

Herman Boerhaave

Een vergeten leermeester voor de 18de eeuw

Inleiding

Europa tussen 1650 en 1750. De overgangperiode tussen het einde van de alchemie en de officiële start van de chemie als wetenschap, was niet enkel voor de scheikunde, maar voor het maatschappelijk denken in het algemeen een bijzonder belangrijke periode.

Het absolutisme kraakt in zijn voegen. De "verlichte denkers" zoals Descartes, Galilei, Bacon, Newton en Voltaire lanceerden moedig hun ideeën omtrent geestelijke ontwikkeling als basis voor materiële vooruitgang, waardoor zij als het ware een weg banen naar het tijdperk van de grote revoluties. Misschien dat we deze periode nog het best kunnen illustreren aan de hand van enkele bekend in het oor liggende namen, waarvan de dragers een onmiskenbare stempel op de geschiedenis gedrukt hebben : Handel, Vivaldi, Bach, Palfijn, Stahl, Boyle, Swift, Racine, Teniers, ...

Het zou u allicht verwonderen als in deze illustere namenlijst de naam Herman Boerhaave (1668-1738) gestaan had. Voor ene meneer Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) echter was deze "...the celebrated Boerhaave"¹ een belangrijk voorbeeld en een bron van inspiratie. Wat nu volgt dient om u te overtuigen dat Boerhaave recht heeft op een plaatsje tussen de "grote namen".

Leven en werk

Onder invloed van z'n vader Jacob Boerhaave, een dominee van Vlaamse origine, begint de jonge Herman aan theologische studies. Reeds op jeugdige leeftijd blijkt zijn ruime interesse: hij verslindt boeken over wiskunde en filosofie en als het gezin door de dood van vader zonder inkomen valt, begint Boerhaave op 15-jarige leeftijd les te geven in de wiskunde.

Na tijdens een discussie over Spinoza beschuldigd te zijn van atheïsme, besluit hij zijn theologische studies stop te zetten.

In 1684 volgt hij naast een groot aantal andere -vooral taal-cursussen ook natuurfilosofie bij Wolferd Senguerd (1646-1724), die een hevige aanhanger is van de theorieën van Robert Boyle (1627-1691). Hij schrijft een verhandeling over cohesie, waarin hij Boyle's theorie betwist als zou cohesie te wijten zijn aan atmosferische druk.

¹ A.L. Lavoisier, "Elements of Chemistry", 1 (transl R. Kerr 1790) facsimile, Dover Publications, NY, 1965

Na drie jaar filosofie en wiskunde gevolgd te hebben bij de Volder (1643-1709, eveneens een Boyle fan) wordt hij in 1690 doctor in de filosofie met een thesis over het onderscheid tussen lichaam en geest.

Hierna doet hij opnieuw een poging om theologie te studeren, maar al snel schakelt hij over op geneeskunde, waarin hij in 1693 promoveert met een proefschrift dat behoorlijk scheikundig getint was. Hij beschreef een analyse van ureum en verwees meermaals naar Paracelsus, Van Helmont, Boyle, Tachenius en Sylvius. Ondanks een bloeiende medische praktijk in Leiden, blijft Boerhaave privélessen geven in de wiskunde en later ook in de scheikunde.

In 1701 wordt hij lector in de medicijnen benoemd aan de universiteit van Leiden. Zijn aangename manier van lesgeven, waarbij goed voorbereide experimenten en een goed ontwikkeld gevoel voor humor zijn belangrijkste troeven zijn, trekken van heinde en ver studenten aan. Het wekt dan ook geen verwondering dat Boerhaave op relatief korte tijd titularis is van een niet geringe hoeveelheid leerstoelen. In 1709 wordt hij professor in de botanica, in 1714 wordt hij docent in de praktische geneeskunde en vanaf 1718 geeft hij in opvolging van Jacobus Le Mort (1650-1718) zijn beroemde scheikundige colleges.

