

Natuurlijke historie rond 1700: de rol van de microscopie in het natuuronderzoek

L.C. Palm

Inleiding

In de laatste decennia van de zeventiende eeuw vond een aantal belangrijke nieuwe ontwikkelingen plaats in de beoefening van de natuurlijke historie. De belangrijkste daarvan is wel het gebruik in het onderzoek van de recent ontwikkelde microscopen. Daarnaast moet gewezen worden op de toepassing van nieuwe ideeën en concepten bij het verklaren van datgene wat men in het onderzoek tegenkwam. Hierbij vallen vooral op het mechanistisch wereldbeeld, de daaruit afgeleide deeltjestheorieën en de concurrerende opvattingen over voortplanting en erfelijkheid, zoals de leer van epigenese en die van de preformatie. In deze beschouwing zal het begrip natuurlijke historie beperkt worden tot voornamelijk de levende natuur en wat wij nu biologisch onderzoek noemen aan de orde komen. In deze ontwikkeling heeft een aantal Nederlandse onderzoekers een grote rol gespeeld, zoals de filosoof en natuurkundige **Christiaan Huygens** (1629-1695), de arts **Jan Swammerdam** (1637-1680), en de Delftse microscopist **Antoni van Leeuwenhoek** (1632-1723). Als we aan eeuwwenden een speciaal karakter zouden willen toekennen, dan is het buiten kijf dat in het natuurhistorisch onderzoek aan het eind van de zeventiende eeuw het gebruik van de microscoop aan dat onderzoek een fundamenteel ander karakter heeft gegeven.

De ontwikkeling van de microscoop

Al in de klassieke Oudheid was bekend, dat geslepen glas een vergroterende werking heeft en werd het als zodanig gebruikt. Theoretische verklaringen hiervoor werden wel gezocht, maar pas in de zeventiende eeuw gevonden. Het gemis hiervan heeft echter niet belemmerend gewerkt op het gebruik. Brillen en vergrotende lenzen worden al vanaf de dertiende eeuw als gebruiksvoorwerpen aangetroffen.

De samengestelde microscoop, die uit minstens twee lenzen bestaat, is uitgevonden vlak na het construeren van de eerste verrekijker. Van de laatste is bekend dat de Middelburger **Hans Lipperhey** (gest. 1619) er in 1608 octrooi voor aanvraagde. In 1609 had de Italiaanse geleerde **Galileo Galilei** (1564-1642) ervan gehoord en maakte vervolgens zelf een kijker met een bol objectief en een hol oculair. Hiermee ontdekte hij in 1610 de manen van Jupiter, die hij ter ere van zijn broodheer de Mediceïsche sterren noemde. Bij ver uittrekken van zo'n verrekijker kon hij dichtbijzijnde voorwerpen vergroot zien. Het is niet bekend, wie de uitvinder is van de samengestelde microscoop met een bol, sterk vergrotend objectief en een eveneens bol, zwak vergrotend oculair. Vast staat dat **Constantijn Huygens** (1596-1687), de vader van Christiaan, in 1621 in Londen een dergelijk instrument heeft gezien bij de uit Alkmaar afkomstige uitvinder **Cornelis Drebbel** (1572-1633), door de laatste zelf vervaardigd of gemaakt naar een ontwerp van **Zacharias Janssen** uit Middelburg (ongeveer in 1590). In Italië werd aan dit type instrument de naam *microscopium* gegeven.

Deze vroege microscopen hadden nog erg veel gebreken: het glas was gekleurd en niet homogeen, het gezichtsveld was klein, lichtzwak en het beeld vertekend. De vergroting bedroeg ongeveer 25x. Een latere verbetering van de microscopietechniek is het gebruik van doorvallend licht in plaats van opvallend licht. Deze methode was in 1637 al geopenperd door de Franse filosoof **René Descartes** (1596-1650), maar pas veertig jaar later door Christiaan Huygens voor het eerst toegepast. Toch konden met dergelijke instrumenten al fraaie resultaten behaald worden, zoals blijkt uit de afbeeldingen in de *Micrographia* uit 1665, geschreven door de Engelse natuuronderzoeker en microscoopbouwer **Robert Hooke** (1635-1703), waarin onder meer de cellen in een plakje kurk beschreven staan.

