

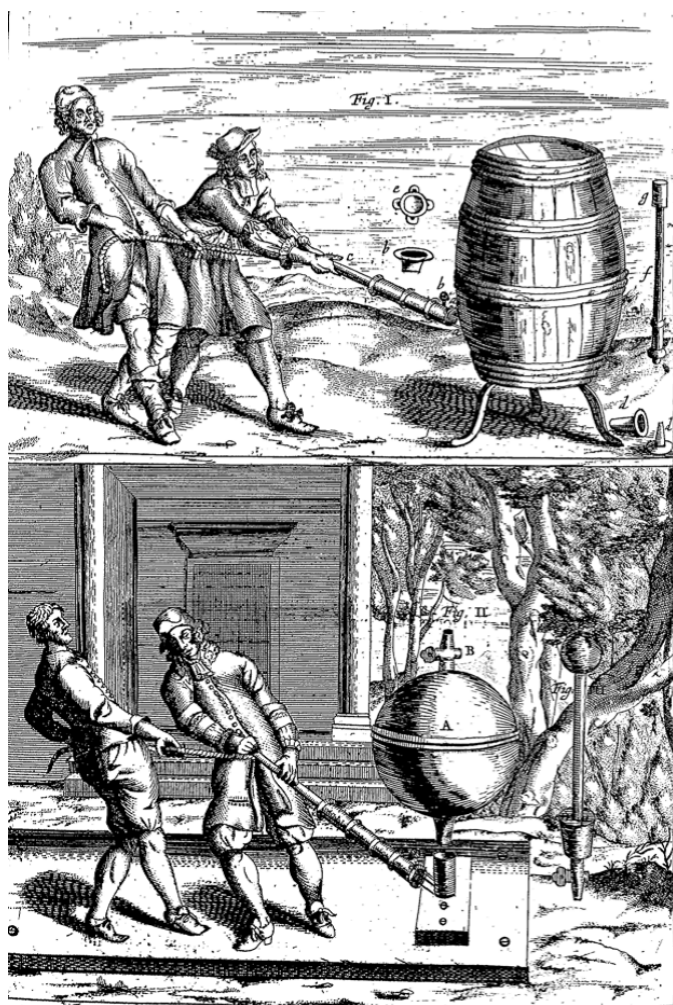
## Historisk bakgrund: Otto von Guericke

Omkring år 400 f.Kr. hävdade Aristoteles att varken vakuum eller tomrum enligt Demokritos atomlära kunde förekomma naturligt. Aristoteles framförde många bevis för sin tes, till exempel att naturen har en djup avsky mot tomrum. På 1600-talet flammade diskussionen upp på nytt. Med stöd av Galileos, Torricellis och Pascals arbeten i Italien och Frankrike genomförde borgmästaren i Magdeburg, en stad i mellersta Tyskland, ett antal experiment som gällde vakuum. Borgmästaren, Otto von Guericke (1602–1686), var övertygad om att ett rum måste vara lufttomt om man tömmer det på vatten eller luft. Först försökte han pumpa ut vatten ur trätunnor, men misslyckades. Tunnorna kollapsade snabbt på grund av det höga trycket från atmosfären.

