ausbreiten, nicht anzusehen. Läßt man die Luft wieder in das Gefäß einströmen, so ist der alte Ton wieder zu hören.

Ich ließ dann vom Schreiner an Stelle der Glocke eine Klapper mit vier Hölzchen von quadratischer Form zusammenleimen, die nur so groß war, daß sie durch die Öffnung des Rezipienten hindurchgeführt werden konnte. Mit ihr wurde der Klöppel einer kleinen Glocke verbunden. Nachdem er befestigt war, wurde der Stopfen auf die Öffnung des Glaskolbens gesetzt. Schüttelt man dann den Kolben mit den Händen hin und her, so schlägt der Klöppel gegen die Seiten der Klapper. War der Kolben mit Luft gefüllt, so war das entstehende Geräusch deutlich wahrzunehmen. Aber auch nach Entfernung der Luft war ein Unterschied der Lautstärke gegen vorher nicht zu erkennen.

Man kann daraus schließen, daß bei Glocken, Trommelhäuten, Gläsern und Saiten musikalischer Instrumente der gehörte Ton mit Hilfe der Luft erzeugt wird, indem diese zu starken, gut hörbaren Schwingungen erregt wird. Dagegen wird ein schwächeres Geräusch oder ein Schwirren, das nur durch gegenseitige Reibung von Gegenständen zustande kommt, nicht mittelst der Luft erregt, sondern entsteht durch das den Körpern zukommende Schwingungsvermögen. Wurde nun der Rezipient aufs sorgfältigste

verschlossen, so daß Luft weder ein- noch austreten konnte, so drang Lärm, Getöse, Geräusch durch das Glas und blieb fortdauernd bestehen, ob nun die Luft vorhanden oder ausgepumpt war¹⁾. Das Geräusch kann aber auch durch die Luft selbst erregt werden. Auch hier ist die Ausbreitung der Wirkung eine andere als beim reinen Ton. Versucht man gläserne Flaschen quadratischer Form zu evakuieren, so brechen sie und dabei entsteht ein sehr starker Knall, indem die umgebende Luft in den leeren Innenraum der Flasche mit großer Geschwindigkeit wieder einströmt. Ähnlich kommt die Lusterregung zustande, durch welche beim Abfeuern von Kanonen der donnerartige Knall entsteht. Denn das mit großer Geschwindigkeit sich ausbreitende Feuer (der Pulvergase) erlischt im Augenblick und dehnt die Luft schnell aus. Es läßt gewissermaßen an dieser Stelle einen leeren Raum zurück. In diesen stürzt die Luft heftig hinein und füllt ihn wieder. Ein solcher Vorgang ist stets mit starkem Geräusch verbunden. Übrigens kann man daraus schließen, daß, wenn ein mechanisches Uhrwerk in einer gläsernen oder kupfernen Kugel so fest eingeschlossen wird, daß keine Luft entweichen kann, und diese Kugel mit ihrem Inhalt dann in dem großen Rezipienten aufgehängt wird, man das Geräusch des Klöppels richtig hören würde. Würde aber die Luft aus dem Rezipienten entfernt werden, so müßte ohne Zweifel die gläserne Kugel durch die Schwingungen der inneren Luft zerbrechen, wie es nach den Versuchen im Abschnitt XXXIII bei einer Blase der Fall ist. Indessen habe ich die Versuche nach dieser Richtung nicht fortgesetzt.

¹⁾ Guericke sieht das Geräusch für etwas Unkörperliches an, das sich wie Strahlung oder Wärme von einem Körper aus durch das Vakuum ausbreiten kann. Tatsächlich ist aber die Ursache, daß er das Geräusch noch hört, in dem unvollkommenen Vakuum und der nicht ganz einwandfreien Aufhängung zu suchen. Für die Ausbreitung der Töne, d. h. der regulären Schwingungen eines Körpers, nimmt er, wie es auch richtig ist, die Luft als notwendig an. Doch glaubt er, daß die Luft als Substanz mit dem Schall wandert. Es handelt sich aber nur um periodische Verdichtungen und Verdünnungen der Luft, die sich in der Luft ausbreiten.

Über das Verhalten von Tieren im Vakuum.

Das oftgenannte Gefäß L, der gewöhnliche Rezipient der Chemiker, wurde mit einem so weiten, abnehmbaren Hahn qr (Holzschnitt VI, Abschnitt V) versehen, daß kleine Tiere hineingesetzt werden konnten. Zuerst wurde ein Sperling eingeschlossen, dieser flatterte unaufhörlich hin und her und schlug die Flügel aneinander. Dann verband ich mittelst des Rohrs f g h i (Holzschnitt VII, Abb. IV) das Gefäß L mit der Luftpumpe. Der Flug des Vogels wurde sogleich gehemmt. Zunächst konnte aber nichts anderes bemerkt werden, als daß, wenn das Auspumpen der Luft weiter fortgesetzt wurde, sein Schnabel offen stand und er mit Schwierigkeit atmete. Schließlich saß er, ohne zu atmen, mit auseinandergesperrtem Schnabel da, und mit dieser unveränderten Schnabelhaltung blieb er ruhig sitzen, bis er tot vornüber fiel. Die Bewegungen der Gliedmaßen hören also bei fehlender Luft auf. Ebenso erlosch das Leben im Herzen wie eine Weingeistflamme.

Bei einem anderen Versuch wurde das Glasgefäß mit Wasser gefüllt, in welches ich verschiedene Arten Fische setzte, nämlich Hechte, größere und kleinere Barsche, Gründlinge und Barben, sowie andere häufigere Fische. Diese verhielten sich beim Auspumpen der Luft verschieden. Die Hechte begannen mit aufgesperrtem Maul mehr und mehr anzuschwellen. Sie spieen die verzehrten kleinen Fische aus dem Magen wieder aus. Zuletzt quollen ihre Leiber so auf, daß sie beinahe zu zerplatzen drohten, und endlich lagen sie wie tot auf dem Rücken am Boden des Gefäßes. Ich bemerkte, daß ihre Schwimmblasen fest geschlossen sind und keine Röhren besitzen, durch welche Luft entweichen kann. Daher kann sich die Luft in der Blase ausdehnen und bewirken, daß der Fischkörper sich aufbläht. Die Gründlinge dagegen und andere, häufigere und eßbare Fische haben eine Blase, aus der die Luft allmählich entweichen kann. Die beiden Arten Barsche zeigten einen merkwürdigen Unterschied. Beide schnappten mit auseinandergesperrten Kiemen nach Luft und die Augen traten aus ihren Höhlen. Die einen verendeten dabei wie die Hechte und sie kamen auch

nicht wieder zum Leben zurück, wenn man den Behälter öffnete und die Luft wieder zutreten ließ. Die anderen aber erholten sich, wenn sie nicht allzulange im Vakuum geblieben waren.

Anhangsweise erwähne ich folgende Beobachtung: Wenn Weintrauben in dem großen evakuierten Gefäß eingeschlossen ein Halbjahr lang kühl aufbewahrt worden waren, so erschienen sie äußerlich nicht wesentlich verändert, aber sie hatten ihren Geschmack verloren. Es verdunstet nämlich in den leeren Raum das spezifisch Weingeistige, das sonst durch den Druck der umgebenden Luft in den Trauben zurückgehalten wird.

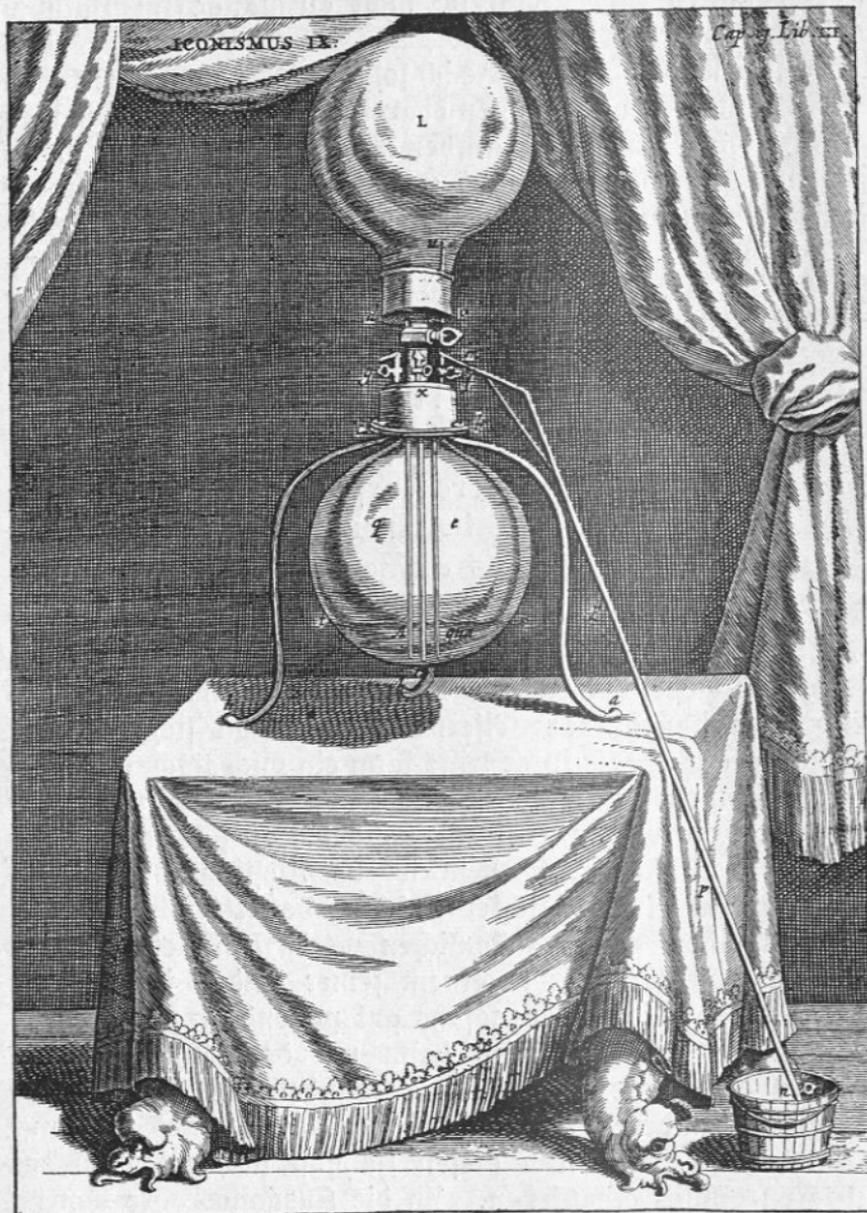
A b s c h n i t t XVII.

Über die Einrichtung eines hydraulisch=pneumatischen Apparates, der für weitere Forschungen eine geeignete Grundlage geben und in einer Schaufammlung zur Anregung des Geistes aufbewahrt werden kann.

Man stelle zunächst einen eisernen Dreifuß a b c h i (Holzschnitt IX) her. Die Füße sind oben in einen eisernen Ring b c gesteckt und mit Schrauben befestigt. Auf den sind zwei abnehmbare eiserne Platten von sichelförmiger Gestalt gelegt. Mit ihrer Hilfe kann ein Glasgefäß e q r, ein „Viertelkolben“, zwischen die Schenkel des Dreifußes aufgehängt und wieder entfernt werden. Auf diesen Kolben ist die in Abschnitt V beschriebene Messingkapsel gesetzt, durch welche ein luftdichter Abschluß bewirkt wird.

An einem zweiten ähnlichen Gefäß L ist ein Hahn d befestigt, welcher mit je einem seiner Enden in eine der Kapseln der beiden Glasgefäße gut passend einzuführen ist. Das obere Gefäß L wird dann mit dem unteren e q r, wie in der Figur gezeigt ist, verbunden. Außerdem sind noch vier andere kleinere Hähne — gezeichnet sind nur drei f x g — rings um diesen Hahn d in die Kapsel des unteren Glases einzusetzen. In die Ausgangsröhre von f g kann eine Rinne p p fest eingesetzt werden, um Wasser in das Gefäß hinein= oder herauszulassen. Der Hahn g geht unten in ein Messingrohr q über, welches bis zum Boden des Gefäßes reicht.

Die übrigen zwei Hähne, x und der nicht darstellbare, haben keine besonderen Auslaßöffnungen, dagegen Röhrchen,



Holzschnitt IX.

die bis zum Boden des Gefäßes reichen. Sie sind an ihrem Ende so zugespitzt, daß in die verengte Mündung eine kleine

Nadel hineingesteckt werden kann. Die sämtlichen Hähne müssen in die zugehörigen Öffnungen der Kapsel auf das sorgfältigste passen; sie müssen so eingeschliffen sein, daß keine Luft eindringen kann. Um das sicher zu verhüten, sind sie mit kleinen kreisförmigen Bechern umgeben, die mit Wasser gefüllt werden.

Das mittlere Rohr r, das aus dem gleichen Material wie die Röhrchen gefertigt ist, hat eine größere Weite, es ist fast so stark wie ein Finger und reicht durch die Mitte des unteren Gefäßes bis fast zum Boden. Es wird mit dem abnehmbaren Hahn d verbunden und dient dazu, Wasser von unten in das obere Gefäß gelangen zu lassen.

Der Kanal p p, der aus verzinnem Eisenrohr besteht, ist so lang, daß er, wenn er in die Mündungen eines der beiden Hähne f oder g eingesetzt wird, den Boden des Beobachtungszimmers fast erreicht. Oben ist eine Messingschnauze m angelötet, die aufs genaueste in die Öffnungen der beiden Hähne paßt. Unten ist ein kleiner Hahn (s. Abbildung) angebracht. Weitere Einzelheiten sind leicht von einem aufmerksamen Leser zu ergänzen.

A b s c h n i t t XVIII.

Über den Zweck und die Arbeiten mit dem vorher beschriebenen Apparat.

1. Das untere Glas wird zunächst bis s t mit Wasser gefüllt, dann werden beide Gläser mittelst der Kupferkugel, die auf Holzschnitt VIII, Abb. III dargestellt ist, evakuiert. Die Kugel hat ungefähr das Volumen, wie die beiden Gefäße zusammen. Sie wird mit der Pumpe evakuiert, dann wird ihr Hahn mit dem Hahn f verbunden. Beim Öffnen der Hähne verteilt sich die in beiden Glasbehältern enthaltene Luft auf die Kugel. Nach mehrmaliger Wiederholung dieses Vorgangs ist die Luft aus beiden Gefäßen ganz verschwunden. Das erkennt man daran, daß Luftblasen aus dem oberen Gefäß nur in geringer Menge oder gar nicht in das mittlere Rohr r und dann durch das Wasser sich bewegen. Sind die Gefäße leer, so werden die Hähne d und f geschlossen, zugleich aber die andern geöffnet, die in die zugespitzten Rohre enden. Von diesen können am besten

drei bis vier angebracht werden. Man sieht und hört dann, wie die Luft durch das Wasser eindringt mit einem pfeisenden Ton, dessen Stärke von der mehr oder weniger großen Drehung oder Öffnung der Hahnrücken abhängt. Das Geräusch des Eindringens kann eine, zwei oder drei Wochen hindurch fort dauern, man muß nur darauf achten, daß nicht Luft auf anderem Wege langsam in den Apparat eindringt. Der Ton ist um so zarter, je stärker die Rohrmündungen durch Einstecken von Nadeln verengt werden können. Dann wird die Luft stärker zusammengedrängt und ist gezwungen, zu zischen.

2. Setzt man das Rohr p p mit geöffnetem Hahn n in eine mit Wasser gefüllte Schüssel und verbindet zugleich seine Mündung m mit dem Rohr f des ersten Hahnes, dann wird nach Öffnung von f das Wasser der Schüssel mit großer Geschwindigkeit in das untere Gefäß e q r hineinsteigen. Nachdem ungefähr das halbe Gefäß mit Wasser gefüllt ist, schließe man den unteren Hahn n und den oberen f, nehme das mit Wasser gefüllte Rohr p p ab und setze es beiseite.

3. Wenn der dritte Hahn g, mit dem das linke Rohr x q verbunden ist, geöffnet wird, so dringt die Luft mit voller Kraft durch das Wasser hindurch in das untere Gefäß ein, bis das Gefäß mit Luft gefüllt ist. Es erscheint kaum glaublich, daß das Glas dem heftigen Anprall der einströmenden Luft standhält.

4. Wird aber zuerst der Hahn f, dessen Rohr in das Wasser reicht, und durch den die Luft ebenfalls frei einströmen kann, aufgedreht und auch der Hahn des oberen Gefäßes L geöffnet, so stürzt das Wasser in das obere Gefäß mit starkem Gebrause und solcher Geschwindigkeit, als ob es die Wände durchbohren und das Glas zersplittern müßte. Man muß daher für ausreichende Bremsung des dem eingesaugten Wasser folgenden Luftstromes sorgen. Dies kann man durch rechtzeitige Bewegung des Hahns d erreichen.

