

ANTONI van LEEUWENHOEK
1632-1723

Leven en Werken

Referaat J. J. P. Lamoré
Kerst 2017

Inhoudsopgave

Hoofdstuk	Pagina
Inleiding	04
Oudheid	04
Middeleeuwen	05
Renaissance	05
Reformatie	06
Nieuwe Wereld	07
Gouden Eeuw	08
Opkomst Delft	09
Jeugd	10
Huwelijk	12
Zaken	12
Microscoop	13
Netwerk	15
Royal Society	17
Donkere wolken	18
Eerste waarnemingen	19
Eerste doorbraak: de microbiologie	21
Meettechnieken	24
Tweede doorbraak: de zaadcellen	27
Derde doorbraak: de bacteriën	31
Vierde doorbraak: de bloedsomloop	33
Verder onderzoek	35
Van koopman tot wetenschapper	40

Levensende	44
Nabeschouwing	46
Addendum	46
Literatuuropgave	52
Internet	53

Leven en werken van Antoni van Leeuwenhoek

Inleiding

De tijd waarin Antoni van Leeuwenhoek leefde ligt inmiddels ruim drie eeuwen achter ons. Het is een opgave om met de ogen van onze tijd zijn tijd te bezien. Om hem goed in zijn tijd te plaatsen dienen we nog verder terug te gaan in de tijd. De eeuw waarin Antoni van Leeuwenhoek leefde is nog volledig geworteld in de opvattingen van de Oude Grieken. We gaan op zoek naar een rode draad die door de geschiedenis loopt en uitkomt bij de microscopische waarnemingen van Antoni van Leeuwenhoek in de 17^e eeuw. Als geen ander heeft hij het licht laten schijnen over een volledig nieuwe wereld, de wereld van de microbiologie.

Oudheid

De eerste die in dit verband opdoemt is Hippocrates (460-370 v. Chr.). Men merkt hem aan als de grondlegger van de geneeskunde of beter gezegd geneeskunst. Zijn waarnemingen en beschrijvingen van ziekteprocessen zijn nog steeds actueel. Maar veel verder dan een waarneming kwam deze kennis niet, het ontbeerde onderbouwing middels onderzoek of experiment. Met name de kennis van de bouw van het menselijk lichaam was gebrekkig en gelardeerd met veronderstellingen en filosofische benadering. In diezelfde geest benaderde ook Aristoteles (384-322 v. Chr.) de werkelijkheid om hem heen. Hij bewoog zich over een ongelofelijk groot terrein en zijn invloed reikt tot diep in de 17^e eeuw. Met name zijn anatomisch onderzoek bleef beperkt tot ontleding van dieren en zijn benadering was vooral beschouwend van aard. Onder dit hoofdstuk moet ook genoemd worden Claudius Galenus die leefde van 131-216 na Christus. Maar ook hij volgde het spoor van de Oude Grieken. Opmerkelijk was zijn visie dat het menselijk organisme als een geheel functioneert en onderworpen is aan vaste wetmatigheden. Bekend is hij vooral vanwege zijn "leer der humeuren (lichaamssappen)", de onderlinge wisselwerking hiervan en het effect op lichamelijke symptomen. Zijn betekenis reikt zeker tot in de 17^e eeuw, maar floreert ook heden nog in de alternatieve geneeskunde. De invloed van de Oude Grieken heeft de ontwikkeling van de wetenschap behoorlijk in de weg gestaan. Dit is mede ook beïnvloed geweest door de kerk die ongemerkt dit gedachtengoed heeft omarmd om zijn

gezagspositie grond te geven. Het is een lange en zware strijd geweest in de 17^e eeuw om deze “heilige huisjes” omver te werpen.

Middeleeuwen

We hebben nog een lange weg af te leggen naar de 17^e eeuw. Ogenschijnlijk lijkt het erop dat de wetenschap al schuifelend door deze periode zijn weg heeft gevonden. Maar dat is zeker niet het geval. Wel prevaleerde in deze periode het gezag van de kerk die de absolute waarheid predikte. De wetenschap stond onder het gezag van de geestelijkheid die elke nieuwlichterij in de kiem wist te smoren. Het ging vooral om waarheden die ver verwijderd waren van de werkelijkheid. Het ging primair om de aandacht voor de menselijke ziel met het oog op het eeuwige leven: “waartoe zijt gij op aarde?”. Devotie voor het goddelijke was boven alles verheven, met name in de kunst kwam dit tot uiting. Het culturele erfgoed dat hierdoor is achtergebleven is omvangrijk en indrukwekkend. Wetenschap werd beoefend middels het reciteren en repeteren van de aloude waarheid, de zogenaamde middeleeuwse scholastiek. De werkelijkheid werd ingekapseld in filosoferen en redeneren, zeker geen zintuiglijke waarneming. Maar daar gaat verandering in komen.

Renaissance

Een verfrissende oase op weg naar de 17^e eeuw. Geleidelijk aan worden de ogen geopend voor geheel andere aspecten aan de wereld van de oudheid. Met name de welvaart en de pracht en praal van die oude culturen stonden in het midden van die belangstelling. Vooral in Italië ontwikkelt zich veel belangstelling voor kunst en wetenschap. Als exponenten van deze Renaissance moeten hier zeker genoemd worden Leonardo da Vinci (1452-1519) en Michelangelo (1475-1564). Terwijl Andreas Vesalius (1514-1564) zijn aandacht vooral richtte op het binnenste van het menselijk lichaam ging het oog van Michelangelo in de eerste plaats naar de uiterlijke schoonheid. De Toscaanse vorsten hadden een machtspositie tegenover het kerkelijk gezag van Rome en koesterde hun vrijheden. Menig wetenschapper van naam werd met open armen ontvangen aan het hof van De Medici. Hier vinden we ook de koppeling van kunst en natuur, iets waarover Antoni van Leeuwenhoek in al zijn brieven zich vaak verwondert. Die vrijheid in Toscane zorgde er voor dat Galilei in bescherming werd genomen tegen de aantijgingen van Rome betreffende de omwentelingen van de planeten om de zon. Het zal de lezer opvallen dat we

stapsgewijze door de geschiedenis gaan. De werkelijkheid is natuurlijk anders, veeleer moet gesproken worden van schuivende panelen.