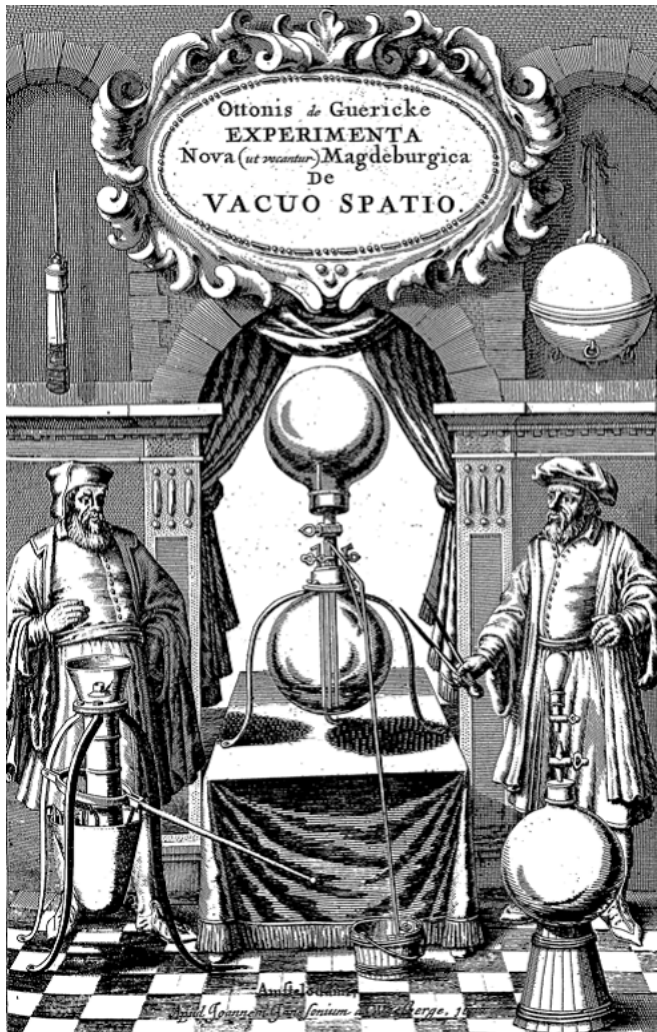
Omkring år 400 f.Kr. hävdade Aristoteles att varken vakuum eller tomrum enligt Demokritos atomlära kunde förekomma naturligt. Aristoteles framförde många bevis för sin tes, till exempel att naturen har en djup avsky mot tomrum. På 1600-talet flammade diskussionen upp på nytt. Med stöd av Galileos, Torricellis och Pascals arbeten i Italien och Frankrike höll borgmästaren i Magdeburg, en stad i mellersta Tyskland, ett antal experiment som gällde

vakuum. Borgmästaren, Otto von Guericke (1602–1686), var övertygad om att ett rum måste vara lufttomt om man tömmer det på vatten eller luft. Först försökte han pumpa ut vatten ur trätunnor, men misslyckades. Tunnorna kollapsade snabbt på grund av det höga trycket från atmosfären.

Guerickes största bedrift var dock att han förbättrade luftpumpen. Med hjälp av den pumpade han ut luften ur en metallbehållare så att vakuum uppstod. Så småningom lyckades han bygga tillräckligt stabila behållare för att kunna genomföra några anmärkningsvärda experiment. Han visade upp sitt berömda experiment – de magdeburgska halvkloten – inför den tyska kejsaren och riksdagen i Regensburg år 1661. Tack vare detta fick han officiellt erkännande och hans resonemang om vakuum godtogs. På gravyren av jesuiten Caspar Schott, som publicerade *Guerickes Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio* (fig 2) år 1672, kan man se åtta hästar på var sida om halvkloten. Inför ett stort antal åskådare försökte hästarna utan framgång dra isär de båda kopparhalvkloten. Kraften från det yttre atmosfäriska trycket var större än sexton hästkrafter. Trots att halvklotens diameter i själva verket var omkring 43 cm och inte så stora som de ser ut att vara på bilden, så gav detta mästerligt utförda experiment svar på en viktig fråga om världen: Tomrum finns, och med lämpliga instrument kan det återskapas och analyseras.



Figur 1. Experiment med en trätunna och metallhalvklot. (Guericke 1672, 74)