Een tweede type microscoop is de enkelvoudige, bestaande uit slechts één lens. Nadat men had waargenomen dat het vergrotend vermogen van lenzen toenam naarmate de oppervlakten sterker gekromd waren, ontstond het streven om door steeds kleinere en sterkere lenzen te gebruiken het vergrotend vermogen op te voeren. De hantering van deze lenzen werd hierdoor allengs moeilijker, zodat men de lensjes in een houdertje of statief monteerte en het geheel voorzag van een objectdrager met de mogelijkheid om scherp te kunnen stellen. De oudste enkelvoudige microscoop was nogal primitief: een kartonnen kokertje

met aan een kant een betrekkelijk zwakke lens en aan de andere kant het object (een zgn. vlooien glas).

De onbetwiste meester in het maken van dit soort microscopen was Antoni van Leeuwenhoek. Dankzij een buitengewone technische vaardigheid in het slijpen van lenzen, was hij in staat microscopen van een zeer hoge kwaliteit te maken. Ook is van hem een microscoop bewaard gebleven, in het Utrechts Universiteitsmuseum, waarvan de lens zo goed als zeker geblazen is. Dit is niet zo verwonderlijk omdat Van Leeuwenhoek als een goed glasblazer bekend stond. Van de meer dan 250 microscopen die hij na zijn dood naliet, zijn er slechts enkele bewaard gebleven.

Het slijpen van lenzen

Een belangrijk aspect van de technische ontwikkeling die leidde tot het gebruik van effectieve telescopen en microscopen is de kwaliteit van de lenzen die zich in die instrumenten bevonden. Voor het volgende heb ik gebruik kunnen maken van ongepubliceerde aantekeningen van dr. J. van Zuylen, die veel onderzoek verricht heeft en nog verricht naar de technische aspecten van oude lenzen, zowel wat hun kwaliteit als de manier van maken betreft. Ik ben hem voor deze bereidwilligheid zeer erkentelijk. Zoals gezegd kwam in de dertiende eeuw het ambacht van het vervaardigen van brilleglazen tot bloei, allereerst in Venetië, later ook in Zuid-Duitsland, Spanje en de Nederlanden. In deze streng gereguleerde ambachten was grote concurrentie, zodat men er dikwijls niet veel tijd voor nam om tot een optimale kwaliteit te komen. Omstreeks 1600 waren er naast de centra waar brillen op jaarmarkten verkocht werden, plaatsen waar brillenmakers zich hadden gevestigd en voor de naaste omgeving produceerden. Zij hadden hierdoor meer tijd en konden zodoende beter werk afleveren. Juist in deze periode vallen de uitvinding van de verrekijker en de microscoop. Vooral de verrekijkers vonden direct gretig aftrek, niet alleen bij zeelieden, maar ook bij militairen die ze op het slagveld gebruikten. Ook geleerden ontdekten in navolging van Galilei al snel dat met behulp van goede verrekijkers veel betere en nieuwe astronomische waarnemingen te verrichten vielen.

Door deze ontwikkelingen werden steeds hogere eisen aan de instrumenten gesteld, en groeide de behoefte aan betere lenzen. In de loop van de zeventiende eeuw zien we dan het fenomeen dat naast

brillenmakers ook geleerden zich gingen bezighouden met het slijpen van lenzen. Nederlandse voorbeelden hiervan zijn de joodse filosoof **Baruch de Spinoza** (1632-1677), de Amsterdamse burgemeester en wiskundige **Johannes Hudde** (1628-1704) en de al eerder genoemde Huygens, Swammerdam en Van Leeuwenhoek.

Wat de techniek van lenzen slijpen betreft is het vrijwel zeker dat het in het begin van de zeventiende eeuw reeds algemeen gebruikelijk was om de lenzen in passende metalen vormen te slijpen. Er werden diverse slijpmiddelen gebruikt, maar zand was waarschijnlijk het belangrijkste. Na het slijpen moesten de lenzen gepolijst worden om het oppervlak zo glad mogelijk te krijgen. Hiervoor werd dikwijls een houten vorm toegepast, bekleed met zacht leer waarop het polijstmiddel werd aangebracht, bijvoorbeeld heel fijn, vochtig amarilpoeder. De vorm van dit soort lenzen was niet optimaal. Verbeteringen werden aangebracht in de Italiaanse school van lenzenmakers volgend op het werk van Galilei. De bekendsten van hen zijn **Eustacchio Divini** (1610-1685) en **Giuseppe Campani** (1635-1715). Zij leverden lenzen met een goede vorm; hoe zij dat precies deden is onbekend. Uit angst voor de concurrentie waren zij daar heel geheimzinnig over. Onderzoek van Van Zuylen aan nog bestaande lenzen heeft aangetoond dat de stralen van verschillende lenzen nauwkeurig gelijk waren, zodat er op zijn minst van een bijzondere technische vaardigheid gesproken kan worden. Intussen was ook tijdbesparing opgetreden door het in gebruik nemen van verschillende typen machines om lenzen te slijpen, terwijl aan de andere kant het invoeren van op kolen in plaats van op hout gestookt smeltvuur hogere temperaturen en fabricage van homogener glas mogelijk maakten.