5. Am Schluß der Abschnitte V und VI ist auseinandergesetzt, daß bei starker Kompression des Wassers, ohne Zweifel durch die Reibung, in dem Hahn sich zahlreiche Luftbläschen bilden, die sich mit den etwa vorhandenen vereinigen. Diese können nur im Vakuum wahrgenommen werden. Wir

fönnen sie aber auch direkt und sichtbar nachweisen. Wird der obere Hahn d nur soweit geöffnet, daß das untere Wasser den engen Kanal noch durchdringen kann, so löst sich bei der heftigen Reibung das Wasser in ganz kleine Luftbläschen auf. In dem Vakuum, in dem sie sich frei ausbreiten können, erscheinen sie wie Dampf auf der Wasseroberfläche. Daß sie nur im Vakuum gesehen werden können, liegt darin, daß der auf der ganzen Erde und also auch auf der Wasseroberfläche lastende Luftdruck sehr beträchtlich ist; die Bläschen werden daher im Wasser so stark zusammengedrückt, daß sie mit bloßem Auge nicht mehr gesehen werden können. Bei dem Versuch ist aber der äußere Luftdruck durch die Wände des geschlossenen Gefäßes ferngehalten; in dem Vakuum des inneren Gefäßes können sich die Bläschen durch ihr Ausbreitungsvermögen stark vergrößern.

6. Mit diesem Apparat ist zweifelsfrei nachzuweisen, daß die Luft in ihrem unteren Teil durch ihre Eigenschwere sich stark zusammendrückt, daß sie aber auch die Eigenschaft der *Ausbreitung* hat. Wird nämlich die Luft, wie oben beschrieben, aus beiden Gefäßen herausgesaugt, dann geht eine bestimmte Menge aus dem oberen Gefäß wegen ihres Ausbreitungsbestrebens in das Rohr x r herunter, durchdringt das Wasser, breitet sich im unteren Gefäß aus und geht endlich in die Kupfertugel über. Wenn man andererseits das untere Gefäß, nachdem der Hahn d geschlossen ist, allein evakuiert und dann den geschlossenen Hahn schnell öffnet, so breitet sich die Luft aus dem oberen Gefäß mit solcher Gewalt in das untere aus, daß letzteres sofort zerbrochen werden kann.

7. Auch das läßt sich mit diesem Apparat beweisen, daß die sogenannte „Surcht vor dem Vakuum“ nichts anderes ist als der Druck der Luft, durch den sie auf sich selbst und alles darunter Befindliche drückt. Denn wenn die beiden Gefäße luftleer sind, hat das Wasser im unteren kein Bestreben, heraufzusteigen und das obere zu füllen. Sobald aber durch den Hahn f etwas Luft in das untere hineingetrieben wird, steigt Wasser mit großer Geschwindigkeit in das obere aus dem unteren, bis der Hahn f geschlossen wird. Dann hält die durch den äußeren Luftdruck in das untere Gefäß hineingepreßte Luft durch ihr Ausdehnungsvermögen

der emporgestiegenen Wassersäule das Gleichgewicht. Wird dann der Hahn f zum zweiten Male geöffnet, bis das obere Gefäß mit Wasser und schließlich mit Luft gefüllt ist, dann wird das Wasser im oberen Gefäß durch den Druck im unteren gehalten, aber nicht durch die „Surcht vor dem Vakuum“. Wird dann der Hahn f wiederum geschlossen, so wird das Wasser nicht herabsinken, denn dann müßte es die im unteren Gefäß befindliche Luft verdichten Wenn man dagegen von neuem mittelst der evakuierten Kupferkugel etwas Luft unten absaugt, so fließt alles Wasser herab, die obere Luft folgt, bis alles wieder leer ist.

8. Wenn man den Apparat wieder in den ursprünglichen Zustand versehen will, bei welchem das oben hängende Wasser in das untere Gefäß gebracht ist, muß durch eine an anderer Stelle befindliche Öffnung die äußere Luft zum oberen Gefäß L freien Zutritt erhalten. Zu diesem Zweck ist ein Röhrchen u durch die Messingkapsel und den Kitt geführt und ragt in das Gefäß hinein. Durch einen kleinen Stopfen ist es geschlossen. Wird dieser entfernt, so kann die äußere Luft das Wasser aus dem Gefäß L verdrängen.

9. Hat man das Wasser wieder in das untere Gefäß heruntergedrückt und das lange Rohr pp mit dem Ende des Hahns g verbunden, so wird, sobald der Hahn n unten am langen Rohr geöffnet wird, die gesamte in dieses Rohr vorher eingefüllte Wassermenge und zugleich durch Heberwirkung das ganze im Glasgefäß enthaltene Wasser ausfließen. Das eine Mal kann also der Apparat Wasser durch den Hahn f aufnehmen, das andere Mal wird durch den Hahn g das Wasser wieder ausgespien.

A b s c h n i t t X I X .

Über eine neue, mit Hilfe dieses Apparats gemachte Entdeckung, durch die der Luftdruck bewiesen wird.

Den im vorigen Abschnitt beschriebenen Apparat hatte ich in meinem gewöhnlichen Arbeitszimmer auf einem Tisch aufgestellt und setzte einigen Bekannten, die sich für diese Erscheinung interessierten, die beschriebenen Versuche auseinander. Es wurde beobachtet, daß das Wasser durch das lange Rohr pp unten vom Boden in großer Geschwindigkeit

feit und Menge hinaufstieg in das evakuierte Glasgefäß. Dabei wurde die Frage aufgeworfen, bis zu welcher Höhe wohl das Wasser in dieser Weise hochgeführt werden könnte. Da ich darüber noch keine Erfahrungen gewonnen hatte, ich aber nicht annehmen konnte, daß das Wasser bis zu einer beliebigen Höhe emporsteigen würde, so machte ich darüber besondere Versuche. Zunächst wurde das lange Rohr p p soweit noch verlängert, daß es von dem mittleren Stockwerk meines Hauses durch das Fenster hindurch den Boden des Hofraums erreichte. Dort tauchte ich sein Ende in eine mit Wasser gefüllte Schüssel. Wenn ich dann dieselben Versuche wie im vorigen Abschnitt unter 2. ausführte, so sah ich das Wasser, entgegen seiner Natur, nach oben in das geleerte Gefäß steigen. Ich ging nun weiter und brachte den Apparat in ein Zimmer des dritten Stockes. Nach weiterer Verlängerung des Rohrs p p begann der Versuch von neuem. Er verlief jedoch noch in der gleichen Weise, wenn auch das Wasser bei diesem Aufstieg nicht mehr mit großer Geschwindigkeit einströmte. Ich begab mich nun in das vierte Stockwerk und fing nach dem beschriebenen Verfahren von neuem an. Nun bemerkte ich, daß das Wasser nicht mehr das Glasgefäß erreichte. Es blieb vielmehr in dem Rohr hängen. Da aber die Stelle nicht zu erkennen war, so war es nötig, in das Metallrohr ein Glasrohr mit gewöhnlichem Kitt an der vermuteten Stelle einzusetzen und den Versuch zum vierten Male zu wiederholen. Wenn ich dann den Hahn öffnete, sah ich das Wasser sofort in das Glasrohr treten, wobei sein Spiegel zunächst einige Male hin und herschwankte. Aber nach kurzem blieb der Stand unverändert. Die Stelle, zu der das Wasser gelangte, wurde genau bezeichnet; von dieser wurde ein Fadenpendel bis zur Erde herabgelassen. Die Länge dieses Pendels wurde zu ungefähr 19 Magdeburgischen Ellen ¹⁾ festgestellt. Auch bei verschiedenen Wiederholungen dieses Versuches blieb das Wasser stets in derselben Höhe. Ließ man die Anordnung mehrere Tage unberührt, so konnte man Ver-

¹⁾ = $10\frac{1}{2}$ m, wenn die Magdeburgische Elle gleich der Länge der Hamburger Elle angenommen wird. Bei einem vollkommenen Vakuum würde nach genaueren Messungen der Wert 10,3 m erreicht werden.

änderungen von einem Tage zum andern erkennen. Manchmal stand das Wasser ein, zwei oder selbst drei Zoll höher, manchmal tiefer. Die Ursachen dieser Veränderungen konnte ich zuerst gar nicht einsehen.

Ich vermutete, daß die Ursache im Glase läge, durch das im Laufe der Zeit etwas Luft eindränge, die den Stand des Wassers herunterdrücken könnte. Da aber an einem folgenden Tage das Wasser einen um fast $\frac{1}{2}$ Zoll höheren Stand als den anfänglichen von $18\frac{3}{4}$ Ellen einnahm, so war es ausgeschlossen, daß die Ursache der Änderung in einer nicht ausreichenden Dichtigkeit des Apparats zu suchen war. Um darüber Gewißheit zu erlangen, ließ ich das Glasgefäß von neuem auspumpen und den Versuch wiederholen. Der Endstand, den danach das Wasser einnahm, war derselbe, der zur Zeit des Versuchsbeginns vorhanden gewesen war. Erst einige Tage darauf war eine Änderung zu bemerken.

Aus dem ganz unerwarteten Verlauf dieses Versuches konnte ich nicht anders schließen, als daß der Luftdruck über der Erdoberfläche, die Ursache der „Surcht vor dem Vakuum“, das Wasser in ein Vakuum, d. h. in einen von anderen Körpern freien Raum, hineindrückt; dieser Raum wird aber nur soweit ausgefüllt, als es der jeweiligen Größe dieses Druckes entspricht. Wenn die „Surcht vor dem Vakuum“, wie die Peripatetiker¹⁾ behaupten, der Grund wäre, daß es kein Vakuum in der Natur gibt, so müßte das Wasser dem Vakuum soweit auf dem Fuße folgen, daß es eine beliebige Höhe erreichen könnte. Der Versuch zeigt jedem sichtbar, daß das Wasser sich dem Vakuum nicht über 19 oder höchstens $19\frac{1}{2}$ Ellen nähern kann und nicht eine unbegrenzte Höhe erreicht. Auch müßte man, wenn die Ursache des Aufsteigens von der „Surcht vor dem Vakuum“ herrührt, wenigstens annehmen, daß das Wasser auf derselben Höhe stehen bleibt. Daraus, daß die Höhe sich verändern kann, muß man schließen, daß eine äußere Ursache den Aufstieg des Wassers und seine Änderungen veranlaßt.

¹⁾ Eine Gruppe griechischer Philosophen; hier wohl auf Descartes zu beziehen.

Die Wassersäule in dem Rohre wird daher soweit in die Höhe geführt, bis sich der Druck der Wasser- und der Luftsäule das Gleichgewicht halten.

Ab schn itt XX.

Über andere ähnliche Experimente, durch welche der Luftdruck nachgewiesen und die Grenze für das durch die „Vakuumfurcht“ (Fuga vacui) bedingte Spannungsvermögen bestimmt wird.

Die vorangehende Entdeckung zeigt, daß in der Natur ein Vakuum besteht und daß die „Surcht vor dem Vakuum“ in den unteren Luftschichten von dem Luftdruck herrührt. Ich gebe nun zwei Methoden an, um diesen Luftdruck zu messen.

Erstes Verfahren (Holzschnitt X, Abb. 1): Ich ließ vier Messingrohre a b, c d, e f, g h anfertigen, jedes von etwa fünf Ellen Länge und der Stärke eines kleinen Fingers. Diese konnten auf verschiedene Weise zusammen gesetzt und miteinander mit der erforderlichen Genauigkeit zu kürzeren oder längeren Rohren vereinigt werden. Ihre Öffnungen sind so eingerichtet, daß jedes Rohr in ein anderes gesteckt werden konnte, z. B. d in a, f in c, h in e. An der Einsatzstelle waren sie mit Wasser umgeben, das sich in einer angelöteten flachen Glasschüssel a, c, e oder g befand. Dadurch war das Eindringen von Luft in die Rohrleitungen verhindert. Zunächst wurden drei Rohre vereinigt und an der Wand meines Hauses aufgerichtet bis zu einer Höhe von 15—16 Ellen, nachdem für jedes Rohr einzeln festgestellt war, daß keine Luftbläschen hindurchgingen. An die Mündung b des untersten Rohrs a b war ein verschließbarer Hahn befestigt. In die obere Öffnung des dritten oder vierten Rohrs war ein Hahn l eingepreßt, durch den die Rohrleitung mit dem Glascolben i k l von zwei oder mehr Ellen Länge verbunden war von der Form, wie er bereits in Holzschnitt V, Abb. III, Abschnitt II beschrieben ist. Die Verbindung war so, daß Luft von außen nicht eindringen konnte. Wird das Gefäß i k mit Wasser gefüllt und mit seinem Hahn l in die Öffnung des Rohrs e f gesteckt, so wird, sobald die Hähne b und l geöffnet werden,

Cap. 20 et 21. Tit. III.

ICONISMUS X.

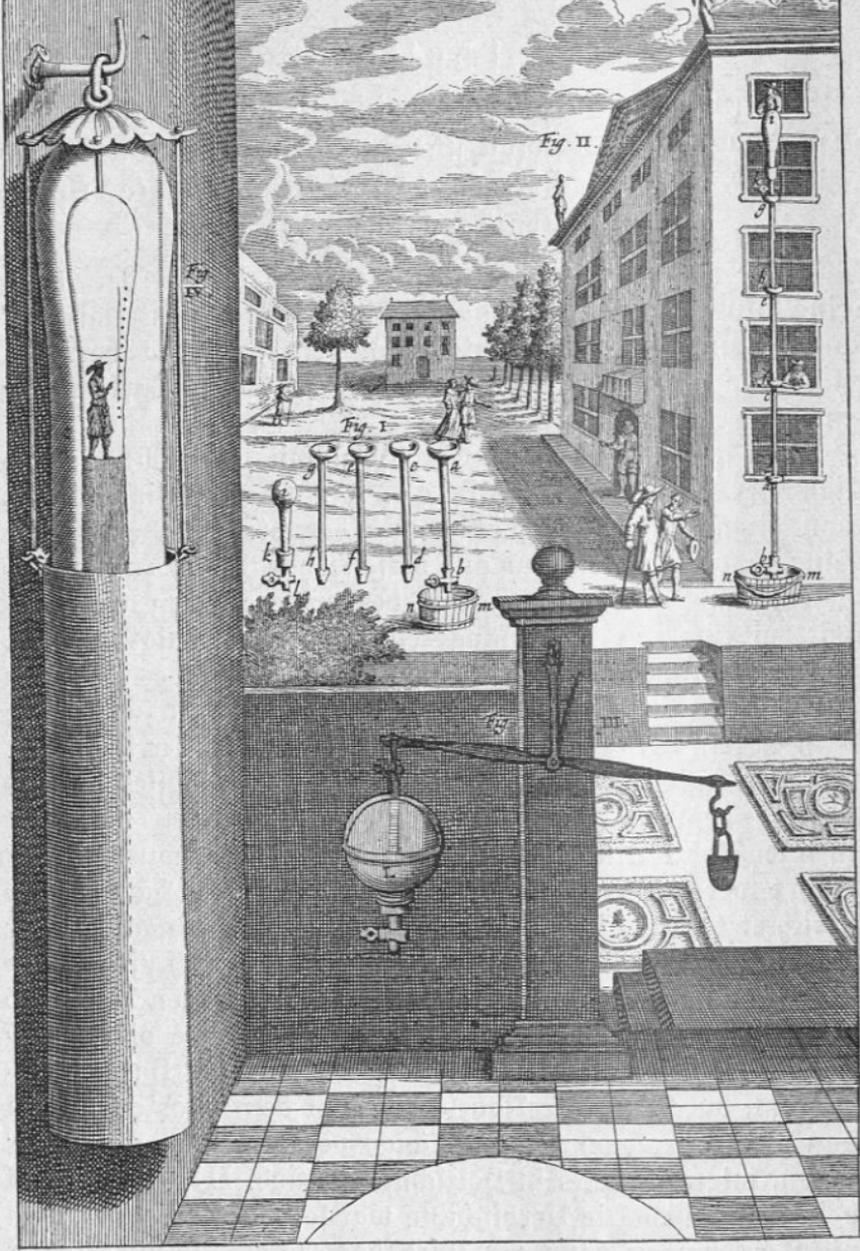


Fig. I. Fig. II.

Fig. III.

Fig. IV.

Fig. V.

Fig. VI.

Fig. VII.

Fig. VIII.

Fig. IX.

Fig. X.

Fig. XI.

Fig. XII.

Fig. XIII.

Fig. XIV.

Fig. XV.

Fig. XVI.

Fig. XVII.

Fig. XVIII.

Fig. XIX.

Fig. XX.

Fig. XXI.

Fig. XXII.

Fig. XXIII.

Fig. XXIV.

Fig. XXV.

Fig. XXVI.

Fig. XXVII.

Fig. XXVIII.

Fig. XXIX.

Fig. XXX.

Fig. XXXI.

Fig. XXXII.

Fig. XXXIII.

Fig. XXXIV.

Fig. XXXV.

Fig. XXXVI.

Fig. XXXVII.

Fig. XXXVIII.

Fig. XXXIX.

Fig. XL.

Fig. XLI.