Als hij het in 1729 wat kalmer aan moet doen om gezondheidsredenen, laat hij zijn leerstoelen voor wat ze zijn. Als professor in de scheikunde wordt hij opgevolgd door Hiëronymus David Gaubius (1705-1780).

Het feit dat van zijn lezingen "studentencursussen" gemaakt werden, waar hij zich fel van distantieerde, bracht hem ertoe in 1732 zijn met persoonlijke details aangevulde lezingen in boekvorm uit te geven: het beroemde "Elementa Chemiae, quae anversario labore docuit, in publicis, privatesque, scholis, Hermannus Boerhaave, leiden, 1732".²

Boerhaave heeft geen buitengewone ontdekkingen gedaan, wat waarschijnlijk de oorzaak is van zijn slechts sporadische aanwezigheid in de geschiedenisboeken. Nochtans zette hij niet alleen een enorme hoeveelheid wetenschappelijk hoogstaande publikaties achter zijn naam -het merendeel van medische aard-, maar bovenal was hij een even briljant als vaderlijk lesgever, die vanuit heel Europa studenten aantrok en van Leiden tijdelijk het wereldcentrum maakte voor geneeskundige studies.

De belangrijkste theoriën van de achttiende eeuw

Verbranding en flogiston

Reeds in de tijd van de Griekse filozofen probeerde men een verklaring te geven voor het verschijnsel van de verbranding. Nadat men zich eerst blindgestaard had op de vlam (vuur was immers een van de basiselementen van Empedocles), stelden de middeleeuwse alchemisten dat zwavel verantwoordelijk of toch op zijn minst zeer

² zie addendum p.45

belangrijk was voor verbrandingsprocessen. In hun ijverige zoektocht naar de transmutatie van metalen naar goud meenden zij dat metalen samengesteld waren uit zwavel en goud.

Het was Paracelsus (Philippus Theophrastus Bombastus von Hohenheim, 1493-1541) die rond 1500 het idee lanceerde dat lucht iets "mysterieus" bevatte, dat belangrijk was voor het leven in het algemeen. De Schotse alchemist Alexander Seton (1574-1604) was rond 1600 een ietsje concreter met zijn theorie dat er in lucht een "vital spirit" aanwezig was. Boyle was de eerste die aantoonde dat een verbranding zonder lucht niet mogelijk was. Hij slaagde er namelijk niet in om in vacuum zwavel te verbranden. John Mayow (1641-1679) en Robert Hooke (1635-1703) erkenden dit maar vermoedden reeds dat slechts een deel van de lucht verantwoordelijk was voor de verbranding. Volgens hen trad bij verbranding een absorptie op die analoog was aan wat gebeurde indien water en zand gemengd werden.

Hoewel deze hypothesen in de goede richting evolueerden waren zij toch te vaag om algemeen erkend te worden door de 17de-18de eeuwse chemici. Men hechtte meer belang aan de hypothesen van Johan Joachim Becher (1635-1682) die postuleerde dat alle stoffen opgebouwd zijn uit water en aarde en dat er drie soorten aarde zijn : de terra vitrescibilis (steenachtig), terra pinguis (brandbaar) en de terra mercurialis (vluchtig) die metalen hun bijzonder karakter geeft (dichtheid, glans). De vette aarde (terra pinguis) wordt vooral aangetroffen in plantaardige en dierlijke lichamen en zij verlaat deze bij verbranding.

Voortbouwend op de ideeën van zijn leermeester Becher, zou Georg Ernst Stahl (1660-1734) uiteindelijk een verklaring geven voor verbranding, welke gedurende lange tijd een toonaangevende chemische doctrine werd. In zijn flogistontheorie stelt hij dat in alle stoffen een algemeen brandbaarheidsprincipe zit, het flogiston, een niet te isoleren, onzichtbare stof die bij verbranding ontsnapt.