Over de stand van zaken in de Nederlanden kunnen we terecht bij het *Journal* van **Isaac Beeckman** (1588-1637), van oorsprong kaarsenmaker, later arts en rector van de Latijnse school in Dordrecht. Hij was zeer geïnteresseerd in de technische en natuurfilosofische aspecten van de natuurwetenschappen en deed daar in zijn dagboeken uitgebreid verslag van. Hij deed onderzoek om na te gaan of er bij het polijsten alleen maar glad gemaakt werd of dat er ook glas van de lens werd verwijderd, wat het geval bleek te zijn. Beeckman gaf er de voorkeur aan om zijn lenzen te polijsten in de slijpschaal en niet op laken, hoewel dat laatste vlugger ging. Er zijn zover bekend geen lenzen van Beeckman bewaard gebleven.

Van Christiaan Huygens zijn wèl lenzen bewaard gebleven, onder andere in het Utrechts Universiteitsmuseum. Hij schreef in 1665 over het maken van lenzen, wat hij al een jaar of tien gedaan had. Zijn methode was ongeveer die van Beeckman met enkele verbeteringen. Huygens beschreef in tegenstelling tot de beide Italiaanse lenzenmakers en later Leeuwenhoek nauwkeurig zijn manier van werken en de problemen die hij daarbij ondervond. Aan alle details werd buitengewoon veel zorg besteed. Dit had tot gevolg dat twintig jaar later Christiaan Huygens en zijn broer Lodewijk de beste lenzenmakers waren, afgezien van Campani die soms beter glas tot zijn beschikking had. Een analyse van de Utrechtse lens door Van Zuylen laat zien dat ook hier nogal wat polijstfouten voorkomen. Bovendien blijkt Huygens voortdurend problemen gehad te hebben met de kwaliteit van het glas. Het was zelden homogeen, meestal zat het vol luchtbelletjes of met zwartgekleurde verontreinigingen.

De microscopen van Van Leeuwenhoek

De meest bekende microscopist uit het eind van de zeventiende eeuw was de Delftse autodidact Antoni van Leeuwenhoek. Hij had geen natuurwetenschappelijke opleiding genoten, maar was opgeleid voor de detailhandel: hij was lakenhandelaar. Daarnaast had hij zich enige wiskundige en praktische kennis eigen gemaakt, wat blijkt uit zijn diploma als landmeter en zijn aanstelling tot wijnroeier van de stad Delft. Een wijnroeier moest met een peilstok controleren of de inhoud van de vaten en tonnen wel met de opgegeven waarde overeenstemde. Van Van Leeuwenhoek is bekend dat hij daarnaast een niet onverdienstelijk glasblazer en essayeur was, terwijl bovendien uit de kwaliteit van zijn microscopen en zijn wetenschappelijk werk geconcludeerd kan worden dat zijn vaardigheid in het fabriceren van lenzen en het maken van preparaten buitengewoon groot moet zijn geweest.

Ergens in de jaren voor 1668 –het vroegste jaar waarvan met zekerheid bekend is, dat hij microscopen tot zijn beschikking had– moet Van Leeuwenhoek met het maken van lenzen begonnen zijn. Hij is altijd zeer terughoudend geweest met zijn mededelingen hierover zodat we niet weten hoe hij op het idee gekomen is en we zelfs niet precies weten hoe hij ze heeft gemaakt, hoewel recent onderzoek van Van Zuylen er wel een vermoeden van geeft. Het ligt voor de hand te veronderstellen dat hij door het gebruik van loupes of dradentellers voor de kwaliteitscontrole van textielweefsels op het idee is gekomen ook

andere dingen te bekijken, te meer daar zijn microscopen enkelvoudig waren, dus eigenlijk zeer sterk vergrotende loupes.