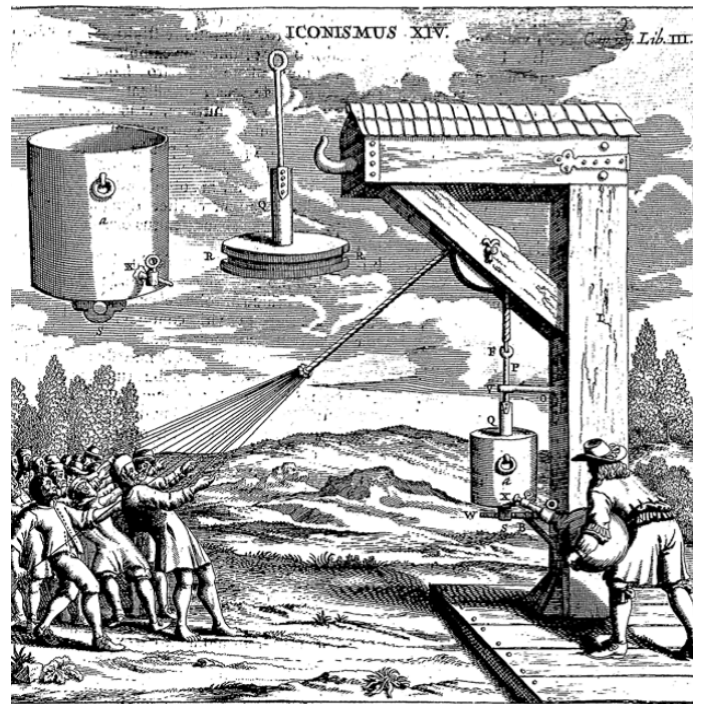


Figur 2. Titelsidan i Guericke's "vacuo spatio". Bland annat syns luftpumpen till vänster. (Guericke 1672)

Han ändrade den experimentella uppställningen och den bakomliggande principen flera gånger. I stället för de sexton hästarna använde han först människor och senare vikter för att fastställa ett numeriskt värde på kraften som håller samman likartade cylindriska kärl (fig 4 och 5), eller snarare kraften hos det yttre atmosfäriska trycket.



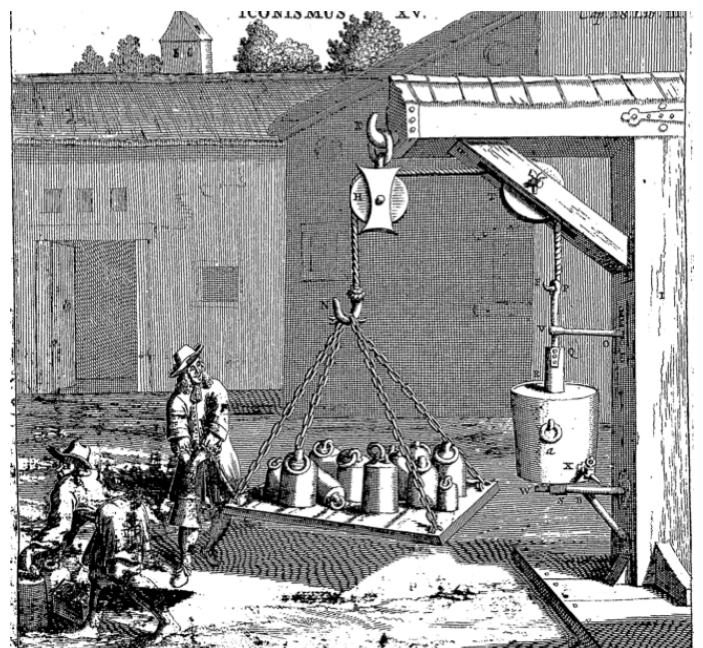
Figur 3. Gravyr av Caspar Schott, 1658. (<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Magdeburg.jpg>, läst 2016-12-08)



Figur 4. Experiment för att visa kraften hos vakuum. (Guericke 1672, 109)

