

Hintergrund Otto von Guericke

Etwa 400 Jahre vor Beginn unserer Zeitrechnung behauptete Aristoteles, dass keine Vakuum bzw. keine ‚Leere‘ im Zusammenhang mit Demokrits Atomismus Theorie existieren könne. Aristoteles führte viele Beispiele für seine These an, u.a. dass die Natur eine begründete Aversion gegen jegliche Form einer Leere hätte. Diese Diskussion flammte erneut im 17. Jahrhundert auf. Zeitgleich zu den Arbeiten von Galilei, Toricelli und Pascal in Italien und Frankreich stellte der Bürgermeister von Magdeburg, Otto von Guericke, in Deutschland experimentelle Untersuchungen zum Vakuum an.

Guericke (1602-1686) war davon überzeugt, dass ein Vakuum in einem Behälter entsteht, wenn man Wasser aus diesem ablässt. Bei seinen ersten Versuchen mit Holzfässern brachen die hölzernen Gefäße auf Grund des großen Atmosphärendruck (Abb. 1).



Abb. 1. Experimente mit einem Holzfass und metallischen Halbkugeln. (Guericke 1672, 74)

Guerickes größte Entwicklung waren seine Luftpumpen. Mit ihrer Hilfe konnte er Wasser aus metallischen Gefäßen pumpen und so ein Vakuum erzeugen. Am Ende war er dazu in der Lage sehr stabile Gefäße und leistungsfähige Pumpen zu bauen und mit ihnen einige bemerkenswerte Experimente durchzuführen. 1661 präsentierte er sein berühmtes Experiment mit

den Magdeburger Halbkugeln dem deutschen Kaiser und seinem Reichstag in Regensburg. Diese Gelegenheit brachte ihm große öffentliche Anerkennung, sowie die Akzeptanz seiner Theorien zum Vakuum ein. Auf dem Kupferstich, den der Jesuit Caspar Schott in Guericke's *Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio* (Abb. 2 und 3) 1672 veröffentlichte, kann man jeweils 8 Pferde auf jeder Seite der Halbkugeln sehen. Unter den aufmerksamen Blicken von mehreren Beobachtern versuchten die Pferde vergeblich die beiden kupfernen Halbkugeln auseinander zu ziehen. Die auf die Kugeln wirkende Kraft des Atmosphärendrucks war größer als die Leistung von 16 Pferdestärken. Obwohl der eigentlich Durchmesser der Kugeln mit 43cm viel kleiner ist, als der Kupferstich vermuten lässt, lieferte diese meisterhaft inszenierte Experiment die Antwort auf eine wichtige Frage: Es gibt ein Vakuum und man kann es mit geeigneten Instrumenten erzeugen, sowie analysieren.



Abb. 2. Titelseite von Guericke's 'vacuo spatio'. Neben anderen Dingen kann man links seine Luftpumpe sehen. (Guericke 1672)

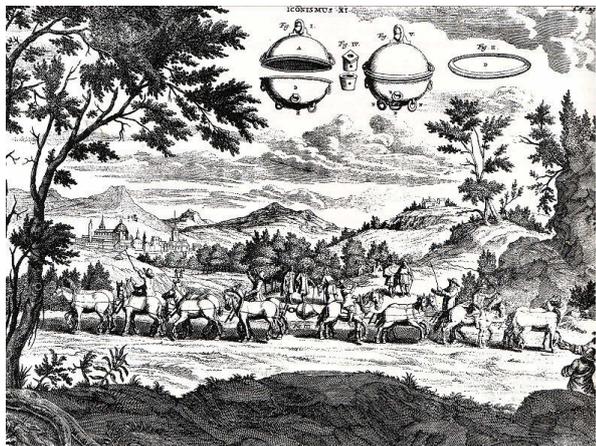


Abb. 3. Kupferstich von Casper Schott, 1658. (<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Magdeburg.jpg>, 19.2.2013)

Guericke änderte diesen experimentellen Aufbau und das zu Grunde liegende Funktionsprinzip mehrere Male. Anstelle der 16 Pferde nutzte er beispielsweise ein paar Männer oder Massstücke, um den genauen Wert der Kraft

zu bestimmen, die einen abgedichteten Stopfen in einem zylindrischen Gefäß hält bzw. die durch den Atmosphärendruck ausgeübte Kraft auf den Stopfen (Abb. 4 und 5).