Fig. XLII.

Fig. XLIII.

Fig. XLIV.

Fig. XLV.

Fig. XLVI.

Fig. XLVII.

Fig. XLVIII.

Fig. XLIX.

Fig. L.

Fig. LI.

Fig. LII.

Fig. LIII.

Fig. LIV.

Fig. LV.

Fig. LVI.

Fig. LVII.

Fig. LVIII.

Fig. LIX.

Fig. LX.

Fig. LXI.

Fig. LXII.

Fig. LXIII.

Fig. LXIV.

Fig. LXV.

Fig. LXVI.

Fig. LXVII.

Fig. LXVIII.

Fig. LXIX.

Fig. LXX.

Fig. LXXI.

Fig. LXXII.

Fig. LXXIII.

Fig. LXXIV.

Fig. LXXV.

Fig. LXXVI.

Fig. LXXVII.

Fig. LXXVIII.

Fig. LXXIX.

Fig. LXXX.

Fig. LXXXI.

Fig. LXXXII.

Fig. LXXXIII.

Fig. LXXXIV.

Fig. LXXXV.

Fig. LXXXVI.

Fig. LXXXVII.

Fig. LXXXVIII.

Fig. LXXXIX.

Fig. LXXXX.

das Gefäß i k mit dem Wasser unverändert angefüllt bleiben, da die Gesamthöhe des Rohrsystems zusammen mit dem Gefäß i k nur 17—18 Ellen beträgt und der äußere Luftdruck stärker ist als der Druck der Wassersäule. Wird der Versuch in der Weise wiederholt, daß das Rohrsystem durch Hinzufügung des Rohrs gh um einige Ellen verlängert wird (Gesamtlänge also etwa 20 Ellen), dann wird das Wasser aus dem Glas i k und aus einem Teil der Rohre bis zur Entstellung auf 18—19 Ellen herabsinken.

B e m e r k u n g: Es kommt nicht darauf an, wie weit die Rohre sind, denn das Wasser übt in einem weiteren Gefäß bei gleichen Verhältnissen keinen größeren Druck aus als in einem engeren. Hat man zwei Rohre a und b (Holzschnitt VIII, Abb. IV S. 53) von gleicher Höhe, aber verschiedener Weite durch ein drittes Rohr horizontal verbunden und füllt man das Rohr a mit Wasser, so geht Wasser auch in b über, bis der Wasserspiegel in beiden Rohren gleich hoch ist. Die große Menge im weiten Rohr a kann die geringe Menge im Rohr b auch nicht um ein Haar höher emportreiben, weil der Luftdruck auf beide Wassersäulen in lotrecht Richtung gleich wirkt und daher nicht die Menge der Wassersäulen, sondern ihre senkrecht gemessene Höhe maßgebend ist.

Z w e i t e s V e r f a h r e n: Zum Evakuieren nehme man wiederum ein Glasgefäß, je größer, desto besser, z. B. den vielfach beim Destillieren (im Laboratorium) benutzten Viertelrezipienten. Wie in Abschnitt V beschrieben, wird an diesen eine Blechbüchse mit dem zugehörigen Hahn befestigt. Nach dem Evakuieren wird das Gefäß auf das an der Wand aufgerichtete Rohrsystem, das mit seinem offenen unteren Hahn in eine mit Wasser gefüllte Schüssel taucht, bei g aufgesetzt. Sobald der Hahn des Kolbens geöffnet wird, steigt das Wasser mit großer Hefigkeit in dem Rohrsystem in die Höhe bis ungefähr zu 19 Ellen. Das geschieht, weil die äußere Luft auf das Wasser in der Schüssel bei m n einen Druck ausübt, das Wasser aber kann in den leeren Raum des evakuierten Gefäßes ausweichen. Es steigt soweit in die Höhe, als es der Druck der umgebenden Luft aufwärtstreibt.

B e m e r k u n g: Aus diesen Versuchen folgt erstens, daß das Wasser bei Benutzung eines Hebers über eine

Anhöhe, die höher ist als 18 Ellen, nicht herübergeführt werden kann. Zweitens: durch Saugpumpen in einer Rohranlage, bei denen die Ventile und Kolben weiter als 18 Ellen vom Wasserspiegel entfernt sind, kann kein Wasser gefördert werden; werden Ventil und Kolben niedriger gelegt, so kann das Wasser nicht nur bis zu diesen Apparateilen emporgeführt werden, sondern noch weiter, so hoch, als es die Gestalt des Gestänges gestattet, das in dem Pumpenrohr bewegt wird.

Mit Hilfe dieser Anordnungen gelangen wir auch noch zum Verständnis mancher anderen, bisher noch nicht erkannten Erscheinungen, über die ich einiges am 30. Dezember 1661 in einem Briefe an Professor Schott mitgeteilt habe. Dieser ist in dem ersten Buch der Technica curiosa im 21. Abschnitt, der von den Magdeburger Versuchen handelt, auf S. 52 abgedruckt und lautet folgendermaßen: „Um diesen Luftdruck zu jeder Zeit nachweisen zu können, habe ich folgende besondere Anordnung getroffen (Holzschnitt X, Abb. IV): Aus Holz wurde eine kleine Figur in Form eines Männchens geschnitten und im oberen Teil des Glasrohrs i untergebracht. Sie konnte darin auf und niedersteigen und auf feste Marken, die im Gefäß angebracht waren, mit dem Finger zeigen. Daran konnte der zur Zeit herrschende Luftdruck abgelesen werden. Die Anordnung im unteren Teile des Gefäßes wurde verdeckt, damit die Beobachter nicht hinter das Geheimnis¹⁾ kommen konnten. Das Glas ist

¹⁾ Nach den Angaben im Abschnitt XXXI dient dieser Apparat, „das Wettermännchen“, der nicht mit dem in Abschnitt XXXVII beschriebenen, ebenfalls perpetuum mobile genannten Thermoskop zu verwechseln ist, auch dazu, um Luftdruckschwankungen wahrzunehmen. Man vermutet nach dem Zusammenhang, daß es sich auch um ein Wasserbarometer handelt. Das dürfte aber nicht der Fall sein. Hochheim (in einer Schrift über Guericke, Magdeburg 1870) und Michælis (in einem Gedächtnisartikel, 1903 in der Zeitschrift Himmel und Erde erschienen) weisen darauf hin, daß der Apparat ein Quecksilberbarometer sei. Dann müßte allerdings die Zeichnung ungenau sein, da die Oberfläche von Quecksilber in einer Röhre konvex und nicht konkav erscheint. Die Einrichtung des Apparates blieb bis 1684 Geheimnis; Comiers hat zuerst Näheres mitgeteilt. Nach Mitteilungen von Guericke's

in seinem ganzen Umfange mit Blech umgeben und vor äußeren Einflüssen gut geschützt, wodurch die ganze Einrichtung mit Sicherheit unverändert bleiben kann. Die Vorrichtung nenne ich „Immer lebendig“ (Semper vivum); man könnte sie auch mit Recht ein Perpetuum mobile nennen. Jedoch bewegt sie sich nicht fortwährend, sondern nur bei Änderung des Luftzustandes in der weiteren Umgebung. Durch Wärme und Kälte wird sie nicht beeinflusst, ist also auch kein Wärmemesser.“

„Damit aber Ew. Ehrwürden und auch andere wahre Förderer der Naturforschung die Feinheit des Versuchs richtig herauschmecken können, mögen Sie folgendes erwägen: Wenn es eine unumstößliche Erfahrung ist, daß die Luft nicht immer den gleichen Druck besitzt, so muß notwendigerweise eine Glocke L (Holzschnitt X, Abb. III), die von Luft gänzlich frei ist, in der Luft an eine richtige und empfindliche Wage gehängt, sobald die Luft schwerer wird, leichter erscheinen und umgekehrt: wird die Luft leichter, so muß die Glocke schwerer werden. Denn je schwerer das umgebende Medium, um so leichter wird der in ihm enthaltene Gegenstand. Es wird z. B. eine Glocke im Wasser, da das Wasser schwerer als die Luft ist, leichter sein als in der Luft.

Diese Betrachtung führt uns zu neuen Ermittlungen, so z. B. zu der Feststellung, ob in mehr oder weniger großer Entfernung Regen gefallen ist, und zwar kann man angeben, wann dieser begonnen oder aufgehört hat.

So habe ich im vergangenen Jahre 1660 bei dem oben erwähnten Versuch das Nahen eines außerordentlichen Sturmes und von Unwetter erkennen können durch ungewöhnliche Veränderungen des Luftdrucks. Die Luft erschien so viel leichter als gewöhnlich, daß der Finger des Männchens noch unter die unterste, auf dem Glasrohr angegebene

Sohn im Jahre 1665 war der Große Kurfürst allein eingeweiht. Er besaß ein solches Instrument in seiner Bibliothek, das demgemäß sehr kurz gewesen ist (es kann also nicht Wasser oder eine andere Flüssigkeit als Füllung in Betracht kommen). Die Deckbleche waren feuervergoldet und sehr fein graviert; die Figur aus Ebenholz, das Gestell aus Marmor und mit schönen Steinen und Silber ausgelegt (s. Hoffmann, Lebensbeschreibung Guerickses, S. 302).

Marke sank. Als ich das bemerkte, habe ich offen gesagt, ohne Zweifel sei irgendwo ein schweres Unwetter eingetreten. Kaum waren zwei Stunden verflossen, als auch jener bekannte Sturm in unsrer Gegend einsetzte, wenn auch weniger heftig als auf dem Ozean.“

Ab schn itt XXI.

Über das Gewicht der Luft.

Das Gewicht können wir im doppelten Sinne auffassen, im allgemeinen und im besonderen. Das allgemeine Gewicht ist dargestellt durch den Druck einer Luftsäule, die man sich senkrecht durch den ganzen Luftraum aufgerichtet denkt. Ihre Höhe ist nicht näher anzugeben, ihre Grundfläche kann beliebig sein, z. B. von der Form eines Obolus, eines Goldstücks, eines Reichstalers, eines menschlichen Kopfes, oder der von dem Rand einer Münze eingeschlossenen Fläche. Ich kann sagen, das Gewicht eines Luftzylinders von dem Querschnitt eines Obolus ¹⁾ ist gleichzusetzen dem Gewicht einer Wassersäule von gleichem Querschnitt, die 19 Magdeburgische Ellen hoch ist. Das ist dasselbe, als wenn ich sage, der Druck der Luft beträgt ebensoviel wie der Druck einer 19 Ellen hohen Wassersäule. Auch das Gewicht eines Luftzylinders vom Querschnitt eines Rheinischen Goldstücks (Dufaten) entspricht dem Gewicht des Wassers in einer Röhre vom Querschnitt dieses Goldstücks und von 19 Ellen Höhe. Eine solche einfache Beziehung ist stets vorhanden.

Das besondere (spezifische) Gewicht der Luft kann entsprechend dem Versuch (Holzschnitt X, Abb. III) aus folgender Überlegung abgeleitet werden: hängt man ein gläsernes Gefäß oder den Rezipienten L (Abschnitt IV, VIII, XI) an eine Wage und wiegt ihn erst mit offenem Hahn in der Luft und dann nach dem Evakuieren der Luft mit geschlossenem Hahn, so nimmt sein Gewicht um ein bis zwei Unzen ²⁾ je nach seiner Größe ab, da jedes Luft-

¹⁾ Altgriechische Münze, der sechste Teil einer Drachme.

²⁾ Eine Unze hat 2 Lot; 1 Lot = 14 g. Der Gewichtsverminderung von 4 Lot (58 g) entspricht ein Volumen von 50 l.

volumen ein bestimmtes Gewicht besitzt. Einer meiner Rezipienten gab so bei Prüfung auf einer Goldwage eine Gewichtsverminderung um 4 Lot¹⁾, also um soviel, wie zwei Reichstaler wiegen. Wird der Luftzutritt freigegeben und zwar so langsam, daß die Luft nicht gewaltsam einströmt und das Gefäß nicht zertrümmert wird, so tritt die Luft unter Pfeifen ein und zugleich bekommt das Gefäß sein früheres Gewicht wieder, was ein vortrefflicher Beweis dafür ist, daß die Luft ein Gewicht hat. Es folgt auch aus diesen Versuchen, daß die Luft, weil sie auf sich selbst drückt, in den tiefer gelegenen Luftschichten stärker zusammengepreßt und verdichteter ist. In größerer Entfernung von der Erdoberfläche wird aber das Gewicht geringer, die Luft wird dünner und leichter.

Es ergibt sich auch, daß die verdichtete Luft mehr Luftsubstanz enthalten muß als die ausgedehntere. Dadurch ist jedoch keine stoffliche Verschiedenheit bedingt. Ob eine größere oder geringere Luftmenge vorhanden ist, hängt davon ab, ob der Luft ein größerer oder geringerer Raum zur Verfügung steht. In einem höher gelegenen Punkte, wo sie nicht mehr mit vollem Druck zusammengepreßt wird, kann sie sich immer mehr ausdehnen und größeren Raum einnehmen, bis sie in das Nichts übergeht. Den ungeheuren Weltenraum kann sie nicht ausfüllen und deshalb ist dieser luftleer.

Diese Überlegungen sind wohl zu merken, da sie für das bessere Verständnis einiger der folgenden Versuche notwendig sind. An dieser Stelle erwähne ich aber, daß ein ähnliches Gefäß wie L, auch wenn es mit offenem Hahn an die Wage²⁾ gehängt wird, immer in seinem Gewicht sich ändert. Bei höherer Temperatur wird die in ihm enthaltene Luft sich ausdehnen und der Kolben dadurch leichter werden; in der Kälte wird er mehr Luft fassen und dadurch schwerer sein.

Die Beziehungen des Gewichts vom Wasser zur Luft bestehen auch zwischen Luft und Quecksilber. Es haben

1) S. Anmerkung 2 auf Seite 74.

2) Boyle hat auch eine solche Einrichtung benutzt; er nannte sie Barostop.

schon einige Forscher dies Verhältniß zu bestimmen versucht; da aber die Dichte der Luft in niedrigen Schichten größer, in höheren geringer ist, so ist dies Verhältniß ein vollständig unbestimmtes ¹⁾ und die Versuche waren daher ohne Erfolg.

A b s c h n i t t XXII.

Bestimmung des Gewichts eines Luftzylinders von beliebigem Querschnitt.

Nachdem festgestellt ist, daß ein Luftzylinder ebensoviel Gewicht hat wie ein Wasserzylinder von 18—20 Ellen (19 Ellen: Abschnitt XIX) Höhe, kann das Gewicht durch Rechnung ermittelt werden. Zur Ermittlung des Gewichts eines Wasserzylinders von 20 Magdeburgischen Ellen verfährt man folgendermaßen: 1. Man teile die Magdeburgische Elle in 100 gleiche Teile und bestimme in diesen Einheiten die Grundflächen der Magdeburger Kanne, auch Halbstübchen genannt; man findet dann, daß der Durchmesser 19 Hundertstel enthält, die Höhe 38 dieser Einheiten. 2. Bestimmt man dann geometrisch unter Benutzung des Verhältnißwertes von 7 : 22 für das Verhältniß des Kreisdurchmessers zum Umfang den Inhalt der Grundfläche dieses Maßes, so findet man, daß er 285 Quadratteile in Magdeburger Maß enthält. Es ist nämlich $22 \times 19 = 418 : 7 = 59\frac{5}{7}$ der Umfang der Basisfläche in Magdeburger Maß. 3. Multipliziert man den Halbmesser mit dem halben Kreisumfang, dann erhält man die Oberfläche der Basis. Es ist also 30 (halber Umfang) mit $9\frac{1}{2}$ (halber Durchmesser) zu multiplizieren. Daraus berechnet sich die Oberfläche zu 285 Quadratteilen. 4. Wenn dieser Wert mit der Höhe 38 des Maßes multipliziert wird, so ergibt sich der Inhalt des Magdeburgischen Normalmaßes zu 10 830 Kubikteilen. 5. Wird dieses Maß mit Wasser gefüllt und an eine Wage gehängt, so wiegt der Inhalt $4\frac{1}{8}$ (4,125) Pfund, wobei das Gewicht des Pfundes dem Gewicht von 16 Reichstalern ²⁾ gleichgesetzt ist. 6. Es ist

¹⁾ Solange man nicht Druck und Temperatur angibt.