Meestal gebruikte Van Leeuwenhoek een type microscoop met één lens, die gevat was tussen twee metalen platen. Het object werd bevestigd op een pen die met een aantal schroeven ten opzichte van de lens kon worden ingesteld. De pen is tevens draaibaar. Meer dan 500 microscopjes zijn er door hem gemaakt, waarvan nu nog een tiental is overgebleven. Het merendeel was van geel koper, ruim een derde van zilver en een drietal van goud. Het metaal dat hij daarvoor nodig had smolt hij zelf uit het erts.

Van Leeuwenhoek maakte zijn lenzen op twee manieren. De eerste sloot aan bij een methode die ontwikkeld was door Hudde. Deze bracht een stukje glas aan op de punt van een naald en hield die in een vlam, waardoor een rond bolletje ontstond dat als lens werkte. Dat Van Leeuwenhoeks lenzen veel beter werkten, komt niet alleen omdat zijn montage effectiever was, maar ook doordat hij mogelijkwerwijs een wat gewijzigde methode gebruikte, waarbij uit een glazen buis een lens werd gemaakt. Hij zou daarbij als volgt te werk kunnen zijn gegaan. Van een kort stuk dunwandige glazen buis met een diameter van 10 tot 20 mm werd aan beide zijden een punt getrokken en een kant afgesloten. Bij verhitting werd een glazen bolletje geblazen. De gesloten kant werd vervolgens verhit en zoveel mogelijk glas werd weggenomen. Als dit alles goed gedaan werd blijft er een knobbeltje glas over dat bijna automatisch de vorm van een lens aanneemt. Door variatie in verhitting en manier van blazen kunnen verschillen typen en formaten lenzen gemaakt worden. Recente herhalingen van deze procedure leverden lenzen op die wat karakteristieken betreft aansluiten bij de enige geblazen Van Leeuwenhoek-lens die nog over is en bewaard wordt in het Utrechts Universiteitsmuseum.

De tweede manier was het slijpen van lensjes uit stukjes glas. Waarschijnlijk sleep Van Leeuwenhoek zijn lenzen op een draaiende slijpschaal, mogelijk op de verticale spil van een draaibank die hij in zijn 'comptoir' had opgesteld. Doordat de schaal bij gebruik steeds wijder werd, kreeg hij verschillende soorten lenzen. Over het polijsten heeft Van Leeuwenhoek nooit wat meegedeeld, maar onderzoek aan de nog bestaande lenzen, laat zien dat ze geslepen zijn op een enigszins zachte, veerkrachtige stof als laken, vilt of leer. De putjes in het glas die door het slijpen zijn ontstaan, zijn bij deze lenzen net niet verdwenen,

zodat we kunnen concluderen dat Van Leeuwenhoek erg goed heeft opgelet wanneer hij met polijsten moest stoppen. De oppervlakten vertonen een structuur van nog kleine putjes, als bij een sinaasappel; deze hebben op de kwaliteit van de afbeelding nauwelijks invloed. Zelf zegt Van Leeuwenhoek ergens, dat hij zijn lenzen in de loop van de jaren steeds beter heeft gemaakt, zodat hij er veel mee geëxperimenteerd moet hebben.

De geslepen lenzen van Van Leeuwenhoek konden tot 200 maal vergroten; de meeste deden dat zo'n 100x. De geblazen lenzen konden sterker vergroten, de Utrechtse lens 266x.

Voor het verrichten van nieuwe wetenschappelijke waarnemingen en een interpretatie daarvan, is een technische vaardigheid zoals Van Leeuwenhoek die bezat een belangrijke voorwaarde, maar het is niet voldoende. Een open houding, nieuwsgierigheid en een onafhankelijk oordeel zijn evenzeer belangrijk. Daarover beschikte Van Leeuwenhoek, wat een ander bestanddeel is van de verklaring van zijn originaliteit.