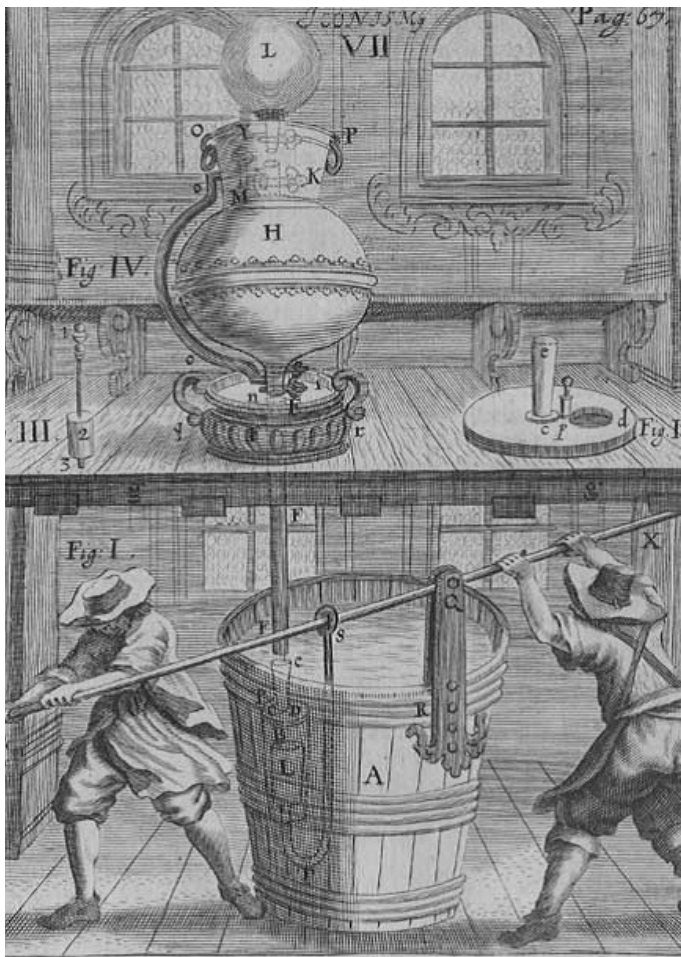
Figur 4 visar en iscensättning av resonemanget: Med hjälp av det cylindriska kärlet och en lufttom sfär kan en enda person hålla emot kraften från de cirka tio personerna till vänster.

Men det som inte syns är arbetet som måste utföras för att utföra experimentet. I sin *technica curiosa* illustrerar Schott en uppsättning där rummet med luftpumpen är skilt ifrån experimentrummet (fig 6).



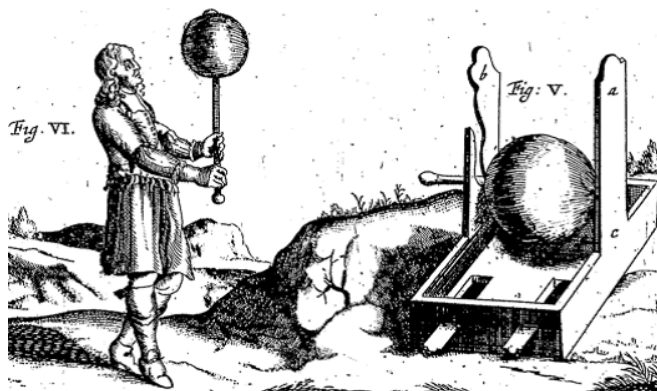
Figur 5. Experiment för att fastställa ett värde på kraften hos vakuum. (Guericke 1672, 111)

Luftpumpen under experimentrummet och människorna som skötte den var inte synliga för åskådarna, som kunde



Figur 6. Guericke's luftpump, andra utförandet. (Schott 1664, Pars secunda – Experimenta Magdeburgica nova, Caput XXV, Iconismus VII)

slå sig ner på bänken i det övre rummet. Förmodligen demonstrerade en enda experimentutövare fenomenet utan synbar ansträngning, medan de två anonyma, hårt arbetande personerna under golvet förblev osynliga (detaljerad beskrivning, se Hentschel 2008).



Figur 7. Svavelgloben. (Guericke 1672, 129)

För Guericke var fenomenet dock inte begränsat till jorden. Han trodde snarare att tomrummet inuti halvkloten var detsamma som uppfyller universum. Både Nikolaus Kopernikus (1473–1543) och Johannes Keplers (1571–1630) teorier ifrågasatte på ett likartat vis Aristoteles dogm om himlasfärerna, men många problem var fortfarande olösta.

En förklaring av planeternas rörelser utan Aristoteles sfärer och med utgångspunkt i Kopernikus arbete skapade ett annat problem: Om fixstjärnorna är belägna så långt bort som Kopernikus trodde, vilket ämne finns då mellan dem? Många inledande förklaringar höll inte för noggrannare undersökning, till exempel Keplers försök att förklara planeternas rörelser med en kraft som liknade magnetism. Guericke's forskning var relevant även i detta fall. Omkring år 1663 lät han bygga en svavelglob som kunde rotera och gnidas med handen. På grund av friktionen blev globen elektriskt laddad och kunde attrahera dunfjädrar och liknande lätta föremål.