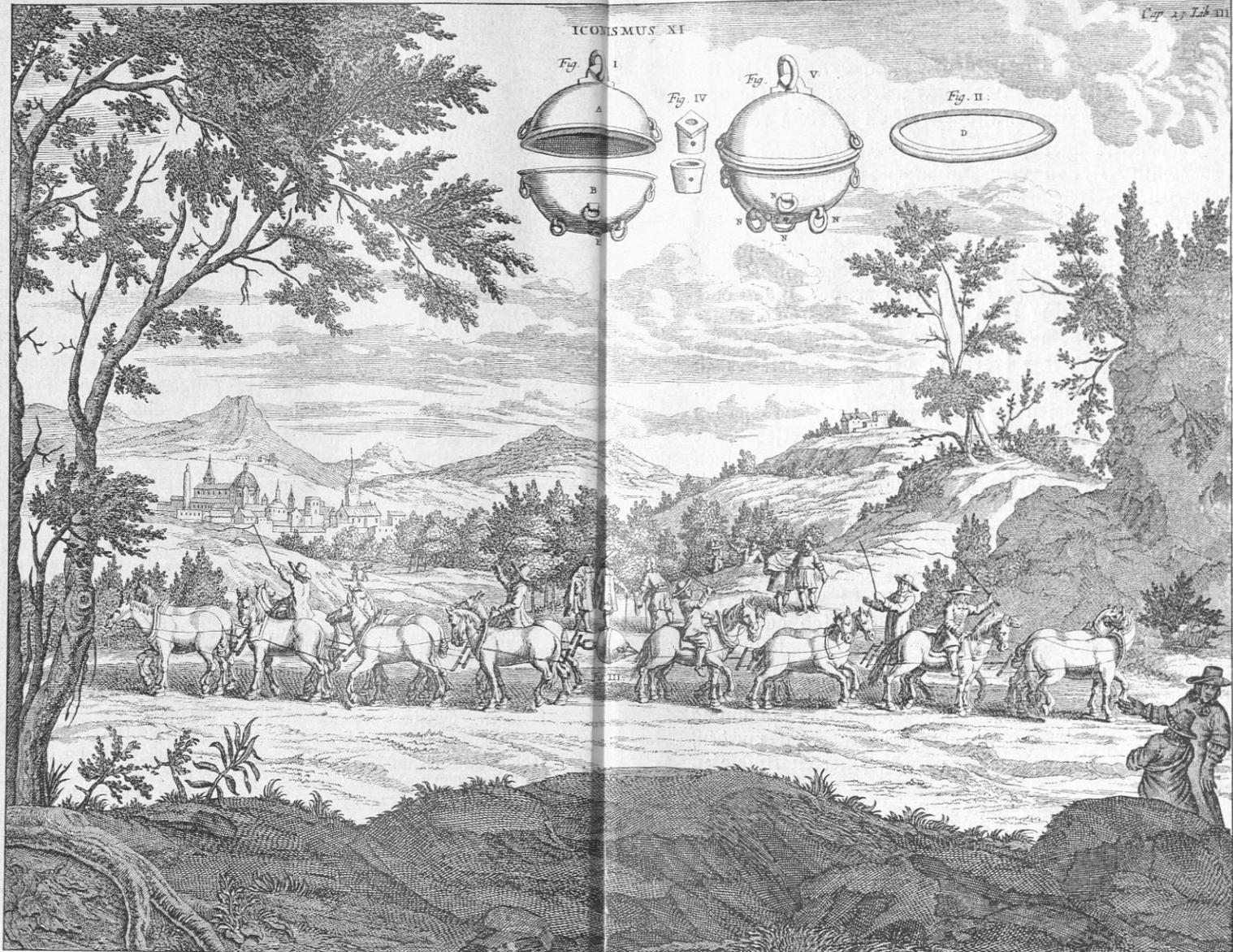
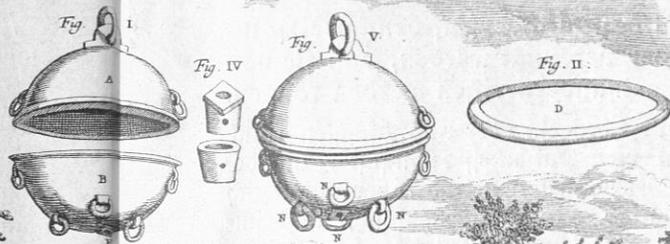
²⁾ 1 Pfund = 0,954 französische Pfund zu 489,5 g = 467 g (Paucton, Metrologie, Paris 1780 und Eytelwein); 1 Pfund =

nunmehr der Rauminhalt und daraus das Gewicht des 20 Ellen hohen Wasserzylinders zu berechnen. Hat ein $\frac{38}{100}$ Ellen hohes Maß ein Gewicht von $4\frac{1}{8}$ Pfund, so muß ein Maß von 20 Ellen Maß Höhe oder von $\frac{2000}{100}$ ein Gewicht von 217 Pfund besitzen. Dabei beträgt der Querschnitt 285 Quadrateile

Daraus kann wieder das Gewicht eines beliebigen Luftzylinders abgeleitet werden, bei dem das Verhältnis des Querschnitts zu dem eben angegebenen Querschnitt bekannt ist. Denn es verhält sich die Grundfläche von 285 Magdeburgischen Einheiten zu dem Gewicht von 217 Pfund bei jedem beliebigen Zylinder wie die Basis zum Gewicht. Zum Beispiel für einen Durchmesser von $\frac{67}{100}$ Ellen beträgt der Umfang unter Benutzung der Proportion von $\frac{22}{7}$ 210,6 Hundertstel und die Grundfläche $3527\frac{1}{2}$ Quadrateile. Da eine Basis von 285 Quadranteilen einem Zylinder von 217 Pfund entspricht, so berechnet sich für die Basis von 3527 Quadranteilen das Gewicht zu 2686 Pfund ¹⁾

32 Lot. Ferner ist (in Ergänzung zu S. 31) 1 Magdeburger Fuß = 0,873 französische Fuß zu 324,9 mm (nach Paucton) also = 283,6 mm. Nimmt man 1 Elle (annähernd = 2 Fuß), so folgt 1 Magdeburger Elle E (annähernd = 567 mm, statt 550 mm). Mit dem Wert von 550 mm stimmt auch der Wert des Stübchens. Nach Guericke würde der Durchmesser 0,19 E, die Höhe = 0,38 E sein, also der Inhalt = $\pi/2 \cdot 10,45 \text{ cm}^3 = 1,793 \text{ l}$. Nach Paucton ist aber ein Hamburger Stübchen = 3,803 französische Pinten, 1 Pinte nach Eytelwein = 48 französische Kubitzoll, während ein Liter 50,46 Kubitzoll faßt. Daraus ein Stübchen = 3,617 l, ein Halbstübchen = 1,808 l. — Das Stübchen mit Wasser gefüllt, würde also rund 1800 g wiegen. Guericke gibt das Gewicht zu $4\frac{1}{8}$ Pfund, also zu $4\frac{1}{8} \times 467 = 1925 \text{ g}$ an. Nimmt man die Magdeburger Elle = 567 mm, so folgt das Halbstübchen zu 1960 g. Demgemäß muß also die Elle zwischen 550 und 567 mm groß gewesen sein.

¹⁾ 1254 kg für 20 Ellen; richtiger 1190 kg für 19 Ellen. Der Durchmesser von $\frac{67}{100}$ Ellen beträgt 36,9 oder 38,0 cm, je nachdem man 1 Elle = 550 oder 567 mm setzt. Der Querschnitt ist also = 1067 bzw. 1134 qcm. Nach den neuesten Ergebnissen ist der Druck von einer Atmosphäre = 1,033 kg für jeden Quadratcentimeter; also ergibt sich der Druck auf die Guericke'schen Halbfugeln zu 1102 oder 1172 kg.



Abſchnitt XXIII.

Ein Verſuch, der zeigt, daß durch den Luftdruck zwei Halbfugeln ſo miteinander vereinigt werden, daß ſie von 16 Pferden nicht auseinandergeriſſen werden können.

Ich beſtellte zwei Halbfugeln oder Kupferſchalen a und b (Holzſchnitt XI), von einem Durchmeſſer von faſt $\frac{3}{4}$ Magdeburger Ellen. Der Durchmeſſer betrug aber tatſächlich nur $\frac{67}{100}$, da die Handwerker, wie gewöhnlich, nicht imſtande waren, ſie ſo genau wie gewünscht herzuſtellen. Die beiden Teile waren einander vollſtändig entſprechend gearbeitet. An die eine Halbfugel war der Hahn oder vielmehr das Ventil H (Abb. IV) befeſtigt. Durch dieſes konnte die innen befindliche Luft entfernt und die äußere am Zutritt gehindert werden in der Weiſe, wie es in Abſchnitt VIII (Holzſchnitt VII, Abb. III S. 44) beſchrieben iſt. Außerdem ſind an dieſen die mit N bezeichneten vier eiſernen Ringe befeſtigt, durch die, wie aus der Abb. zu erſehen, die Seile zum Anſpannen der Pferde gehen. Ich ließ auch einen Gürtel (D) aus Leder zuſammennähen. Dieſer wurde mit einem Gemisch von Wachs und Terpentinöl getränkt und diente als Dichtungsmittel gegen die Luft, wenn er zwiſchen die aufeinandergepreßten Schalen gelegt war. In das Ventil wurde zur Verbindung mit der Pumpe das beſondere Rohr F G H J (ſ. auch Abſchnitt VIII, Holzſchnitt VII, Abb. IV) eingeſetzt und die Luft ausgeſaugt. Man ſah dann, mit welcher Kraft die beiden Schalen ſich am Gürtel miteinander verbanden. Der äußere Luftdruck hielt ſie ſo ſtark zuſammen, daß 16 Pferde ſie nicht oder nur ſchwierig auseinanderreißen konnten. Wenn ſie bisweilen mit Anſpannung der vollen Kraft der Pferde auseinandergeriſſen wurden, ſo war ein Knall wie von einer abgefeuerten Büchſe zu hören.

Sobald durch Bewegung des Ventils H die Luft freien Zutritt erhielt, kann man die beiden Teile ſchon mit den Händen trennen. Die Berechnung der Kraft, mit der die Schalen ſo ſtark aufeinander gedrückt werden, iſt im vorigen Abſchnitt gegeben. Dort iſt als Beiſpiel, um das Verſtändnis dieſes Verſuchs zu erleichtern, das Gewicht des Luftzylinders,

dessen Durchmesser $67/_{100}$ Ellen beträgt, zu 2686 Pfund berechnet, d. h. das Gewicht der Luft drückt auf jede der beiden Schalen so, wie 2686 Pfund drücken. Jede der Schalen wird von der anderen auch mit diesem Gewicht gedrückt. Somit halten acht Pferde auf jeder Seite diesem Druck durch Zugkraft das Gleichgewicht, oder sie ziehen die Last von 2686 Pfund. Acht Pferde können zwar schon einen mit 2686 Pfund belasteten Wagen ohne große Schwierigkeit fortschieben; hier ist aber die Arbeit des Ziehens doch etwas schwieriger, weil der Zug gegen den ganzen Luftzylinder ausgeübt wird und, was noch mehr sagen will, gegen die Natur ²⁾, wie sonst beim Ziehen einer Last mittelst eines Wagens.

Aus diesen Versuchen folgt weiter, daß, wenn die beiden verbundenen Schalen aufgehängt werden und an die untere 2686 Pfund befestigt werden, die letztere von der oberen durch dies Gewicht abgerissen werden könnte. Dies Gewicht wird aber etwas von der Beschaffenheit der Luft abhängen, da der Luftdruck manchmal größer, manchmal kleiner wird. In diesem Gewicht ist aber bei geeigneter Wahl der Zylinderbasis sozusagen die ganze Schwere des Himmels verkörpert. Wenn jemand die ganze Masse des Himmels, d. h. das Gewicht der gesamten Luft auf der Erde, zu wissen wünscht, so muß er zunächst die Oberfläche der Erde in Quadratmeilen zu berechnen suchen. Diese sind dann umzurechnen auf Quadratellen und dann wird nach der wiederholt angewendeten Regel das gewünschte Gewicht bestimmt. Die Erde ist demgemäß, da die sie umgebende Luft ein eigenes Gewicht hat, ein von der übrigen Welt abge sond e r t e r Körper, der vollständig frei schwebt und in keiner anderen Himmelssubstanz enthalten oder von ihr umgeben ist.

A b s c h n i t t XXIV.

Ein ähnlicher Versuch, bei welchem die Schalen nicht von 24 Pferden, wohl aber durch einen Lufthauch getrennt werden können.

Die oben erwähnten Schalen wurden bei dem Trennen wiederholt durch Hinfallen oder durch Stoß gegen die Erde

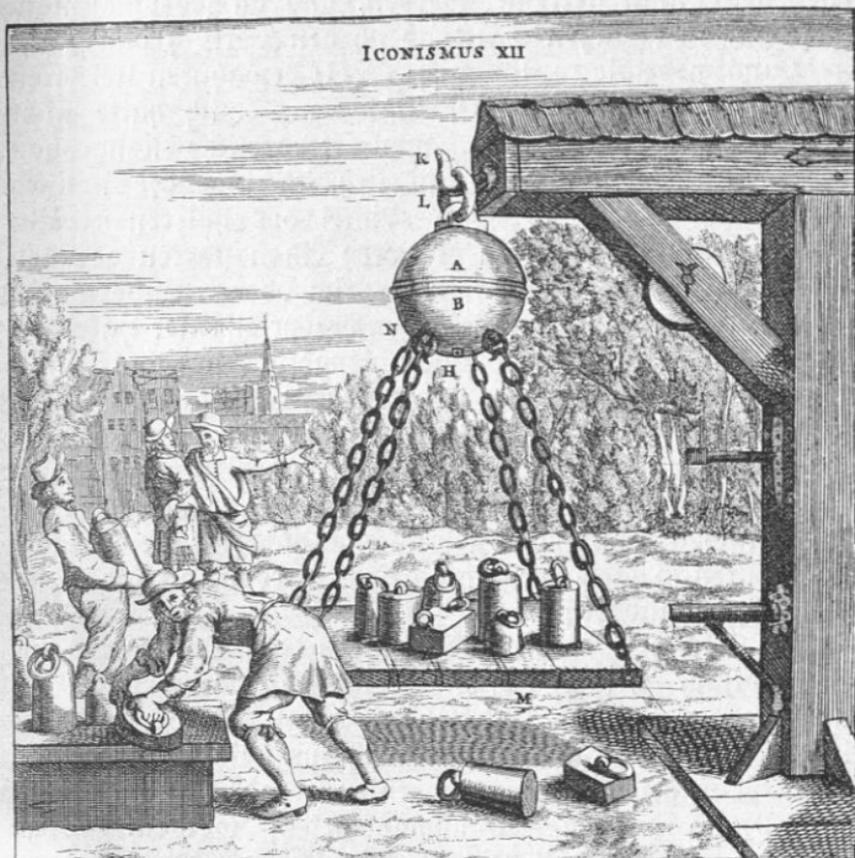
1) Das ist ein Rückfall in scholastische Anschauungen.

beschädigt, wenn die Pferde vorgespannt wurden. Sie verloren daher bald ihre runde Form. Ich beauftragte nun einen Schmied, zwei größere vom Durchmesser einer ganzen Elle zu bauen. Auch in diesem Falle hielten die gelieferten Gefäße nicht das vorgeschriebene Maß inne. Ich bestimmte ihren Durchmesser nur zu 95 Hundertstel Ellen. Sie waren so groß gewählt, daß sie luftleer nicht von 24 Pferden auseinandergerissen werden konnten Die Berechnung ist hier wieder gemäß der in Abschnitt XXII angegebenen Methode durchzuführen. Es ergibt sich $95 \times 22 = 2090 : 7 = 298,5$ (ganzer Umfang); daher 149,3 (halber Umfang); 47,5 (halber Durchmesser). $149,3 \times 47,5 = 7091,75$ (Basisfläche des Zylinders von $\frac{95}{100}$ Ellen Durchmesser). Ein Zylinder mit der Basisfläche von 285 Magdeburger Einheiten enthält ein Wassergewicht von 217 Pfund Demgemäß wiegt das Wasser in einem Zylinder, dessen Durchmesser $\frac{95}{100}$ Ellen ist, also eine Basisfläche von 7092 Einheiten besitzt, 5399 Pfund Nach dem vorigen Abschnitt war zum Auseinanderziehen einer Last von 2686 Pfund die Kraft von 16 Pferden erforderlich. Es ist nun die Frage zu beantworten, welche Kraft nötig ist, um die Last von 5400 Pfund zu ziehen. Nach der goldenen Proportionalregel ergibt sich, daß hierzu 34 Pferde erforderlich wären. Da aber 24 Pferde angespannt wurden, so war mit Sicherheit zu erwarten, daß sie diese Kugel nicht auseinanderziehen würden. Die Hälften blieben vereinigt und die Luft drang nicht ein. Mit Hilfe des Ventils H (Holzschnitt XI, Abb. IV) konnte aber eine Veränderung herbeigeführt werden. In die Kugel wurde mittelst einer kleinen Pumpe durch das Ventil Luft eingeblasen, die in die Pumpe nicht zurücktreten konnte. Man öffnete zuerst den Hahn der kleinen Pumpe, füllte sie mit Luft und entleerte sie dann in die Halbkugeln. Nachdem so drei bis viermal Luft eingeblasen war, fielen die Schalen von selbst auseinander. Wir können somit wirklich sagen, daß, was von 24, ja sogar, wenn die Halbkugeln größer sind, von 100 und mehr Pferden nicht auseinandergerissen werden kann, von einem einzelnen Manne mittelst eines „Lufthauchs“ getrennt werden kann.