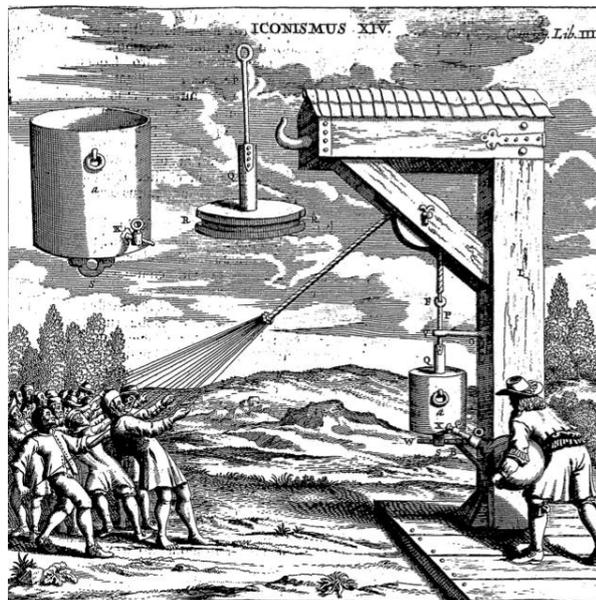


Abb. 4. Demonstrationsexperiment zur Bestimmung der 'Kraft' des Vakuums. (Guericke 1672, 109)

In Abb. 4 kann man erneut die durchdachte Inszenierung erkennen: Ein einziger Mann ist mit Hilfe des Zylinders und einer evakuierten Kugel dazu in der Lage, die gesamte aufgebrauchte Zugkraft von etwa 10 anderen Männern auszugleichen.

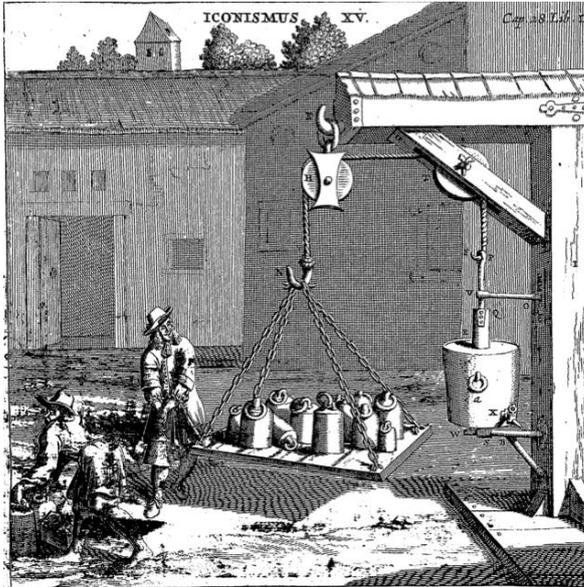


Abb. 5. Experiment zur Bestimmung der 'Kraft' des Vakuums. (Guericke 1672, 111)

Einen Aspekt von Guericke's Arbeit ist aber bisher nicht zu sehen gewesen. Diesen hat Schott in seinem Werk *technica curiosa* mit einem Kupferstich bedacht. In Abb. 6 sind zwei übereinander liegende Räume zu sehen: Der obere für die Experimente und der untere für die große Luftpumpe.