In het voorafgaande is niet erg gedetailleerd ingegaan op de technische aspecten van het maken van lenzen. Waar het om ging, is drie dingen duidelijk te maken. Allereerst dat geleerden van naam het in de zeventiende eeuw niet beneden hun waardigheid vonden om zelf het handwerk op te vatten; zulks in tegenstelling tot de houding van voorheen toen handenarbeid voor de gilden en werklieden was en boekenwijsheid voor de wetenschappers. Vervolgens moet benadrukt worden dat het vervaardigen van deze wetenschappelijke instrumenten met grote moeilijkheden gepaard ging die slechts met veel geduld en volharding konden worden overwonnen. Tot slot is er de merkwaardige omstandigheid dat een aantal lenzenmakers hun 'beroepsgeheim' niet wilde prijsgeven, soms uit economische motieven zoals bij Campani en Divini, soms uit angst voor misbruik van de wetenschap ten behoeve van economisch gewin, zoals bij Van Leeuwenhoek. Ondanks deze ongunstige omstandigheden heeft het gebruik van de nieuwe lenzen van hoge kwaliteit grote gevolgen gehad voor de resultaten van het wetenschappelijk onderzoek.

Natuurwetenschap in de zeventiende eeuw

In de wetenschapsgeschiedenis wordt dikwijls gesteld, dat de natuurwetenschappen in de zeventiende eeuw gekenmerkt worden door de

CHRISTIAAN HUIGENS,
WERELD-
BESCHOUWER,
OF
ONDERZOEK OVER DE HEMELSCH
AARDKLOOTEN,
ENDERZELVER CIERAAD.
Met noodige wiskunstige Afbeeldingen.

Uit het Latyn vertaald

DOOR
P. R A B U S.



T E A M S T E R D A M,
By S T E V E N V A N E S V E L D T,
In de Kalverstraat, het derde Huis van
de Roomfche Kerk de Papageay,
1 7 5 4.

Figuur 1.

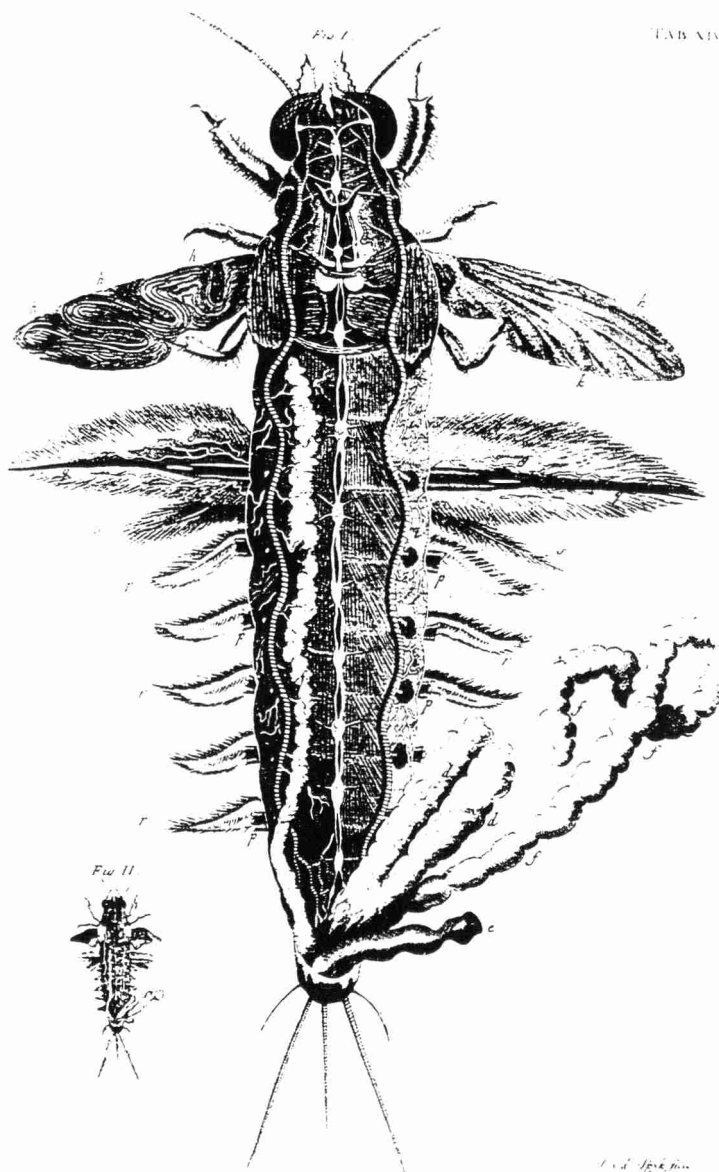
Titelblad van de derde druk van de Nederlandse vertaling van Christiaan Huygens' *Kosmotheoros*, 1754.