Abſchnitt XXV.

Ein anderer Verſuch, um zu zeigen, daß die Schalen auch durch Gewichte getrennt werden können.

Im Anſchluß an das Vorherbeſchriebene habe ich über das folgende Problem nachgedacht: Iſt es zu erwarten, daß, wenn die Schalen A und B durch ein ziehendes Gewicht



Holzſchnitt XII.

(Holzſchnitt XII) auseinandergeriſſen werden, ein ſtarker Knall hörbar wird, ſo wie ihn etwa eine Kanone von ſich gibt, aus welcher durch die Pulbergas eine Kugel herausgeſchleudert wird? Ich ließ alſo die Schalen mit der erforderlichen Sorgfalt zuſammenfügen und die Luft entfernen. Die aus dieſen Halbkugeln gebildete große Kugel war oben an

einem Haken befestigt, unten wurde ein Zentnergewicht angehängt. Wurde dieses mit einem Ruck hinabgeworfen, so blieb die Anordnung unverändert, die Schalen wurden nicht getrennt. Zugleich war aber zu befürchten, daß das Gewicht auch einmal von selbst unvermutet herabrollte und einen der Beobachter verletzte oder gar tötete. Dreimal machte ich den Versuch, aber stets vergeblich. Die Schalen konnten auf diese Weise nicht getrennt werden, und da jedesmal noch ein Unfall zu beklagen war, gab ich den Versuch ganz auf.

Damit aber die in Abschnitt XXIII erwähnten kleineren Schalen nicht umsonst hergestellt waren — ich hatte nicht zu jeder Zeit die zu den Versuchen erforderliche Menge von Pferden zur Verfügung —, so ließ ich im Hofe meines Hauses, und zwar an einem Winkel der hölzernen Einfriedigung des Gartens, in die Erde einen starken geraden Balken einsetzen (Holzschnitt XII). Am oberen Ende wurde ein Querarm befestigt, an diesen ein derber eiserner Haken K. Daran hingen die beiden zusammengefügtten Schalen mit einem ebenfalls aus Eisen angefertigten Ringe L. Unten wurde mit vier Ketten, die durch die vier Ringe N der Schale mit dem Ventil H gingen, die breite quadratische Platte M befestigt, von der Form einer Wagschale, die bei den städtischen Ratswagen gebräuchlich ist. Auf diese Wagschale sollten so viele Gewichte gesetzt werden, bis die Halbfugeln auseinanderrissen.

In Abschnitt XXII ist das Wesen des Luftdrucks eingehend erläutert, nach Abschnitt XXIII ist das Gewicht der Luft, die auf jede der Schalen drückt, zu 2686 Pfund bestimmt. Daraus ergibt sich, daß die aus beiden Halbfugeln gebildete Kugel auseinandergelassen werden muß, wenn 2686 Pfund auf die Wagschale gesetzt werden. Diese Trennung erfolgt mit einem dumpferen Geräusch, als wenn die Trennung durch ein fallendes Gewicht hervorgerufen würde. Sie geht nämlich nur allmählich vor sich und die Luft dringt nicht zugleich an allen Stellen des Umfangs ein. Die Schalen werden nicht an allen Stellen ihres Umfangs mit gleicher Kraft auseinandergesogen, da es ausgeschlossen ist, die erforderliche Belastung auf einmal und gleichmäßig verteilt aufzusetzen. An der Stelle, wo das Losreißen beginnt, dringt die Luft zuerst ein.

Abſchnitt XXVI.

Ein weiterer Verſuch, in dem gezeigt wird, daß der Luftdruck benutzt werden kann, um alle Arten von Gefäßen zu zertrümmern.

(Inhalt.)

Verſuche 1654 auf dem Reichstage zu Regensburg vorgeführt dem Kaiſer S e r d i n a n d III. und dem ſpäteren S e r d i n a n d IV. Ein nicht vollkommen rundes Glasgefäß wird durch den äußeren Luftdruck zuſammengedrückt. Der luftleer gemachte Rezipient wurde mit einer viereckigen Glasflasche verbunden. Dieſe zerſprang in tauſend Stücke.

Abſchnitt XXVII.

Über ein Glasgefäß, das imſtande iſt, 20, 50 und noch mehr ſtarke Männer zu ſich heranzuziehen.

(Inhalt.)

Ein ſehr merkwürdiger Verſuch, angeſtellt auf Veranlaſſung des Fürſten von A u e r s p e r g, um den Luftdruck zu beweifen. In einem Zylinder von $\frac{3}{4}$ Ellen Durchmeſſer und halbfugelförmigem Boden bewegt ſich ein genau paſſender Stempel. Dieſer hängt an einem Seile, das über eine Rolle läuft und dann in einer Reihe von Bändern endet. Laſſen 40 oder mehr Perſonen dieſe Bänder an, ſo konnten ſie den Stempel bis zur Mitte des Zylinders hochziehen. Wurde aber der dadurch ſchon ſtark verdünnte Raum unterhalb des Stempels mit einem luftleeren Rezipienten verbunden, ſo wurden die an den Seilen ziehenden Perſonen hochgehoben, da der Luftdruck auf dem Stempel erheblich ſtärker war als die Ziehkraft der Perſonen.

Abſchnitt XXVIII.

Ein Verſuch, ein ſehr großes Gewicht zu heben.

(Inhalt.)

Abänderung des vorigen Verſuchs. An den Bändern ziehen nicht mehr Perſonen, ſondern Gewichte, die auf eine am Seile befeſtigte Waſchſchale geſetzt werden. Der Luftdruck auf dem Stempel hält einem Gewicht von 2686 Pfund das Gleichgewicht, gerade ſo wie bei den halbfugeln, da der Durchmeſſer des Stempels und der halbfugeln der gleiche iſt.

Abchnitt XXIX.

Ein Versuch zur Herstellung einer neuen Art von Büchsen.

(Inhalt.)

Eine noch ziemlich unvollkommene Vorrichtung, um mit Hilfe eines evakuierten Glasrezipienten Kugeln abzuschießen. Der Rezipient ist angeschlossen an ein Metallrohr, in das eine Bleifugel hineingesteckt ist. Das Prinzip dieser Vorrichtung ist die Umkehrung der Einrichtung der Windbüchse (des heutigen Teschings), bei welcher eine Kugel durch Auslösung des Druckes der in einer Kammer verdichteten Luft fortgeschleudert wird.

Abchnitt XXX.

Versuche, um die Änderung des Luftdrucks mit der Höhe zu zeigen.

Im Vorangegangenen ist nachgewiesen, daß wegen des Luftdrucks, welcher die früher der „Surcht vor Vakuum“ zugeschriebenen Wirkungen hervorruft, die unteren Luftschichten, auf welchen die oberen lasten, dichter und schwerer werden und zwar je nach der Höhe in verschiedenem Maße. Auf Türmen und Bergen ist daher der Luftdruck nicht so stark als in der Tiefe. Das kann man mit dem gläsernen Rezipienten L (Holzschnitt VIII) zeigen. Man fülle ihn mit geöffnetem Hahn in einem tief gelegenen Ort, z. B. in einer Kirche, mit Luft. Wird dann der Hahn geschlossen und der Apparat auf die Spitze des Turmes gebracht und dort der Hahn wieder geöffnet, so wird Luft austreten. Wird nun umgekehrt der Apparat oben geschlossen, nach unten gebracht und wieder geöffnet, so wird er Luft einsaugen. Bei diesen Versuchen, die zeigen, daß in der Höhe das Luftgewicht abnimmt, ist vorausgesetzt, daß während des ganzen Füllungsversuches, sowohl in der Kirche als auch außerhalb auf der Spitze die gleiche Temperatur vorhanden ist. Wäre es nämlich in der Kirche wärmer als auf dem Turm, so wäre das Ergebnis des Versuches nicht eindeutig. Man wird daher den Versuch besser außerhalb der Kirche anstellen, an einem Ort, wo die gleiche Temperatur wie auf der Turmspitze herrscht. Man wird so vorgehen,

daß man in dem tiefer gelegenen Ort den Hahn schließt und den Apparat schnell, am besten mit einem Seile, auf den Turm zieht.

Einige Forscher haben diesen Nachweis durch die Änderung des Quecksilberstandes in einer Glasröhre zu führen gesucht. In größeren Höhen fällt die Quecksilbersäule (s. auch Abschnitt XXXIV). So gibt Herr v. P a s c a l in Paris ¹⁾ an, daß am Fuße eines Berges das Quecksilber in einer Glasröhre auf ungefähr 27 Zoll stand; stieg man auf ungefähr 156 Stab Höhe hinauf, so war die Höhe des Quecksilbersäule höchstens 25 Zoll. Auf der 206 Stab höher gelegenen Spitze waren es nur 24 Zoll. Vor vier Jahren habe ich einen entsprechenden Versuch auf dem Brocken gemacht. An dem Fuß des Berges ging die Sache zunächst glücklich ab. Als ich aber die Glasröhre, die noch dazu in eine Metallröhre eingeschlossen war, einem Diener zu tragen gab, zerbrach dieser das Glas beim Fallen und der ganze Versuch war umsonst.

A b s c h n i t t XXXI.

Versuche über zeitliche Änderungen des Luftdrucks.

Durch die Versuche in Abschnitt XIX konnte ich beweisen, daß die Luft nicht immer unter demselben Druck steht. Das Gleiche zeigen aber auch Versuche mit dem Rezipienten in Abschnitt XXI, in dem das Gewicht der Luft festgestellt wurde. Wurde der luftleer gemachte Kolben

¹⁾ Nach Versuchen zusammen mit seinem Schwager P é r i e r im Jahre 1648 auf dem Puy de Dome. Die Höhenangaben beziehen sich wahrscheinlich auf die französische Ruthe oder den Stab (Perche) von 22 Fuß. Wird 1 Fuß = 326,5 mm gesetzt, wie es für Messungen, die vor 1668 (nach Pauctons Metrologie) angestellt sind, erforderlich ist, so entsprechen die Höhen von 206 und 156 Stäben 1480 und 1121 m. Man nimmt jetzt die Höhe für den Puy zu 1465 m an. Am Fuß beträgt seine Höhe über dem Meere 491 m. Die Höhen 491, 1121 und 1480 m entsprechen den Barometerständen von 717, 664 und 636 mm. Pascal gibt sie zu 27, 25 und 24 Zoll (731, 677 und 650 mm) an. Die Differenz ist konstant = 14 mm. Wahrscheinlich ist der Nullpunkt des Barometers nicht richtig bestimmt worden.

an der Wage ins Gleichgewicht gebracht, so änderte sich, nachdem er einige Tage gehangen hatte, sein Gewicht. Man beobachtete, wie im Abschnitt XX auseinandergesetzt, daß die Glaskugel und die als Gegengewicht dienende Masse bald sich hochhob und bald sank. Ich ließ nun eine Kugel in der Größe eines halben Rezipienten aus Kupferblech herstellen und das in Abschnitt VIII beschriebene Ventil K an Stelle eines Hahns an ihr befestigen.

Ich hing die Kugel ¹⁾ luftleer mit einem aus gegossenem Blei hergestellten Gleichgewicht an eine für diesen Versuch besonders hergerichtete Wage. An dieser war seitlich eine halbkreisförmige Platte aus Messing mit Gradteilung angebracht. Jede Änderung im Gewicht der Kugel wurde von der Wage deutlich angezeigt. Das Gewicht änderte sich manchmal schon an demselben Tage, manchmal aber auch erst an einem der folgenden. Regnet es nämlich, so fällt viel Wasser aus der Luft herab und die Luft wird leichter ²⁾. Dadurch wird die evakuierte Kugel schwerer und sinkt nach unten. Sie steigt in die Höhe, wenn die Luft schwerer wird. Das folgt aus dem allgemeinen Satz, daß, je schwerer ein Medium ist, welches einen Gegenstand umgibt, dieser umso leichter erscheint. Zum Beispiel wird die Kugel, wenn sie zugleich mit dem Gegengewicht in Branntwein, der ja schwerer ist als Luft, eingetaucht wird, leichter als sie vorher in der Luft war. Noch leichter wird sie, wenn sie in reines Wasser hineingelegt wird, am leichtesten, wenn sie in eine salzhaltige Flüssigkeit eingetaucht wird, da diese noch schwerer ist als Wasser Für das Gelingen des Versuchs war erforderlich, daß in die Kugel keine Spur Luft eindrang. Wenn nämlich im Verlauf des Versuchs die Menge der Luft in der Kugel merklich zunimmt, so werden wir über die Beweiskraft des Versuchs

¹⁾ Das Ganze ist das Boyle'sche Baroskop S. 75.

²⁾ Nicht die Dichte, sondern der Druck wird beeinflusst. Wasserdampfhaltige Luft ist leichter als wasserfreie Luft, so daß beim „Herabfallen“ des Regens die Luft schwerer werden müßte. — Wenn Regen oder Sturm eintritt, so bewegt sich, wie man auf jeder Wetterkarte entnehmen kann, ein Luftwirbel, eine Depression über den Beobachtungsort fort. In diesem Wirbel ist der Luftdruck stets geringer, und so fällt das Barometer.

getäuscht. Die Herstellung einer solchen Kugel ist sehr mühevoll, ebenso die der Wage mit dem ganzen Zubehör, die ausreichend empfindlich sein muß, um auch kleine Gewichtsänderungen anzuzeigen.

Ich war daher beflissen, diese Gewichtsänderungen auf anderem Wege einfacher und genauer nachzuweisen, was ich schon am Ende von Abschnitt XX angedeutet habe. Das dort beschriebene Männchen aus Holz wurde vorsichtig in ein Glasrohr hineingesetzt, in welchem es in der beschriebenen Anordnung hin und herschwebte, entsprechend der verschiedenen Dichte der Luft. Standänderungen waren daran zu erkennen, daß der Finger der Figur auf verschiedene Punkte des Glasrohrs zeigte (Holzschnitt X, Abb. IV S. 70) ..

A b s c h n i t t XXXII.

Über die Ursache der Saugwirkung.

(Inhalt.) Das Saugen der Milch aus der Mutterbrust, des Blutes durch Schröpfköpfe, des Wassers durch eine Brunnenpumpe beruht stets darauf, daß an einer Stelle des Saugkörpers eine Luftverdünnung hervorgebracht wird. Die herauszuschaffende Flüssigkeit wird dann durch den äußern Luftdruck gezwungen, in diesen Raum hineinzusteigen.

A b s c h n i t t XXXIII.

Untersuchung über die Verdichtung und Verdünnung der Luft.

(Inhalt.) Die Volumenänderung der Luft beobachtet man an Luftthermometern, Zimmerspringbrunnen und Windbüchsen. Das Arbeiten dieser Apparate ist darauf zurückzuführen, daß die Luft das natürliche Bestreben hat, sich auszudehnen, eine Eigenschaft, die als *Elastizität* bezeichnet wird (vgl. die Versuche in Abschnitt XI) . . .

Einige weitere Versuche: Man bringe in die beiden kupfernen Halbkugeln (Abschnitt XXIII) eine mit Luft gefüllte Blase. Wird die Luft aus den miteinander verbundenen Halbkugeln ausgesaugt, so nimmt man wahr, daß die Blase zerrissen wird, sobald man mit dem Pumpen beginnt. Bringt man eine nur zur Hälfte mit Luft gefüllte

Blase in den Rezipienten und hängt sie wie die Uhr in Abschnitt XV auf, so wird man sehen, daß in dem Maße, wie die Luft aus dem Rezipienten entfernt wird, die Blase stärker anschwillt und endlich zerplatzt.

Wird die Luftpumpe auf dem obersten Hausgeschoß aufgestellt und der mit ihr verbundene Rezipient auf dem Erdboden, so wird doch der Rezipient luftleer, da die Luft, sobald der Stempel der Pumpe in Bewegung gesetzt wird, wegen ihrer Elastizität in die Höhe steigen kann (vgl. Abschnitt IV am Schluß. Diese Versuche wurden 1662 ausgeführt, nachdem Guericke die Untersuchung Boyles aus London kennen gelernt hatte)

Inhalt: Alle diese Erscheinungen beweisen, daß die Luft sich um so mehr ausdehnt, je mehr Raum ihr zur Verfügung steht. Ferner ergibt sich, daß die unteren Luftschichten mehr als die oberen zusammengedrückt sind. Die Ursache des Luftdrucks und dieser Luftverteilung ist auf die allgemeine Eigenschaft der Anziehung der Erde zurückzuführen. Diese wirkt auf alle Körper und Substanzen und auch auf die Luft. Eine Kraft, die von außen käme, wie der Strahlungsdruck der Sterne, ist an diesen Erscheinungen nicht beteiligt.

Ab s c h n i t t XXXIV.

Versuche zum Nachweis des Vakuums durch Bewegung von Quecksilber in einem oben geschlossenen Glasrohr.