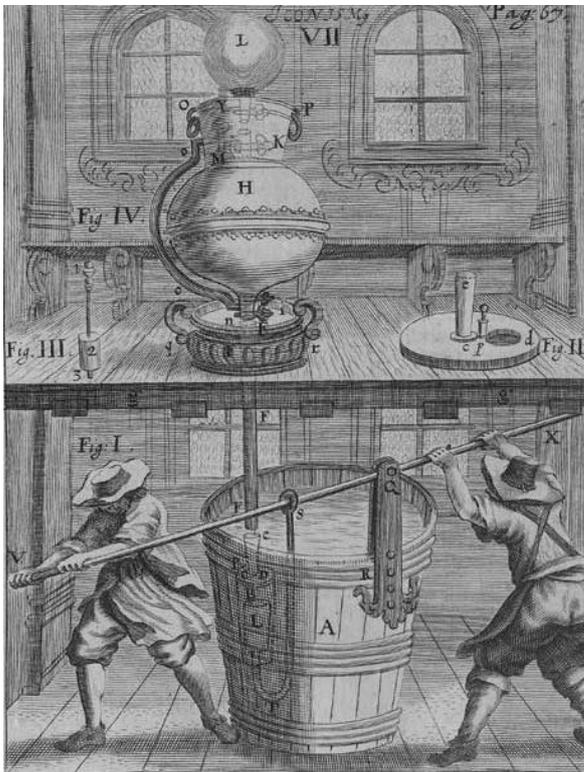


Abb. 6. Guericke's Luftpumpe, 2. Bauart. (Schott 1664, Pars secunda - Experimenta Magdeburgica nova, Caput XXV, Iconismus VII)

Die Luftpumpe unterhalb des Experimentierraums wird von zwei Männern bedient, die für das Publikum im oberen Raum nicht sichtbar sind. Während die Experimente von möglicherweise einer Person mit wenig Mühe durchgeführt wurden, blieben die beiden hart arbeitenden (und hier gesichtslosen) Männer unsichtbar (für mehr Details dazu, vgl. Hentschel 2008).

Für Guericke war das Vakuum aber nicht nur auf die Erde begrenzt. Er vermutete vielmehr, dass das Vakuum in seinen evakuierten Gefäßen das selbe ist, was das Universum ausfüllt. Die Theorien von Nikolaus Kopernikus (1473-1543) und Johannes Kepler (1571-1630) stellten Aristoteles' Dogma bezüglich der himmlischen Sphären in ähnlicher Weise in Frage, aber das grundsätzliche Problem war immer noch nicht gelöst. Die Erklärung der Planetenbewegung ohne die Sphären und die Erkenntnisse von Kopernikus schufen aber ein neues Problem: Wenn die Stern am Himmel feste Positionen haben und wirklich so weit von uns und voneinander entfernt sind, wie Kopernikus behauptete, was ist dann zwischen diesen Sternen? Viele Erklärungsversuche hielten einer näheren Prüfung nicht stand. Darunter war auch Keplers Ansatz, der die Planetenbewegung durch eine Art magnetische Kraft zu erklären versuchte. In eine ähnliche Richtung argumentierte Guericke. Um 1663 konstruierte er eine Schwefelkugel, die auf einem Stab gedreht und mit einer Hand gerieben werden konnte. Auf Grund der Reibungselektrizität konnte die Kugel statisch aufgeladen werden und konnte so leichte Objekte, wie Daunen anziehen oder blieben gar an der Kugel haften.

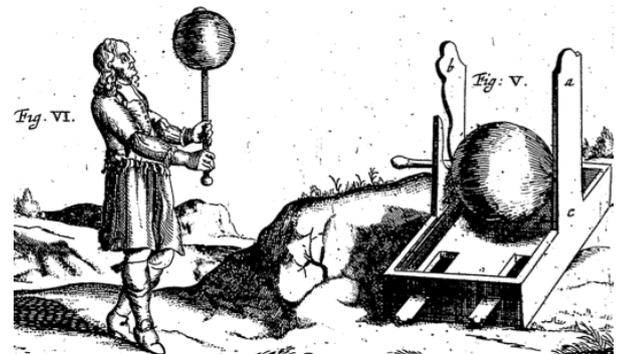


Abb. 7. Die Schwefelkugel. (Guericke 1672, 129)

Für Guericke war dies die Erklärung, warum beispielsweise die Erdatmosphäre der Erde

nicht einfach in den leeren Raum entschwindet und Objekte auf der Erdoberfläche mit der Erde zusammen weiter rotieren. Sein Ansatz zur Erklärung der Atmosphäre oder der Planetenbewegung basierte so vorwiegend auf Analogien und einer animistischen Sichtweise. Die Schwefelkugel repräsentierte dabei die Erde. Guericke's Auffassung nach hatte die Kugel die Eigenschaft alle nützlichen Dinge anzuziehen und alle schädlichen Dinge in seiner Umgebung abzustößeln.