Dat deze zuiver kwalitatieve theorie als zoetekoek geslikt werd door de meeste "wetenschappers" uit die tijd, lag hem aan het feit dat een groot aantal verschijnselen zoals verbranding, ademhaling, rotting en gisting eenvoudig konden verklaard worden met het ontsnappen van flogiston. Het kwantitatieve aspect, namelijk dat metalen bij verbranding zwaarder werden, verklaarde Stahl door het dichter bij elkaar komen van materiedeeltjes, waardoor lucht verdreven en het metaal zwaarder werd.

In zijn meesterwerk "Elementa Chemiae" oppert Boerhaave dat lucht wel eens een grotere rol zou kunnen spelen in de ademhaling en verbranding dan alleen maar "drager van flogiston". Volgens Boerhaave bezit elk lichaam een "pabulum ignis" (voedsel van vuur) en het verbrandingsproces verliep volgens hem als volgt : de lucht zorgt ervoor dat gedurende de verbranding het brandende deel van het lichaam in contact blijft met het vuur, en dat de brandbare deeltjes, die door hun snelle beweging en de daardoor ontstane wrijving de kracht van het vuur vermeederen, zich verspreiden, maar wel in de vlam gehouden worden.

Vuur beschouwde hij als een substantie die samengesteld was uit kleine deeltjes die

konden binnendringen in andere stoffen om zo de krachten die deze stoffen samenhiel- den te veranderen. Hij was ook de eerste die een onderscheid maakte tussen vuur onder de vorm van warmte en vuur zoals het zich gedroeg bij verbranding.

Boerhaave heeft Stahls theorie nooit rechtstreeks aangevallen, maar enerzijds druisen zijn theorieën wel in tegen deze van zijn vooraanstaande tijd- en ambtgenoot, anderzijds negeert hij in *Elementa Chemiae* het bestaan van de flogistontheorie.

Affiniteit

Tesamen met de flogistontheorie maakte ook de affiniteitstheorie haar opgang. De term affiniteit wordt toegeschreven aan Albertus Magnus (13de Eeuw). De even briljante als onbekende "publicist" Geber (Jabir ibn Hayan ?), beschreef reeds in kwalitatieve lijsten de reactiviteit van metalen met verschillende reagentia (weliswaar in termen van liefde en haat tussen de stoffen).

Boyle's experimenten in verband met affiniteit waren eerder van kwantitatieve aard en gebaseerd op de nieuwe fysische theoriën van Newton. Die stelde dat elk deeltje van een stof een zekere aantrekkingskracht bezat, die de oorzaak was van alle fysische en chemische reacties.

Boerhaave geloofde dat een chemische reactie hetzelfde was als een oplossing. Volgens hem was een solvent (menstruum) samengesteld uit kleine deeltjes die zich een weg baanden tussen de deeltjes van de opgeloste stof. Het verbond zich naargelang de affiniteit van de ene substantie voor de andere. Op grond hiervan verklaarde Boerhaave trouwens ook de verzwaring bij calcinatie als het opnemen van vuurdeeltjes met een bepaald gewicht.

Meer en meer werd de nood gevoeld om affiniteitstabellen op te stellen waarin de reactiviteit van individuele stoffen ten overstaan van elkaar beschreven stonden en waaruit men de reactiviteit van andere verbindingen in gelijkaardige reacties kon aflezen. Hiervoor zouden dan wel vele experimenten in laboratoria moeten gedaan worden, waarvoor veel denktheoretici uit die tijd hun neus ophaalden. Het was Etienne François Geoffroy (1672-1731) die hiervoor een lovenswaardige poging ondernam. Zijn basisidee was dat men bij twee stoffen die verenigd zijn een derde toevoegde die meer affiniteit had voor een van de twee, deze derde zich hiermee zou verbinden, waardoor de eerste twee van elkaar gescheiden werden.