Als ich in der Reichsversammlung zu Regensburg 1654 den Kurfürsten, Fürsten und einigen Gesandten meine Versuche vorführte, kam ich in nähere Beziehung zu Sr. Ehrwürden, dem Kapuzinerpater Valerianus Magnus. Dieser teilte mir einen Versuch mit, den er nach seiner Angabe ausgedacht hatte, um das Vorhandensein eines Vakuums nachzuweisen. Der Versuch bestand im Folgenden: Ein Glasrohr mehr als $1\frac{1}{2}$ Ellen lang, das an dem einen Ende gut verschlossen war, wurde mit Quecksilber vollgegossen. Dann wurde die Rohröffnung mit dem Daumen zugehalten, daß kein Quecksilber herausfließen konnte. Das Rohr wurde nun umgedreht und, ohne den Finger zu entfernen, in eine Schale getaucht, die ebenfalls mit Quecksilber gefüllt

war. Zog man langsam den Finger ab, so sank das Quecksilber allmählich bis zu einer ganz bestimmten Stelle des Rohrs, nämlich ungefähr zu $\frac{5}{4}$ Ellen. Tiefer herunter stieg es nur, wenn man nach dem Eintauchen den Finger plötzlich entfernte. Dann traten heftige Schwankungen der Quecksilberoberfläche ein, bis sie sich schließlich beruhigte.

Den Raum im oberen Teil des Rohrs, der vom Quecksilber verlassen war, sah Pater Valerian als ein richtiges und eigentliches Vakuum an, das gänzlich frei wäre von einem Körper. Gäbe es doch keine Möglichkeit, daß irgend ein Körper die Stelle des heruntergesunkenen Quecksilbers einnehmen könnte. Ich erhielt auch seine Schrift mit dem Titel: Vorführung 1. eines Raumes, in dem sich kein Körper befindet, 2. eines Körpers, der langsam im Vakuum bewegt werden kann, 3. von Licht, das von keinem Körper ausgeht Bei Durchsicht der Schrift fand ich die Angabe, die, wie ich später sah, auch in anderen Werken enthalten ist, daß dieser Versuch zuerst von dem berühmten *Johann Torricelli*, Mathematiker des Großherzogs von Toskana, angestellt worden ist.

Auch meine Ansicht über diesen bedeutsamen Versuch ist, daß in dem oberen Teil der Röhre, der von Quecksilber frei ist, ein Vakuum vorhanden ist. Dieses ist aber nicht ganz vollständig, weil beim Hineingießen des Quecksilbers in der Innenwand des Rohres immer einige Luftbläschen hängen bleiben, wovon man sich durch den Augenschein überzeugen kann. Es scheint nicht möglich, das Quecksilber ohne diese einzugießen. Als ich zu Hause die Füllung des Glasrohres wiederholte, habe ich daher, um ein richtiges Vakuum zu erzielen, die Versuchsanordnung so gestaltet, daß ich die Röhre wie in Holzschnitt VII Abb. V mit der Luftpumpe ¹⁾ verbinden konnte. Zunächst füllte ich die Röhre mit Quecksilber bis zu einem Drittel an und verband sie durch das in Abschnitt VIII beschriebene Rohr mit der Maschine. Dann konnte man deutlich sehen, wie die Luftblasen in den oberen leeren Raum entwichen. Zugleich bewegte sich die ganze Quecksilbersäule und hob sich. Indessen behielt das Quecksilber nicht lange diese Höhe bei, es wurde

¹⁾ Vgl. S. 44, 46.

vielmehr der Stand merklich niedriger. Als dann noch etwas Quecksilber in der Weise, wie vorher beschrieben, hineingegossen war und die Luft wieder entfernt wurde, trat dasselbe ein. Nach Wiederholung zum dritten Male war das Quecksilber des ganz gefüllten Rohrs fast um die Stärke eines halben Fingers gefallen. Man kann daher annehmen, daß zwischen Quecksilber und Rohrwand immer soviel Luft eingeschlossen bleibt, wie der Breite eines halben Fingers entsprechen würde.

Durch meine Methode des Auspumpens kann die Luft viel weiter entfernt¹⁾ werden, als man es auf einfachem Wege mit Quecksilber erreichen kann. Die Luftblasen, die an der Rohrwand vorhanden sind, haben eine erheblich größere Wichtigkeit als die, die erst bei starker Verdünnung aus dem Wasser aufsteigen und dann einen zehn- oder auch hundertmal so großen Raum wie in gewöhnlicher Luft einnehmen. Die an den Wandungen hängenden, nicht zu entfernenden Luftblasen sind gewöhnliche Luft, die unter dem Druck einer Wassersäule von 20 Ellen steht. Es handelt sich daher um eine sehr große Luftmenge, besonders wenn man berücksichtigt, daß sie auch noch durch das Quecksilber zusammengedrückt wird. Mit Hilfe der pneumatischen Luftpumpe ist es indessen möglich, diese fest haftende Luft in Blasen zusammenzutreiben und auszupumpen. Man kann daher nicht in Abrede stellen, daß auf diesem Wege ein ganz vollkommenes Vakuum in einem Glasrohr hergestellt werden kann. Aber mit diesem nur kleinen luftfreien Raum läßt sich nicht viel anfangen.

Auch darauf ist aufmerksam zu machen, daß K a s p a r S c h o t t in seinem Werk „Die hydraulisch-pneumatische Mechanik“ S. 308 Folgendes berichtet: „Einige Forscher, die erfahren hatten, daß von anderer Seite die erwähnte Methode benutzt werden sollte, um den Nachweis des Vakuums zu führen, wollten den Versuch mit Wasser in längeren Röhren nachmachen. Aber es zeigte sich, daß der von Wasser freie obere Teil der Röhre nicht luftleer war. Sie verbanden nämlich den oberen Rohrteil mit einer Glas-

¹⁾ Der Druck des Wasserdampfes ist nicht berücksichtigt — siehe *technica curiosa* S. 257.

schale, die mit dem Hals der Röhre so zusammengesügt war, daß Luft nicht zutreten konnte. In diese Schale wurde ein Glöckchen mit einem eisernen Schlegel hineingesetzt. Es war so hergestellt, daß der Schlegel durch einen außen befindlichen Magneten angezogen werden konnte und dabei an die Glocke schlug. Diese gab dann einen hellen Ton von sich, den alle Beobachter hören konnten. In der Glasschale konnte ein Vacuum nicht vorhanden sein, da im Vacuum ein solcher Ton sich nicht ausbreiten kann. Auch Pater Melchior Cornäus behauptete das Gleiche in einer Veröffentlichung über einen früheren Versuch, den er in seinen „Physikalischen Lehrgang“ aufgenommen hatte.

Dem schließe ich mich insoweit an, als ein Vacuum dann nicht vorhanden sein kann, wenn man einen Ton hört. Denn dieser kann in einem Vacuum nicht entstehen und sich fortpflanzen. Dagegen wird ein Geräusch fortgepflanzt, wie die in Abschnitt XV beschriebenen Versuche zeigen¹⁾.

A b s c h n i t t XXXV.

Die gewöhnlichen Einwürfe gegen das Bestehen eines Vacuums und ihre Erklärung.

A b s c h n i t t XXXVI.

Die Urtheile der Professoren Pater Kircher und Zucchi in Rom und des Professors Cornäus zu Würzburg.

A b s c h n i t t XXXVII.

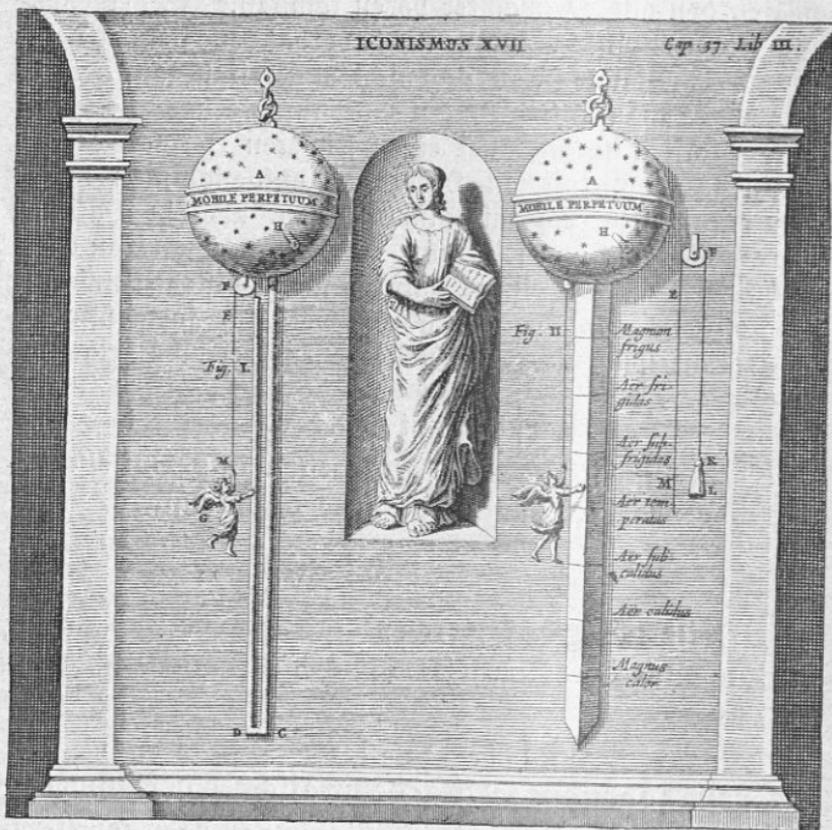
Das neue sogenannte Magdeburgische Thermometer.

Es gibt verschiedene Konstruktionen von Thermometern, bei denen die Änderung der Lufttemperatur durch Bewegung des Wasserstandes in einer Glasröhre angezeigt wird. In diesen Apparaten überträgt sich die Zunahme oder Abnahme von Kälte oder Wärme auf eine abgeschlossene Luftmenge. Die verschiedenen Temperaturgrade können entweder auf dem Glasrohr selbst oder in danebenhängenden Tabellen verzeichnet werden. Darüber ist auch schon in Abschnitt XI

¹⁾ Diese Auffassung vom Schall ist irrtümlich.

einiges erwähnt worden. Ich habe aber eine andere Methode erfunden, die Professor Schott in seiner *Technica curiosa*, Bd. II, Abschnitt XIII, S. 871, 2 folgendermaßen beschreibt:

„Nach einer überraschenden und sehr geistvoll erdachten Methode kann man, wie der berühmte Entdecker der im



Holzſchnitt XVII.

ersten Teile des ersten Buches beschriebenen Magdeburger Versuche nachweist, während des ganzen Jahres den Wärme- oder Kältegrad der umgebenden Luft bestimmen¹⁾ und dadurch ermitteln, welches der wärmste oder kälteste Tag im abgelaufenen Jahr gewesen ist. Das kann man durch

¹⁾ Den Einfluß von Änderungen des Luftdruckes auf die Angaben des Apparates scheint Guericke nicht bemerkt zu haben.

das gewöhnliche Thermostop oder Thermometer kaum oder wohl überhaupt nicht erkennen. Der erwähnte Physiker errichtete einen Apparat an der Wand der Vorhalle seines Hauses an einer Stelle, die von der Sonne nicht bestrahlt werden kann (s. Holzschnitt XVII, Abb. I). A ist eine hohle Kupferkugel, so groß wie der vielerwähnte Glasrezipient. BC ist eine Kupferröhre von der Stärke eines Daumens, die eine Länge von fast 7 Ellen hat und unten an die Kugel befestigt ist. Ihr zur Seite befindet sich unten bei C verbunden ein zweites Kupferrohr DE. In dieses wird etwas Branntwein oder Weingeist eingegossen in einer Menge, die der Rohrweite entspricht. In diese Röhre wird ein kleines Röhrchen KL, das nur $\frac{1}{4}$ Elle lang ist, eingeführt. Es ist aus ganz dünnem Messingblech vollständig flüssigkeitsdicht zusammengesetzt. Vor der Verlöthung werden in sein Inneres so viele kleine Schrotkugeln eingeschüttet, daß das Röhrchen das gleiche Gewicht wie die Flüssigkeit hat und daher in dieser schwebt, indem es noch mit seinem obersten Rand eintaucht. Dieser Schwimmer ist an einem mit Wachs überzogenen Faden EM gehängt, der aus dem Rohr CD heraustritt und über eine Rolle F läuft. Das Ende M ist verknüpft mit einem aus Messingblech verfertigten Püppchen G von der Gestalt eines Engels oder eines kleinen nackten Knaben. Dieser streckt gegen das Rohr die Hand nach Art eines Wegweisers vor. Die beiden Röhre BC und DE (Abb. II) sind umgeben von einem anderen Rohr, das die Form eines dreieckigen Prismas hat und aus Messingblech so zusammengesetzt ist, daß die beiden Röhre verdeckt sind und die Vorgänge in ihnen dem Beobachter verborgen bleiben. An der äußeren Fläche dieses dreieckigen Schutzkastens läuft das Püppchen auf und nieder. Die ausgestreckte Hand zeigt die Wärme- und Kältegrade an, die auf der Oberfläche angegeben sind. Die Kugel A hat seitlich ein Ventil H, das der Mittelpunkt oder Nabel der Kugel genannt wird. An dieser Stelle kann mit Hilfe des luftleeren Rezipienten (Holzschnitt VIII, Abb. III S. 53) die Luft aus der Kugel A soweit entfernt werden, bis die Figur an einer geeigneten Stelle der Skala schwebt. Kennt man diese Stelle nicht, so muß man etwas Luft in der Zeit, wo

Reif= oder Eisnächte beginnen ¹⁾, entfernen. In dieser Zeit mäßiger Kälte wird die Luft so weit ausgepumpt, bis die Figur etwa über der Mitte der auf dem Schutzblech angegebenen Skala hängt. Die Menge selbst kann nur empirisch ermittelt werden.

Diese Kugel läßt der Urheber der Magdeburgischen Versuche unter freiem Himmel an der Wand des Hauses, dort, wo die Sonne nicht hingelangt, das ganze Jahr hängen. Sie ist mit dunkelblauer Farbe gestrichen, mit goldenen Sternen besetzt und hat folgende Inschrift: Mobile Perpetuum.“

Das sind die Worte von Professor Schott.

Zweite Methode — Ich habe auch eine andere Art von Thermometer von folgender Form erfunden: Ein kleines Sigürchen, wie es die Glasbläser durch Blasen herstellen, an das unten ein Kügelchen angeschmolzen ist, wird in ein zwei bis drei Ellen langes Glasrohr eingesetzt. Das Rohr wird mit Weingeist gefüllt. Das Sigürchen ist so beschaffen, daß es innerhalb des Spiritus untergetaucht frei schwimmt. Es kann die Wärme= und Kältegrade dadurch anzeigen, daß es in der Wärme herunter= und in der Kälte heraufsteigt. Bei mittlerer Temperatur hält es sich in der Mitte des Glasrohrs.

Man kann auch eine dritte Methode benutzen. Man hänge den gläsernen Rezipienten an eine Wage; ist der Hahn offen, so wird man beobachten, daß der Rezipient in der Wärme leichter, in der Kälte schwerer wird. Er enthält nämlich in der Kälte mehr Luft als in der Wärme.

¹⁾ Eine wichtige Festsetzung zum Messen von Temperaturgraden. Die beschriebenen Thermometer sind aber noch vom Luftdruck abhängig.



✻ Doigtländers Quellenbücher ✻

(Anzeige von Band 1—12 vor dem Titel)

13 Vulkanausbrüche in alter und neuer Zeit. Nach den Berichten von Augenzeugen herausgegeben von Oberlehrer Paul Schneider. 94 Seiten. M. —.70

84 hell.
95 cts.
42 top.

Desuv im Jahre 79 und 1794, Gelungung 1822, Tembaro 1815, Kratatau 1883, Mont Pelée 1902, Jorullo 1759, Feuersee auf Hawaii, Erguß am Staptargletscher auf Island 1783, Die Geißer auf Island, Der See Kotohama auf Neuseeland.

14 Friedrich Hoffmann über das Kohlenoxydgas und die Gegenschrift von Andreas Erdmann: „Wie nicht Kohlenoxydgas, sondern der Teufel den Tod etlicher Menschen herbeigeführt“. Herausgegeben von Dr. Albert Neuburger. 63 Seiten M. —.50

60 hell.
70 cts.
30 top.

Was vor Friedrich Hoffmann über die Gefährlichkeit der Kohlendämpfe bekannt war, ist verhältnismäßig wenig. Erst recht spät gelang es, und zwar in erster Linie durch Hoffmanns Forschungen, das Kohlenoxyd richtig zu erkennen und seine Gefahren zu vermeiden. Der Streit mit den Vertretern der Theologie hat damals der bedeutsamen Abhandlung Hoffmanns in weiteren Kreisen Beachtung verschafft, als dies sonst vielleicht der Fall gewesen wäre. Die Erdmannsche Gegenschrift wird hier mit abgedruckt, und auf diese Weise ergibt sich ein richtiges Bild der Entwicklung, das die Bedeutung Hoffmanns für diesen Zweig unseres Wissens in vollem Lichte erkennen läßt.