Caspar Schott war die erste Person, die Guericke's Experimente als einen Anhang zu seinem eigenen Werk *Mechanica hydraulico-pneumatica* 1658 veröffentlichte. Dadurch wurden Guericke's Experimente sowohl unter anderen Jesuiten, als auch unter anderen Experimentatoren und Technikern bekannt. Während Schott ein großer Unterstützer von Guericke's Arbeit war und regen Kontakt zu ihm pflegte, galt dies nicht für Schotts Mentor Athanasius Kircher. Kircher war ein angesehener und einflussreicher Jesuit und Gelehrter. Er war davon überzeugt, dass Gott alles ausfüllen würde und daher so etwas wie ein Vakuum oder eine Leere weder zwischen der Erde und den Sternen, noch in einem Metallgefäß existieren könne. Ein Fehler in Gottes Schöpfung war für ihn undenkbar.

Im Gegensatz zu anderen Naturphilosophen und Wissenschaftlern verfolgte Guericke jedoch ein anderes Ziel. Im Gegensatz zur etablierten Tradition berief er sich nicht auf die Aufsätze von berühmten Gelehrten, sondern auf experimentelle Argumente und Beweise. Sein französischer Zeitgenosse Blaise Pascal (1623 – 1662) teilte diese Auffassung. Er schrieb, dass Experimente das grundlegendste Prinzip der Physik seien und man deren Ergebnisse Vertrauen schenken solle (Attali 2007, 167). Die Frage, wie Wissen produziert wird oder wie man naturwissenschaftliche Forschung allgemein betreibt bekommt dadurch eine für die damalige Zeit neuartige Perspekti-

ve. Guericke versuchte das Phänomen Vakuum zu isolieren und mit der Hilfe von mehreren Instrumenten - auf den ersten Blick sehr durchdacht und einfach - zu reproduzieren. Neben seinen experimentellen Fähigkeiten waren seine Demonstrationen und deren Veröffentlichung und Bekanntmachung ausschlaggebend für Guericke's Akzeptanz durch zeitgenössische Forscher.

Die Magdeburger Halbkugeln und Guericke's Luftpumpe sind Belege für bedeutende Entdeckungen in der Geschichte der Naturwissenschaften.

Anmerkung:

Dieser Artikel profitierte sehr von einem Besuch im Otto-von-Guericke Museum in Magdeburg im Februar 2013.

Bibliographie

- Attali, Jacques (2007): Blaise Pascal: Biographie eines Genies. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Guericke, Ottonis de (1672): Experimenta Nova (ut vocantur) Magdeburgia de Vacuo Spatio, Bd.II/1/1, Waesberge, Amsterdam. http://www2.ohm-hochschule.de/bib/textarchiv/Guericke.Vacuo_Spatio.pdf (04.03.2013)
- Hentschel, Klaus (2008): Unsichtbare Hände. Zur Rolle von Laborassistenten, Mechanikern, Zeichnern u. a. Amanuenses in der physikalischen Forschungs- und Entwicklungsarbeit, Stuttgart, GNT.
- Schott, Caspar (1664): Technica Curiosa [...], <http://diglib.hab.de/wdb.php?dir=drucke/125-52-quod> (4.3.2013)

Hintergrund Otto von Guericke was translated by Sebastian Korff.

Hintergrund Otto von Guericke was written by Sebastian Korff with the support of the European Commission (project 518094-LLP-1-2011-1-GR-COMENIUS-CMP) and The University of Flensburg, Germany. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.