Andere opvattingen van Boerhaave

Boerhaave beschouwde de scheikunde als een onafhankelijke wetenschap en vond dat de iatrochemische school de scheikunde en de geneeskunde misbruikte. Hij stond kritisch tegenover alchemistische theorieën, hoewel hij na vele door alchemisten beschreven experimenten gedaan te hebben toch niet durfde te ontkennen dat de mogelijkheid van transmutatie bestond. De extractie van kwik uit bepaalde verbindingen zoals suiker lukte hem na jarenlang geëxperimenteer niet, hoewel het volgens

alchemistische principes wel mogelijk was. Zijn favoriet was Van Helmont ook al was hij het meestal niet eens met diens medische opvattingen.

Boerhaave hechtte veel belang aan het experiment als voornaamste hulpmiddel om een theorie te bewijzen : "... maar het is nodig de vlucht van de verbeelding bevestigd te zien door het gewicht van het experiment". Ook zette hij zich af tegen het al te lichtzinnig gebruik van generalisaties. Men mag bijvoorbeeld niet zeggen "zuren lossen metalen op", maar wel "sommige zuren lossen sommige metalen op". Uit zijn werk blijkt ook dat hij een aanhanger was van de atoomhypothese (deeltjes met constante vorm en grootte), getuige de grondige kennis en de vele citaten uit het werk van Newton en Boyle, alsmede de verwijzingen naar Democritos.

Besluit

Het belang van Boerhaave was tweevoudig. Ten eerste was hij als onvolprezen docent de aanbrengrer van een kritische en minutieuze wetenschappelijke attitude, waarbij hij sterk het belang benadrukte van het experiment ter ondersteuning of verwerping van een theorie. Ten tweede schreef hij "Elementa Chemiae", een bijzonder goed gestructureerd overzicht van wat er aan scheikundige kennis bestond.

Het is dankzij mensen als Boerhaave dat er een stevige fundering gelegd werd voor de verdere ontplooiing en bloei van de scheikunde als wetenschap. Het is de vraag of Lavoisier wel het genie zou geweest zijn, waarvoor wij hem nu aanzien, indien hij in zijn jonge jaren niet met Elementa Chemiae onder zijn hoofdkussen geslapen had.

Dat hij geen revolutionaire ontdekkingen gedaan heeft mag dan wel een verklaring zijn voor Boerhaave's onbekendheid, het is nog veel meer een onterecht excuus.

Addendum

Elementa Chemiae

Eerste boek

deel 1 : Historiek van de scheikunde

deel 2 : Theorie van de scheikunde

- 1) Metalen, zouten, universeel zuur, zwavel, bitumen, mineralen, aarde, semimetalen, planten, dieren
- 2) Gebruik van de scheikunde
 - a) in de fysica, geneeskunde en mechanische kunsten

- b) op vuur, brandstof (pabulum ignis), lucht, water, aarde, oplossing (menstruum)

3) Chemische apparatuur

Tweede boek

deel 3 : Chemische handelingen

Hierin geeft hij gedetailleerde beschrijvingen van experimenten en bereidingen uitgaande van planten, dieren en mineralen. Hij legt oplossing coagulatie en precipitatie uit, beschrijft smaken, geuren en kleuren en bekritiseert de iatrochemische zuur-base-theorieën.

In plaats van vage specificaties gebruikt hij voor zijn temperatuursmetingen een "pyranthropometrum", een thermometer met Fahrenheitschaal, waardoor hij een van de eerste calorimetrische scheikundigen moet geweest zijn.

Referenties

H. Metzger

"Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique", Librairie Scientifique et Technique, Paris (1974)

H.A.M. Snelders

"Het Gezelschap der Hollandsche Scheikundigen",
Rodopi, Amsterdam (1980)

"De geschiedenis van de scheikunde in Nederland",
Delftse Universitaire Pers (1993)

J.R. Partington

"A History of Chemistry" (Vol. 2),
Macmillan, London (1970)

H.M. Leicester

"The Historical Background of Chemistry",
Dover Publications, New York (1971)

H. Deelstra

"Historiek van de scheikunde", U.I.A.