15 Antike Quellen zur Geschichte der Germanen. Zusammengestellt, übersetzt und erläutert von Dr. Curt Woyte. Erster Teil: Von den Anfängen bis zur Niederlage der Cimbern und Teutonen. 83 Seiten M. —.70

84 hell.
95 cts.
42 top.

Geographie und Völkerverteilung, Urwälder, Bernstein (Strabo, Plinius, Tacitus, Cäsar). Cimbern und Teutonen (Dellejus, Paterculus, Strabo, Appian, Orosius, Plutarch, Florus).

16 Deutschlands Einigungskriege 1864—1871 in Briefen und Berichten der führenden Männer. Herausgegeben von Horst Kohl, Dritter Teil: Der Deutsch-Französische Krieg 1870/71. I. Abteil.: Bis zur Schlacht bei Sedan. 165 Seiten M. 1.20

1 Kr. 44 hell.
1 Sr. 60 cts.
72 top.

Dgl. die Bemerkungen zu Band 9 und 10.

17 Aus dem Leben vornehmer Ägypter. Von ihnen selbst erzählt. Herausgegeben von Dr. Günther Roeder, Privatdozent an der Universität Breslau. 116 Seiten mit 16 Bildnissen nach Statuen, Reliefs und Malereien M. 1.—

1 Kr. 20 hell.
1 Sr. 35 cts.
60 top.

In den Worten der im alten Ägypten üblich gewesenen langen Grabinschriften werden die Selbstbiographien ägyptischer Gausfürsten, königlicher Beamten, der Offiziere der großen Eroberer, von Priestern und Richtern gegeben: ein wundervoller Blick in eine aus Trümmern für unsere Augen wiedererstandene Zeit.

18 Ritter Grünembergs Pilgerfahrt ins Heilige Land 1486. Herausgegeben und übersetzt von Johann Goldfriedrich und Walter Fränzel. 139 Seiten mit 24 Nachbildungen der Handzeichnungen Grünembergs M. 1.20

1 Kr. 44 hell.
1 Sr. 60 cts.
72 top.

Der Ritter Konrad von Grünemberg aus Konstanz hat zu den vielen Tausenden gehört, die eine Pilgerfahrt ins Heilige Land unternommen haben. Sie fiel ins Jahr 1486 und ist für diese Fahrten, die als mittelalterliche Gesellschaftsreisen gelten können, typisch, sehr anschaulich erzählt und durch die beigegebenen eigenhändigen Zeichnungen Grünembergs noch anschaulicher gemacht.

✻ Voigtländers Quellenbücher ✻

96 hell.
1 Kr. 10 cts.
48 top.

19 Hofleben in Byzanz. Zum ersten Male aus den Quellen übersezt, eingeleitet und erläutert von Dr. Karl Dieterich, Privatdozent an der Universität Leipzig. 100 Seiten mit einem Plan des alten Kaiserpalastes zu Byzanz M. —.80

Diese Auswahl aus umfangreichen Schilderungen will ein möglichst allseitiges und buntes Bild geben von dem Leben am byzantinischen Kaiserhofe. Das festliche Leben wurde an die Spitze gestellt, nicht nur, weil ihm die meisten der geschilderten Szenen angehören, sondern auch, weil es den Inbegriff des byzantinischen Hoflebens mit seinem komplizierten Etikettewesen am besten erfassen läßt.

84 hell.
95 cts.
42 top.

20 Otto von Guericke über die Luftpumpe und den Luftdruck. Aus dem dritten Buch der Magdeburgischen Versuche neu übersezt und mit einer Einleitung versehen von Dr. Willy Bein. 96 Seiten mit 9 Abbildungen M. —.70

Guericke hat seine große Erfindung in einem 1672 in lateinischer Sprache erschienenen umfangreichen Werke niedergelegt. Aus diesem ist hier das wichtigste Buch, das dritte, in seinen wesentlichen Teilen übersezt und mit Erläuterungen versehen herausgegeben.

1 Kr. 8 hell.
1 Kr. 20 cts.
54 top.

21 Thomas Platter. Ein Lebensbild aus dem Jahrhundert der Reformation. Herausgeg. von Horst Kohl. 113 S. M. —.90

Die Aufzeichnungen des Schweizer Thomas Platter geben durch den Reichtum ihrer Schilderungen aus dem Leben der Bauern und Bürger, der Bacchanten und Schulmeister, der Handwerker und Gelehrten ein überaus anschauliches Sittenbild aus der Reformationszeit.

1 Kr. 8 hell.
1 Kr. 20 cts.
54 top.

22 Die Begründung des Deutschen Reiches in Briefen und Berichten der führenden Männer. Herausgegeben von Horst Kohl. 114 Seiten M. —.90

Dentschriften, Berichte und Briefe des Kaisers, des Kronprinzen, der Könige von Bayern und Sachsen, des Großherzogs von Baden, des Herzogs von Gotha, der Minister v. Bismard, Bray, Jolly, v. Mittnacht Stichling u. a.

In Vorbereitung befindliche Bändchen:

Geographie des Erdkreises. Von Pomponius Mela. Übersezt und erläutert von Dr. Hans Philipp, Assistent des Seminars für historische Geographie in Berlin. Zweiter Teil: Ozeanländer. Erster Teil siehe Nr. 11.

Deutschlands Einigungskriege 1864—1871 in Briefen und Berichten der führenden Männer. Herausgegeben von Horst Kohl. Band 4 u. 5: Der Deutsch-Französische Krieg 1870/71 (Kämpfe gegen die Republik). Kriege 1864, 1866 und 1870/71 I. siehe Nr. 9, 10 und 16.

Vom deutschen Handelsleben im 16. Jahrhundert. Herausgegeben von Dr. Rudolf Häpfe in Wilmersdorf.

Ausgewählte Briefe von Jean Francois Millet. Herausgegeben von Dr. Hans Wolff in Leipzig.

Griechische Architektur (Bilderheft). Herausgegeben von Dr. Heinrich Lattermann in Berlin.

Römische Architektur (Bilderheft). Herausgegeben von demselben.

❖ Doigtländers Quellenbücher ❖

In Vorbereitung:

- Karl von Raumers Erinnerungen aus den Jahren 1813/14.** Herausgegeben von Karl Linnebach in Posen.
- Preußisches Soldaten- und Garnisonleben in der fri-derizianischen Zeit.** Von Dr. Raimund Steinert in Leipzig.
- Aus den Bauernkriegen.** Herausgegeben von Dr. Hermann Barge, Professor am Petri-Realgymnasium, Leipzig.
- Der Werdegang des Automobils (in Bildern).** Von Dr. Albert Neuburger, Herausgeber der Elektrochemischen Zeitschrift, Berlin.
- Die Dampfmaschine, eine entwicklungsgeschichtliche Darstellung (in Bildern).** Herausgegeben von demselben.
- Deutsches Bauernrecht.** (Aus den Weistümern.) Herausgegeben von Dr. Hans Fehr, Professor an der Universität Halle a. S.
- Aus mittelalterlichen Rechtsbüchern.** (Schwabenspiegel, Sachsenspiegel.) Herausgegeben von demselben.
- Der diluviale Mensch und seine Zeitgenossen.** Von Dr. K. H. Jacob, Assistent am Museum für Völkerkunde, Leipzig.
- Die vorgeschichtlichen Perioden in ihren Zeitformen.** Von demselben.
- Die Entstehung der schweizerischen Eidgenossenschaft.** Von Dr. Ernst Gagliardi, Privatdozent an der Universität Zürich.
- Ägyptische Königsinschriften.** Herausgegeben von Dr. Günther Roeder, Privatdozent an der Universität Breslau.
- Die Entzifferung der Hieroglyphen.** Von demselben.
- Die Suggen.** Der Weg zum Großhandel, zum Reichtum und zur Macht beim Übergang zur Neuzeit. Herausgegeben von Dr. Max Jansen, a. o. Professor an der Universität München.
- Vom gotischen Baustil.** Von Dr. Hans Schinnerer, Direktor des Buchgewerbemuseums in Leipzig.
- Die Entdeckung der Krankheitserreger.** Herausgegeben von Dr. J. Grober, a. o. Professor der inneren Medizin an der Universität Jena.
- Calvins Briefwechsel mit den hugenottischen Märtyrern von Lyon.** Herausgegeben von Pfarrer Rudolf Schwarz, Basadingen.
- Karl der Große.** Seine Persönlichkeit und seine Taten in Urkunden und zeitgenössischen Schilderungen. Von Dr. Wilhelm Wendland, Oberlehrer am Arndt-Gymnasium in Berlin-Dahlem.
- Entwicklung der Graphik.** (Holzschnitt, Kupferstich, Lithographie.) Von Dr. Hans Wolff in Leipzig.

✻ Voigtländers Quellenbücher ✻

In Vorbereitung:

- Der Schmallaldische Krieg.** Herausgegeben von Dr. O. A. Hecker, Privatdozent an der Technischen Hochschule in Dresden.
- Der Kampf zwischen Moritz von Sachsen und Karl V.** Von demselben.
- Der belgische Aufruhr unter der Regierung Josephs II., 1789/90.** Aus: G. Forster, Ansichten vom Niederrhein. Herausgegeben von Dr. Georg Lorenz in Barmen.
- Die Bekehrung der Germanen zum Christentum.** Von Professor Theodor Hänlein in Wertheim a. M.
- Generationswechsel.** Von Professor Dr. Friedr. Klengel in Leipzig.
- Aus der Entdeckungsgeschichte der lebendigen Substanz.** Von Gymnasiallehrer Dr. Gottfried Brückner in Leipzig.
- Ulr. v. Richental's Chronik des Konzils zu Konstanz 1414—18.** Herausgegeben von Dr. Otto Brandt in Dresden.
- Der Kampf Kaiser Heinrichs IV. mit dem Papsttum.** Herausgegeben von Dr. F. Schillmann in Berlin.
- Aus Geber's (Abu Abdallah Dschafar ibn Muhammed) „Summa“ und über die Anfänge der Chemie.** Herausgegeben von Prof. Dr. Walther Schmidt, Rektor des Schiller-Realgymnasiums in Leipzig.
- Aus dem Klosterleben.** Herausgegeben von Dr. Friedrich Schulze in Leipzig.
- Das Reichsheer im Siebenjährigen Kriege.** Herausgegeben von Archivrat Dr. Artur Brabant in Dresden.
- Gottesurteile.** Von Dr. jur. Heinr. Glitsch in Jena.
- Sturm und Drang.** Herausgegeben von Gymn.-Oberlehrer Dr. Karl Credner in Brandenburg a. H.
- Im Kampf um das Weltssystem (Kopernikus und Galilei).** Herausgegeben von Prof. Adolf Kistner in Wertheim a. M.
- Erlasse und Briefe des Königs Friedrich Wilhelm I. von Preußen.** Herausgegeben von Wilhelm Moritz Pantenius in Marburg.
- Die erste Entdeckung Amerikas im Jahre 1000 n. Chr.** Herausgegeben von Dr. G. Stedel, Professor an der Universität Heidelberg.
- Griechische Privatbriefe aus ägyptischen Papyri.** Herausgegeben von Dr. Julius Erich Schröter in Leipzig.
- Lutherbildnisse.** Ein Bilderheft. Herausgegeben von Lic. theol. Dr. phil. Hans Preuß in Leipzig.
- Lutherbriefe.** Herausgegeben von demselben.

✻ Voigtländers Quellenbücher ✻

In Vorbereitung:

- Lebenserinnerungen des Generals Dumouriez** aus und nach der französischen Revolution. Herausgegeben von Dr. Karl Frijsche in Freiberg i. S.
- Ausgewählte Briefe von W. A. Mozart.** Herausgegeben von Dr. Ludwig Schiedermaier, Privatdozent an der Universität Bonn.
- Luther vor dem Reichstag in Worms.** Herausgegeben von Dr. Johannes Kühn in Leipzig.
- Ausgewählte Briefe von Albrecht Dürer.** Herausgegeben von Dr. Hans Wolff in Leipzig.
- Goethes Rom in 50 Abbildungen nach Stichen von Giambattista Piranesi.** (1720—1778.) Herausgegeben von Dr. Otto Th. Schulz, Privatdozent an der Universität Leipzig.
- Georg Agricola (1490—1555) über den Bergbau.** Herausgegeben von Dr. Albert Neuburger in Berlin.
- Georg Simon Ohm (1787—1854), die galvanische Kette, mathematisch betrachtet** (das sog. Ohmsche Gesetz). Herausgegeben von demselben.
- Justus Freiherr von Liebig (1803—1873), Abhandlungen.** Herausgegeben von demselben (in mehreren Bändchen).
- Prokopios, Der Gotenkrieg.** Herausgegeben von Dr. Alfred Keller in Wiesbaden.
- Ein kriegerischer Kaufmannszug in Mexiko 1871.** Aus den hinterlassenen Papieren des Vizekonsuls für Mexiko Wilmanns.
- Mittelalterliches Gerichtsverfahren.** Von Professor Dr. Hans Planitz in Leipzig.
- Auswahl von Briefen der Herzogin Elisabeth Charlotte von Orleans (Elislotte).** Herausgegeben von Dr. Hermann Bräuning-Ottavio in Freiburg i. B.
- Die Württemberger in Rußland 1812.** Von einem württembergischen Offizier (Teilnehmer des Feldzuges).
- Die deutschen Siedler in Ungarn und Siebenbürgen.** Von Luz Korodi in Berlin.

Der Preis des Bändchens, fest kartoniert, beträgt in der Regel weniger als 1 Mark.

Zeitgedanken

In steigendem Maße macht sich auf allen Gebieten des Wissens das Bedürfnis geltend, unmittelbar aus den Quellen zu schöpfen. Und zwar besteht dieses Bedürfnis nicht nur im ernstesten Fachstudium, sondern auch im Unterrichtsbetrieb von Schulen aller Art und für die vielen, die Befriedigung ihres Wissenstriebes oder auch nur eine gediegene Unterhaltung suchen.

Nun ist es für die meisten gar nicht leicht, zu den Quellen zu gelangen. Quellenwerke sind schwer zugänglich, umfangreich, teuer, zum Teil in fremder Sprache oder in veraltetem der Erklärung bedürftigem Deutsch geschrieben. Zwar sind manche Quellen literarisch neu erschlossen worden, aber meist nur zu wissenschaftlichen Zwecken und zu Preisen, welche die allgemeine Verbreitung verhindern. Wohlfeile Quellenbücher als volkstümliches Gemeingut und doch in wissenschaftlich-kritischer Bearbeitung gibt es noch kaum.

In diese Lücke treten Voigtländers „Quellenbücher“ ein.

Einige Beispiele werden ihr Wesen am besten erläutern.

Jeder weiß, daß von den Kreuzzügen an bis ins späte Mittelalter hinein unzählige Pilger ins Heilige Land fuhren. Die „Quellenbücher“ aber bringen eine einzelne Pilgerreise, die des Ritters Konrad Grünenberg, von ihm selbst erzählt; die Übertragung in ein heute ohne weiteres verständliches Deutsch wahrt getreu den Ton, und die Beigabe von 24 der schönen und genauen Handzeichnungen Grünbergs erhöht den Wert. Welche Fülle der Kenntnisse, der Bilder, des Humors, der überraschendsten Vergleichspunkte mit unserer Gegenwart — die Organisation jener Reisen in der Art unserer Gesellschaftsreisen (nur nicht so bequem und gefahrlos!), die Fremdenindustrie im Heiligen Lande und dergleichen. Wenn man so auch nur eine einzige solche Reise miterlebt, ist diese dennoch typisch für ihre Zeit.

Jeder weiß von Byzanz und spricht von Byzantinismus. Die „Quellenbücher“ lassen den Leser das byzantinische Hofleben aus den dafür bezeichnenden Quellen selbst kennen lernen.

Jeder weiß, daß in den Jahren 1835 und 1839 die Eisenbahnen Nürnberg—Sürth und Leipzig—Dresden eröffnet worden sind. Aber unter welchen Zweifeln und Sorgen sie zustande kamen, und wie das große Kulturereignis von der Mitwelt aufgefaßt wurde, das erlebt man urkundgetreu in den „Quellenbüchern“.

Jeder weiß, wie gewaltsam das römische Juristenrecht das alte deutsche Volksrecht verdrängt hat. Wie deutsches Recht vor seiner Überwältigung durch römisches aussah, das erfährt man in den „Quellenbüchern“ in dem Bändchen „Deutsches Bauernrecht“ u. a.

❖ Doigtländers Quellenbücher ❖

Statt des Abgeleiteten also die **Quelle**; statt des Begriffes die **Anschauung**; statt einer Information von dritter Seite **eigenes Gewinnen** und so tieferer Gewinn; statt der auf breiter Oberfläche erscheinenden Kenntnisse und Begriffe ein **Hinabsteigen an wenigen, aber bezeichnenden Punkten** in den Schacht der Quellen und in neu gewonnene Tiefen.