Dessutom höll de små föremålen sig fast vid globen. För Guericke var detta förklaringen till att jordens atmosfär inte förflyktigas och till att alla föremål på jorden roterar tillsammans med den. Hans sätt att förklara rörelsen hos såväl jordens atmosfär som stjärnornas byggde på analogier och en animistisk åskådning. Svavelgloben skulle föreställa jorden. Enligt Guericke's uppfattning hade globen egenskapen att dra till sig nyttiga föremål, men stöta bort skadliga.

Caspar Schott var den förste som publicerade Guericke's experiment som bilaga till sitt eget verk *Mechanica hydraulico-pneumatica* år 1658. På grund av detta blev hans experiment kända bland andra jesuiter samt bland experimenterande lekmän. Schott var en varm anhängare av Guericke och utväxlade många brev med honom kring nya problem och försök, men detta gällde inte Schotts mentor Athanasius Kircher. Denne framstående jesuitiske vetenskapsman ansåg att eftersom Gud uppfyller allt var det uteslutet att det kunde finnas vakuum mellan jorden och fixstjärnorna eller inuti ett metallkärl. En "lucka" i Guds skapelse var helt enkelt otänkbar.

Guericke's mål var dock inte desamma som hos andra naturfilosofer och vetenskapsmän. I motsats till traditionell bevisföring stödde han sig inte på texter av kända akademiker utan på experimentella bevis. En samtida vetenskapsman, Blaise Pascal (1623–1662), delade denna uppfattning. Han skrev att "experiment är fysikens främsta princip" och att "experimenten är fysikens verkliga mästare som bör åtlydas". (Attali 2007, 167) Frågan om hur kunskap utvecklas eller hur forskning i allmänhet ska bedrivas fick därmed för samtiden nya perspektiv. Guericke försökte isolera vakuum som fenomen. Med hjälp av ett flertal instrument lyckades han återskapa

fenomenet under kontrollerade förhållanden, vilket vid en första anblick verkade mycket enkelt att göra. Förutom hans experimentella färdigheter var det både hans i detalj genomförda experiment och offentliggörandet av dem som samtidens forskare satte stort värde på.

De magdeburgska halvkloten och Guericke's luftpumpar är milstolpar i ett viktigt och omfattande skifte i vetenskapens historia.

### Tack

Författaren till artikeln fick draghjälp genom ett besök i Otto von Guericke-museet i Magdeburg februari 2013.

### Litteratur

Attali, Jacques (2007), *Blaise Pascal: Biographie eines Genies*. Stuttgart: Klett-Cotta.

Guericke, Otto von (1672), *Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio*. Amsterdam: Johannes Jansson. [http://www2.ohm-hochschule.de/bib/textarchiv/Guericke.Vacuo\\_Spatio.pdf](http://www2.ohm-hochschule.de/bib/textarchiv/Guericke.Vacuo_Spatio.pdf) (läst 2016-12-08)

Hentschel, Klaus, red. (2008), *Unsichtbare Hände: Zur Rolle von Laborassistenten, Mechanikern, Zeichnern u.a. Amanuenses in der physikalischen Forschungs- und Entwicklungsarbeit*. Stuttgart: GNT-Verlag.

Schott, Caspar (1664): *Technica Curiosa* [...]. <http://diglib.hab.de/wdb.php?dir=drucke/125-52-quod> (läst 2016-12-08)

**Historisk bakgrund:** Otto von Guericke har tagits fram av Sebastian Korff, med stöd av Polska naturvetenskapsläraryrket och EU-projektet Science Story Telling (projekt 518094-LLP-1-2011-1-GR-COMENIUS-CMP). Den historiska bakgrunden finns på engelska på sidan Project Story Telling vid Europa Universitat Flensburg: <https://www.uni-flensburg.de/en/project-storytelling/>

Översättning från engelska till svenska av Thomas Grundberg på uppdrag av Nationellt resurscentrum för fysik (NRFCF).