overgang van het organistisch naar het mechanistisch wereldbeeld, dat wil zeggen de natuur, de wereld wordt niet meer gezien als één groot organisme, maar als een mechanisme. De wegbereider voor deze nieuwe natuurwetenschap was de Engelse kanselier **Francis Bacon** (1561-1626). Hij voegde inhoudelijk weinig nieuws toe aan de bestaande wetenschap, maar door zijn pleidooi voor waarneming en experiment als grondslagen voor een nieuwe natuurwetenschap hebben vele experimentatoren uit zijn tijd en daarna zich als zijn volgelingen beschouwd.

Ook in de veranderende inzichten in de bouw van het wereldstelsel weerspiegelt zich de nieuwe natuurwetenschappelijke methode. De copernicaanse opvatting dat de aarde om de zon draait en niet andersom, werd onvermoeibaar verdedigd door Galilei, terwijl tenslotte **Johannes Kepler** (1571-1630) op grond van waarnemingen en mathematische berekeningen aannam dat de banen van de hemellichamen ellipsvormig waren.

Belangrijke bijdragen aan de vergroting van de astronomische kennis kwamen van onderzoekers die met telescopen werkten, zoals Christiaan Huygens. Hij heeft veel fundamenteel en toegepast onderzoek verricht, vooral op het gebied van de wiskunde, sterrenkunde en mechanica. In zijn theoretische verklaringen sloot hij aan bij het belangrijkste mechanistische denksysteem uit zijn tijd, dat ontwikkeld was door Descartes. Heel kort gezegd komt dit erop neer dat de oorzaak van alle natuurverschijnselen gezocht wordt in druk en stoot van deeltjes materie. Te zamen met zijn broer Constantijn had hij een telescoop vervaardigd van 3,5 m lengte. Hiermee ontdekte hij in 1655 een satelliet van Saturnus, de maan Titan. Ook was hij in staat om dank zij zijn waarnemingen een juiste verklaring te geven voor de ringen van Saturnus. Daarnaast ontdekte hij de rotatie van de planeet Mars en de nevelvlek in het sterrenbeeld Orion.

Van Huygens verscheen in 1698 postuum de *Kosmotheoros* (in de Nederlandse vertaling van 1699 *De Wereldbeschouwer, of Gissingen over de Hemelsche Aardklooten, en derzelver cieraad (figuur 1)* geheten). Hierin schreef hij over de mogelijkheden van leven op andere werelden en probeerde hij de kritiek van theologen en anti-copernicanen te weerleggen. Huygens ging er daarbij van uit dat er uniformiteit is in de natuur, zodat het voorkomen van leven op andere planeten aannemelijk te maken is vanuit analogieredeneringen. Bij anatomisch



Figuur 1.

Titelblad van de derde druk van de Nederlandse vertaling van Christiaan Huygens' *Kosmotheoros*, 1754.

onderzoek veronderstelt men terecht dat organen die bij sectie van bijvoorbeeld een hond gevonden worden in ongeveer dezelfde vorm ook te vinden zullen zijn bij andere zoogdieren. De recente ontwikkelingen in de astronomie nu hebben ons geleerd, dat de aarde als planeet geen uitzonderingspositie inneemt, dus waarom ook niet wat betreft het voorkomen van leven? Voor deze veronderstelling had Huygens ook een metafysisch argument. God heeft immers de aarde geschapen om de grootheid van zijn Schepping te doen bewonderen en te doen begrijpen. Waarom zou dat dan ook niet met andere planeten het geval zijn? Huygens' beschouwingen trokken ook internationaal zeer de aandacht. De *Kosmotheoros* werd vertaald in het Nederlands, Engels, Frans, Duits en Russisch. De Russische uitgave van 1717 is zelfs de allereerste natuurwetenschappelijke publikatie die in die taal verscheen.