Das alles einerseits auf der Grundlage **strenger kritischer Auswahl und Erläuterung**, getroffen und geboten von **Sachmännern** und vom **neuesten Standpunkte der betreffenden Forschung** aus; das alles andererseits in einer Auswahl und in einer Form, die die Lektüre für **jeden zu einer angenehmen Unterhaltung** macht.

Grundsätzlich sucht die Sammlung nur **wirkliche Quellen** zu bringen: **Urkunden, Literatur-Denkmäler oder Monumente**. Sache der Herausgeber aber war es und wird es sein, das **Wichtige und Bezeichnende** auszuwählen, es durch Einleitungen, Überleitungen, Anmerkungen usw. ins **rechte Licht** zu setzen und **verständlich** zu machen, denn das Lesen von Quellen setzt **Vorarbeit** voraus, die der Herausgeber dem Leser abzunehmen hat. — Zuweilen muß aber auch die **quellenmäßige Darstellung** an Stelle der Quellen treten, nämlich wenn diese so zerstreut oder trocken sind (z. B. Stadtrechnungen), daß sie im Original wenig genießbar sind. — Bestehen die Quellen gar aus **„Monumenten“**, besitzen wir also nur bildliche Überlieferungen, Fundstücke oder Bauten, die mehr oder minder erhalten noch heute vor unseren Augen stehen, dann nehmen die **„Quellenbücher“** das **Bild** zur Grundlage und erläutern es durch den beigegebenen Text, auch wenn dieser der Form nach den **eigentlichen Aufbau** bildet.

Inhaltlich erstreckt sich das Unternehmen auf alle nur möglichen Gebiete und Stoffe, auf welche die geschilderten Formen der Darbietung anwendbar sind, namentlich auch auf die **Naturwissenschaften**.

Die Sammlung ist für **jedermann** bestimmt. Es gibt für jeden, er mag noch so hochgebildet sein, **Wissensgebiete**, in denen er entweder keine oder nur allgemeine und abgeleitete Kenntnisse hat und daher für eine unmittelbare **Auffschließung** klar und rein fließender Quellen empfänglich ist. Auf diese Weise wird es möglich, die Bedürfnisse verschiedenster Bildung und Lebensstellung und verschiedenen Alters zu befriedigen, auch die der Schule. Es kann keinen großen Unterschied machen, ob der Leser eines solchen Quellenbüchleins ein junger einfacher Mensch oder ein gereifter, in anderen Fächern tief durchgebildeter ist. Aber auch dem **Sachmann** werden so wohlfeile und dabei zuverlässige urkundliche Darbietungen aus dem eigenen Wissensgebiete gute Dienste tun.

Daß die Bearbeitung der einzelnen Bändchen sicheren Händen anvertraut worden ist, wird **keine** Durchsicht des Titelverzeichnisses ergeben.

Erlebtes und Erschautes. Eine Memoirensammlung.

Werke berühmter Entdecker und Erforscher, Berichte aus vergangenen Kriegszeiten, Erinnerungen namhafter Persönlichkeiten sollen in der Sammlung nach und nach vereinigt werden. Durch den billigen Preis von nur M. 1.80 für den gebundenen und reich illustrierten Band werden sie jedem zugänglich sein. — Die Ausgaben sind gefördert, da die Herausgeber nur das wirklich Wichtige ihren Lesern bieten wollen. Die Bearbeitungen, die in geschmackvoller Weise durchgeführt werden, machen die Bücher auch für unsere Jugend brauchbar, die die Heldentaten vergangener Zeiten gern in Begeisterung nacherlebt. Bisher erschienen:

1 Im Reiche der Azteken. Die Eroberung Mexikos durch Ferdinand Cortez. Nach den Berichten des Eroberers bearbeitet von P. Schneider. Mit 11 Abbildungen. Kl.-4°. VII, 206 Seiten. 1911. In Pappband M. 1.80

2 Aus dem großen Krieg. Schilderungen und Berichte von Augenzeugen. Ausgewählt und bearbeitet von Gerhard Krügel. Mit 17 Abbildungen. Kl.-4°. VIII, 198 Seiten. 1911. In Pappband M. 1.80

3 Durch das tropische Südamerika. Aus Alexander von Humboldts Berichten über seine Reise in die Äquinoctial-Gegenden des neuen Kontinents. Bearbeitet von Wilh. S. Burr. Mit 10 Abbildungen. Kl.-4°. IV, 261 Seiten. 1911. In Pappband M. 1.80

4 Aus deutscher Ritterzeit. Götz von Berlichingen / Hans von Schweinichen. Eigene Berichte ihres Lebens und ihrer Taten. Die Herren von Zimmern. Bearbeitet von Franz Ehin. Mit 23 Bildern. Kl.-8°. III, 221 Seiten. 1911. In Pappband M. 1.80

Das Deutsche Studententum von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Von Dr. Friedrich Schulze und Dr. Paul Szymanski. Gr.-8°. XXIV, 487 S. 1910. M. 7.50, geb. M. 9.—

Tägliche Rundschau: Wie das so gewordene Werk den ersten nennenswerten Versuch einer einheitlichen, umfassenden Behandlung eines Gegenstandes bietet, so bedeutet es vorderhand den Abschluß und die Krönung der Literatur über die Geschichte des Studententums und wird, was auf diesem Gebiete auch noch gebracht werden möge, stets einen wichtigen Markstein auf diesem Felde der Erkenntnis bedeuten.

Die Franzosenzeit in deutschen Ländern 1806—1815. In Wort und Bild der Mitlebenden. Herausgegeben von Dr. Friedrich Schulze. Gr.-8°. 2 Bände. 1. Band: XIV, 336 Seiten. 2. Band: IX, 379 Seiten. Mit 176 einfarbigen Abbildungen, 19 farbigen Tafeln, mit 15 teils mehrfarbigen Karten und Skizzen und 10 Faksimiledrucken. 18 Lieferungen à M. 1.—, in 2 Ganzleinenbänden M. 20.—

In vorliegendem Werke ergreifen Zeitgenossen selber das Wort, um von Dingen zu erzählen, die sie erlebt und mitgewirkt haben.

Vollständiger reich illustrierter Verlagskatalog steht allen Interessenten kostenlos zur Verfügung.

Dichtung und Dichter der Zeit. Eine Schilderung der deutschen Literatur der letzten Jahrzehnte von Dr. phil. Albert Soergel. 8°. XII, 892 Seiten. Mit 345 Abbildungen. 1911. Ungebunden M. 10.50, in Leinen gebunden M. 12.50, in Halbfranz gebunden ... M. 14.—

Aus einigen Kritiken: Karl Röttger in „Die Brücke“: „Also eine neue Literaturgeschichte und zwar, um es gleich vorweg zu sagen, textlich die beste, die ich überhaupt kenne.“ — Timm Kröger in der „Kieler Ztg.“ ... „um so mehr ist es eine Pflicht die Allgemeinheit aufmerksam zu machen, wenn das Glück einem aus der Masse (des täglich Erscheinenden) ein wirklich verdienstvolles Buch in die Hand gibt. Ich bin in dieser Lage. Seit einiger Zeit lese ich Soergel, Dichtung und Dichter usw.“

Sirka 2800 photographische Aufnahmen freilebenden Wildes enthält:

Lebensbilder aus der Tierwelt. Naturgeschichte europäischer Säugetiere und Vögel. Herausgegeben von H. Meerwarth und K. Soffel. Ausgestattet mit sirka 2800 photographischen Freiaufnahmen lebender Tiere. Das ganze Werk wird umfassen:

Erste Reihe: Säugetiere 3 Bände, ungebunden à M. 12.—, in Leinenband à M. 14.—, in Halbfranzband à M. 15.—

Zweite Reihe: Vögel 3 Bände, ungebunden à M. 12.—, in Leinenband à M. 14.—, in Halbfranzband à M. 15.—

Die „Lebensbilder aus der Tierwelt“ sind eine Naturgeschichte europäischer Säugetiere und Vögel, die durch liebevolles Eingehen auf die Eigenart eines jeden Tieres es versteht, die Geschöpfe dem Herzen der Leser näherzubringen. — Biologisch in erzählender Weise führt es ein in deren Leben. Selbsthandelnd tritt das Tier auf, und das ungeheure Wissen, das in dem Texte verborgen liegt, wird unbemerkt dem Leser vermittelt, der sich in die Seele eines jeden Tieres versetzt glaubt, sein Tun und Handeln mit erlebt. — Von dem Tier als charakteristischem Teil seiner Umgebung, als Verschönerer des Landschaftsbildes, erzählen die photographischen Aufnahmen freilebenden Wildes, die das Werk in sich vereinigt. — Es wird noch späteren Generationen ein Quell edelsten Genusses und urkundlicher Werte sein. Wenn die Heimat wieder ein Stück einförmiger geworden ist, wenn nur flüchtige — vielleicht geschützte — Reste Zeugnis davon ablegen, wie mannigfaltig heute noch der Pulsschlag der Natur gewesen ist, dann werden die „Lebensbilder aus der Tierwelt“ eine eindringliche Sprache reden und noch im urkundtreuen Lichtbild zeigen, was ehemals in Bruch und Wald, in Heide-, Strand- und Bergesamkeit in reicher Fülle gelebt. — So soll dies Buch auch ein Werk der Zukunft sein, so wie es als Gegenwartserscheinung von der Schönheit unberührter Natur und ihren Geschöpfen predigt und auch in seinem Teile dazu beiträgt, die Liebe zur Natur zu wecken und zu vertiefen, diese Liebe, die allen Erholung und Freude sein kann und sollte. — Das wäre wohl des Werkes letzter und vornehmster Zweck.

Mit Blitzlicht und Büchse. Beobachtungen und Erlebnisse in der Wildnis inmitten der Tierwelt von Äquatorial-Ostafrika. Von C. G. Schillings. 4. durchgesehene und ergänzte Auflage (22.—25. Tausend). 1910. Gr.-8°. 558 Seiten. Mit 302 urkundtreu wiedergegebenen Original-Tag- und Nachtaufnahmen des Verfassers. M. 12.50, in Ganzleinenband M. 14.—

Der Zauber des Elelésho. Neue Beobachtungen und Erlebnisse in der Wildnis inmitten der Tierwelt von Äquatorial-Ostafrika. Von C. G. Schillings. (1.—8. Tausend.) 1906. Gr.-8°. 496 Seiten. Mit 318 Abbildungen, meist photographischen Original-Tag- und Nachtaufnahmen des Verfassers urkundtreu in Autotypie wiedergegeben. M. 12.50, in Ganzleinenband M. 14.—

Vollständiger reich illustrierter Verlagskatalog steht allen Interessenten kostenlos zur Verfügung.

Mit Blitzlicht und Büchse im Zauber des Elelécho. Kleine Ausgabe der beiden großen Werke. Von C. G. Schillings. 5. bis 7. Auflage. (21.—35. Tausend.) 1911. Gr.-8°, 384 Seiten, 64 Einschalttafeln mit 83 photographischen Original-Tag- und Nachtaufnahmen des Verfassers. M. 5.—, in Ganzleinenband .. M. 6.50

In den Wildnissen Brasiliens. Bericht und Ergebnisse der Leipziger Araguaia-Expedition 1908. Von Dr. Fritz Krause, Direktorial-Assistent am städtischen Museum für Völkerkunde zu Leipzig. Gr.-8°. 1911. VIII, 512 Seiten. Mit 517 Tonbildern, 337 Abbildungen auf 69 Tafeln und 2 Karten.
Preis ungebunden M. 12.—, gebunden M. 14.—

Die deutschen Kolonien. Für die Schule dargestellt von Dr. Alwin Wünsche. 1912. 8°. VI, 233 Seiten mit 22 Figuren im Text, 12 Einschalttafeln mit 28 Bildern und einer farbigen Karte. Ungebunden M. 2.—, gebunden M. 2.60
(Ordentliche Veröffentlichung der „Pädagogischen Literatur-Gesellschaft Neue Bahnen“.) Für Abonnenten kostenlos.

Aus der Welt der Industrie. Wanderungen durch die deutsche Kohlen-, Eisen- und Schiffbau-Industrie. Von Arthur Gerke, Bruno Meier, Tjard Schwarz, Max Stedel, H. Steudel und O. Stillich. Mit 205 photographischen Aufnahmen und 3 Tafeln. Kl.-4°. In elegantem Ganzleinenband M. 9.—

Daraus einzeln:

- Kohlenbergwerk. Mit 56 Abbildungen. Kl.-4°. 141 Seiten.
In Ganzleinenband M. 4.—
Eisenhütte. Mit 63 Abbildungen. Kl.-4°. 158 Seiten.
In Ganzleinenband M. 4.—
Wie ein Ozeandampfer entsteht. 87 Abbildungen und 3 Salttafeln. Kl.-4°. 158 Seiten. In Ganzleinenband M. 4.—

Kulturpflanzen der Weltwirtschaft. Herausgegeben von Otto Warburg und J. E. van Someren-Brand. 4, XV, 411 Seiten. Mit 653 Abbildungen nach Photographien und 11 farbigen Tafeln. In vornehmem Ganzleinenband M. 14.—

Einführung in die Psychologie. Von Prof. Dr. Wilhelm Wundt. 1911. 9.—13. Tausend. VIII, 129 Seiten. Ungebunden M. 2.—, gebunden M. 2.60
(Ordentliche Veröffentlichung der „Pädagogischen Literatur-Gesellschaft Neue Bahnen“.) Für Abonnenten kostenlos.

Philosophische Pädagogik. Von Prof. Dr. August Stadler. Gr.-8. VIII, 312 Seiten. Ungebunden M. 4.—, gebunden .. M. 5.—
(Außerordentliche Veröffentlichung der „Pädagogischen Literatur-Gesellschaft Neue Bahnen“.) Für Abonnenten ermäßigt.

Logik. Von Prof. Dr. August Stadler. Gr.-8°. 256 Seiten. Ungebunden M. 4.—, gebunden M. 5.—

Vollständiger reich illustrierter Verlagskatalog steht allen Interessenten kostenlos zur Verfügung.

Weitere gute Werke aus R. Voigtländers Verlag in Leipzig

Aus der Welt des Kindes. Ein Buch für Eltern und Erzieher von Dr. J. Loewenberg (Herausgeber der Gedichtsammlung „Dem goldenen Überfluß“). Kl.-8°. 192 Seiten. Geheftet M. 2.—, in Leinenband M. 3.—

Von der Kindesseele. Beiträge zur Kinder-Psychologie aus Dichtung und Biographie. Herausgegeben von Dr. Gertrud Bäumer und Eili Droeßcher. Gr.-8°. VIII, 429 Seiten. M. 6.—, in Ganzleinenband M. 7.—

Die natürliche Willensbildung. Praktische Anleitung zur Selbsterziehung. Von Dr. Paul Emile Levy. Berechtigte Übersetzung von Dr. Max Brahn, Privatdozent an der Universität Leipzig. 3. Auflage. 1910. Kl.-8°. IV, 194 Seiten. M. 2.—, gebunden M. 3.—

Die Erziehung des Willens. Von Jules Payot. Übersetzung von Dr. Titus Doelfel. 4. Auflage. 1910. Kl.-8°. 315 Seiten. M. 3.—, gebunden M. 4.—

R. Voigtländers Künstler-Steinzeichnungen

Erschienen sind über 200 Blatt in 9 verschiedenen Bildgrößen von 22 × 22 cm bis 100 × 70 cm zum Preise von 1—6 Mark.

Was ist eine Original-Künstlersteinzeichnung? Eine Originalsteinzeichnung oder Originallithographie ist ein Bild, das in dem einzigen Dervielfältigungsverfahren hergestellt wird, dessen Ergebnis Originalgemälden vollständig gleichkommt.

Dies geht so zu: Der Künstler selbst zeichnet nach seinem Entwürfe, der für ihn gleichsam das Konzept bedeutet, Konturen und Farben auf die Steine, d. h. er legt für jeden Ton, den er dem Bilde geben will, eine Platte an und hat so die Möglichkeit, seinem Werke alle die Farbwerte und Stimmungswerte zu verleihen, die er braucht, um aus ihm zu machen, was er will. Er selbst leitet die ersten Probedrucke und den Druck selbst; er bestimmt die Farben bis auf den kleinsten Unterton. Er allein, sonst niemand, hat Gewalt über sein Werk, und mit Recht nennt man das Resultat dieses Verfahrens „Original“. — Jeder Abzug des so hergestellten und überwachten Bildes ist ein Original, und es ist durch dies Druckverfahren die Möglichkeit gegeben, von einem und demselben Bilde Hunderte, ja Tausende von Abzügen herzustellen und zu billigstem Preise zu verkaufen. R. Voigtländers Wandbilder bestehen nur aus Künstlersteinzeichnungen. — Jedes Blatt dieser Sammlung ist daher in jedem Abzug ein Original.

Der vollständige Prachtkatalog mit farbigen Wiedergaben der sämtlichen Stein-drucke kostet 40 Pfg. und ist gegen Einsendung dieses Betrages (auch in Marken aller Länder) von jeder Buchhandlung oder portofrei vom Verlag zu beziehen.

1965 a 1207 15

1981
30. April 1979