De bloedsomloop

Een illustratie van de nieuwe wegen die in het onderzoek van levende wezens werd ingeslagen, is te vinden in de opvattingen omtrent de bloedsomloop. De heersende mening was afkomstig van de Romeinse arts **Claudius Galenus** (ca. 130-200). Het hart en de slagaderen zouden op eigen kracht kloppen en het bloed zo in een heen en weer klotsende beweging brengen. In het harttussenschot zouden zich openingen bevinden die voor een verbinding zorgden tussen de aderen en de slagaderen. Het bloed in de aderen zou voor voeding dienen en het bloed in de slagaderen voor het vervoer van de levensgeesten. De aanwezigheid van openingen in het harttussenschot was al eerder door de anatoom **Andreas Vesalius** (1514-1564) ontkend, toen in 1628 de Engelse arts **William Harvey** (1578-1658) voor het eerst de bloedbeweging op een juiste wijze beschreef. Hij bewees door experimenten dat het bloed van het hart door de slagaderen naar het lichaam stroomt en door de aderen weer terugkeert. Het mechanisme van de bloedsomloop werd door hem gecompleteerd door het hart als een uit spierweefsel bestaande pomp te beschouwen. Het bewijs voor het bestaan van verbindingen tussen slagaderen en aderen, de haarvaten, werd pas geleverd door de microscopische studies van drie onderzoekers, de Italiaan **Marcello Malpighi** (1628-1694) en de Nederlanders Swammerdam en Van Leeuwenhoek.

Swammerdam was een buitengewoon begaafd natuuronderzoeker die uitstekende anatomische preparaten wist te maken welke hij vervol-

BYBEL DER NATUURE,
D O O R
JAN SWAMMERDAM,

A M S T E L D A M M E R

O F

HISTORIE DER INSECTEN,

TOT ZEEKERE ZOORTEN GEBRACHT: DOOR VOORBEELDEN,
ONTLEEDKUNDIGE ONDERZOEKINGEN VAN VEELERHANDE
KLEINE GEDIERTENS, ALS OOK DOOR KUNSTIGE
KOPERE PLAATEN OPGEHELDERT.

VERRIJKT MET ONTELEBAARE WAARNEMINGEN VAN NOGIT
ONTDEKTE ZELDZAAMHEDEN IN DE NATUUR.

Alles in de Hollandſche, des Auteurs Moedertaale, beſchreven.

HIER BY KOMT EEN VOORREEDEN, WAAR IN HET LEVEN
VAN DEN AUTEUR BESCHREVEN IS DOOR

HERMAN BOERHAAVE,

PROFESSOR IN DE MEDICYNE &c. &c.

DE LATYNSCHE OVERZETTING HEEFT BEZORGT

HIERONIMUS DAVID GAUBIUS,

PROFESSOR IN DE MEDICINE EN CHEMIE.

I I D E E L



T E L E Y D E N,

By { I S A A K S E V E R I N U S,
B O U D E W Y N V A N D E R A A,
P I E T E R V A N D E R A A.

M D C C X X X V I I I

Figuur 3.

Titelblad van de tweede deel van de *Bybel der Natuure*,
1738.

gens met eigengemaakte microscopen bestudeerde. Het zwaartepunt van Swammerdams onderzoek lag in de bestudering van insecten en andere lagere diersoorten. Hij bewees dat bij de gedaanteverwisseling van een rups via een pop tot een vlinder in de rups de inwendige structuren van de vlinder al aanwezig waren (*figuur 2*). Op grond van verschillen in de manier waarop de gedaanteverwisseling plaatsvond, deelde hij de insecten (bij hem hoorden daar ook nog spinnen, schorpioenen, kreeften, slakken, en dergelijke bij) in vier ordes in. Zijn ontdekking van de haarvaten dateert in elk geval van vóór 1667, maar werd pas in 1737-1738 bekend, toen postuum zijn *Bybel der Natuure* (*figuur 3*) werd gepubliceerd. Het grote belang van het werk van Swammerdam schuilt in de nieuwe vragen die hij zich stelde, de theorievorming die hij tot stand bracht en het voorbeeld dat hij anderen gaf door lagere dieren niet te min te achten voor biologisch onderzoek.

Antoni van Leeuwenhoek

Het doorslaggevende bewijs voor het bestaan van een omloop van het bloed werd geleverd door Van Leeuwenhoek (*figuur 4*). Nadat hij in 1674 voor het eerst rode bloedlichaampjes had gezien, zette hij zijn onderzoek op dit gebied gedurig voort. In 1688 tenslotte zag hij in de kieuwen van kikkervisjes "*met groot vermaak seer distinct de omme-loop van het bloet*". Leeuwenhoeks werk vormt het hoogtepunt van het microscopisch natuuronderzoek rond de eeuwwende van 1700. In de ruim vijftig jaar waarin hij over zijn onderzoek berichtte, heeft hij talloze ontdekkingen gedaan in de levende en de dode natuur. Enkele voorbeelden: bacteriën, zaadcellen, de structuur van houtvaten en de radiaal verlopende mergstralen, de parthenogenese bij bladluizen.

Hoewel zijn onderzoek extreme baconiaanse trekjes vertoonde (hij onderzocht immers een schijnbaar willekeurig gekozen groot aantal verschillende objecten en berichtte daar zonder veel samenhang over), zijn er toch enkele grote lijnen uit te destilleren. Van Leeuwenhoek ging ervan uit, dat er orde was in de natuur; microscopisch kleine organismen werkten in principe op dezelfde manier als de grote die wij dagelijks om ons heen zien. Een gevolg van deze opvatting was dat hij het bestaan van een spontane generatie, leven dat uit dode materie ontstaat, afwees.



ANTONIUS A LEEUWENHOEK.

Regia Societatis Londinensis

J. Verkolje pinx.

membrum.

A. de Blois fecit.

Figuur 4.

Antoni van Leeuwenhoek. Gravure van A. de Blois naar een mezzotint van J. Verkolje.

Hij zocht naar zaadcellen bij alle dierlijke organismen en vond ze bij vele. Omdat enerzijds de heersende opvatting was dat leven beweging is, en anderzijds het inzicht in de structuur van de vrouwelijke voortplantingsorganen gebrekkig was, terwijl de zaadcellen steeds bewogen, meende Van Leeuwenhoek dat een nieuw organisme gevormd was in de mannelijke zaadcel. Binnen de aanhangers van deze preformatieleer rekende hij zich dus tot de animalculisten (*animalcula* = diertje), in tegenstelling tot de ovisten die het nieuwe leven in het vrouwelijke ei zochten. De concurrerende opvatting, epigenese, werd door hem verworpen, omdat hij niet kon aanvaarden dat zulke perfect gebouwde organismen als levende wezens uit ongeordende materie zouden kunnen voortkomen.

Besluit

Als we het natuuronderzoek van de eeuwwende 1700 beschouwen, dan valt in de allereerste plaats op dat het onderzoek zich in zijn dimensies enorm heeft uitgebreid: zowel de oneindig grote werelden van de astronomen als de oneindig kleine van de microscopisten vormden nieuwe, vruchtbare terreinen van onderzoek. Dat het microscopisch onderzoek in de achttiende eeuw zich niet op een zinvolle wijze voortzette, valt vooral te verklaren uit het gebrek aan theoretische concepten waarmee het geziene adequaat verklaard kon worden. Toch hebben de nieuwe vragen waarvoor de microscopisten zich geplaatst zagen invloed gehad op de komende generatie. De schier volkomen volmaaktheid van alle levende wezens, de reflectie op de verbijsterende verspilling in de natuur (meer dan een miljoen eitjes per kabeljauw, bijvoorbeeld), en de oneindigheid van het heelal vormden mede de grondslag voor het ontstaan van de voor de achttiende eeuw zo karakteristieke fysicotheologie. Deze wetenschapsopvatting die zich tot doel stelde door middel van het natuurwetenschappelijk onderzoek Gods bestaan te bewijzen wordt niet beter aangeduid dan door de reeds genoemde titel van de postume uitgave van Swammerdams werken: *Bybel der Natuure*.

Literatuur

Berkel, K. van, *In het voetspoor van Stevin. Geschiedenis van de natuurwetenschap in Nederland 1580-1940* (Meppel: Boom, 1985), pp. 35-68.

Huygens, C., *Cosmotheoros. De Wereldbeschouwer*, vert. P. Rabus, met een inleiding van H.A.M. Snelders (Utrecht: Epsilon Uitgaven 1989).

Kox, A.J. en Polak, P.H., 'Christiaan Huygens 1629-1695', in: A.J. Kox, red., *Van Stevin tot Lorentz. Portretten van achttien Nederlandse natuurwetenschappers*. (Amsterdam: Bert Bakker, 1990), pp. 34-48.

Palm, L.C., 'Antoni van Leeuwenhoek 1632-1723', in: *idem*, pp. 49-60.

Visser, R.P.W., 'Jan Swammerdam 1637-1680', in: *idem*, pp. 61-70.