Reformatie

Allerwege komt er verzet tegen de alsmaar uitbreidende macht van Rome. Ook de politieke machthebbers in Europa verzetten zich tegen Rome. Desiderius Erasmus (1466-1536) hekelt de misstanden in de Rooms-Katholieke Kerk, met name de commercialisering van de kerk roept bij hem veel weerstand op. Nu vijf eeuwen terug “spijkert” Maarten Luther (1483-1546) zijn befaamde 95 stellingen op de deur van de Slotkapel te Wittenberg. Hierin komen in de eerste plaats de misstanden in de kerk ter sprake, maar Luther komt ook met een nieuw concept hetwelk volledig gebaseerd is op het Evangelie zoals dit in de Bijbel tot ons komt. Luther ontdekt het “Sola Fide” en koppelt het geloof aan het Woord. Hij vertaalt de Bijbel in de Duitse taal en maakt deze toegankelijk voor alle mensen. Dat is van enorme betekenis gebleken te zijn voor het zelfbewustzijn van de mensen en het nemen van hun eigen verantwoordelijkheid. De gevolgen van de Reformatie zijn onvoorstelbaar, in korte tijd heeft een groot deel van Europa zich ontworsteld aan het juk van Rome. Dit heeft op alle terreinen van het leven bevrijdend ingewerkt. Op een geheel andere leest geschoeid kwam ook Johannes Calvijn (1509-1564) in Frankrijk met een vernieuwend concept. Calvijn was bepaald een grote geleerde met een meer wetenschappelijke benadering van de Bijbel. Zijn gedachtengoed heeft hij vastgelegd in zijn befaamde Institutie. Opgemerkt moet worden dat Calvijn een heel ander mens was dan hij tot ons komt wanneer gesproken wordt van “calvinistisch”. Zijn visie op het geloof was zeer breed en kan bevrijdend genoemd worden. Ook staat hij niet afwijzend tegenover een humanistische denkwijze. Sommigen gaan zelfs zo ver dat ze hem zien als een voorloper van de Verlichting! Helaas is zijn gedachtengoed in de eeuwen na hem geleidelijk aan omgebouwd tot dogmatische stelligheden. Ook de vrijheid die hij predikte is later geheel vervaagd. Deze vrijheid heeft er wel voor gezorgd dat met name in de calvinistische Noordelijke Nederlanden de wetenschap alle ruimte kreeg om nieuwe wegen in te slaan. Calvijn verzet zich tegen Rome, met name daar waar het uitsluitend om het lot van de menselijke ziel gaat. Calvijn stelt in navolging van Paulus dat God in de eerste plaats wordt gekend uit de natuur en in de tweede plaats uit Gods Woord. Maar Calvijn gaat nog een stap verder en koppelt het woord aan de daad. In navolging van het scheppingsverhaal moeten we de aarde gaan bewerken en

beheren. Dat betekent dat we veldwerk moeten gaan doen, we moeten de natuur gaan onderzoeken en onze zintuigen gaan gebruiken. Dit nu is van enorme betekenis geweest voor de beoefening van de wetenschap in vrijheid. Tal van nieuwe wegen werden met name in de 17^e eeuw ingeslagen en verouderde opvattingen werden voor eens en altijd grondig weerlegd.

Nieuwe Wereld

Heel langzaam zijn we op weg in de tijd, het duurt alleen nog wel even alvorens we de hoofdpersoon van ons verhaal gaan ontmoeten. Mijn bedoeling is duidelijk, heel langzaam laat ik het beeld van Antoni van Leeuwenhoek opdoemen vanuit een mistig verleden. We hebben vastgesteld dat de wereld ingrijpende veranderingen gaat doormaken. Zowel in de wereld om ons heen, het heelal en de wetenschap gaan grenzen verlegd worden. Columbus ontdekt Amerika en dat blijft niet zonder gevolgen. Galilei tuurt met zijn kijker in het heelal en schaart zich bij het gedachtengoed van Copernicus aangaande de omwentelingen van de planeten rondom de zon. De gevolgen die dit voor Galilei persoonlijk had zijn genoegzaam bekend. Andreas Vesalius ontleedt op vakkundige wijze het menselijk lichaam en ondermijnt alle bestaande opvattingen vanuit het verleden. Ook hij betaalt een prijs en wordt niet getolereerd aan de conservatieve universiteit van Leuven, noodgedwongen moet hij uitwijken naar Padua. De VOC bevaart de wereldzeeën en bereikt ook de landen in het verre oosten. Daar komt zij in aanraking met totaal andere culturen en dat gaat resulteren in een bloeiende handel in exotische producten. Ongeacht de spanningen van politieke en godsdienstige tegenstellingen komt er zicht op een zekere mate van welvaart. Terwijl de wereld nog steeds wordt geteisterd door oorlogen en rampzalige epidemieën van de pest bloeit de handel als nooit tevoren. De Noordelijke Nederlanden krijgen ook te maken met een grote stroom immigranten, met name de Hugenoten vluchten vanuit Frankrijk naar Engeland en Holland vanwege hun geloof. Maar ook Holland heeft grote problemen, de Tachtigjarige Oorlog duurt voort tot in de 17^e eeuw en eist ook zijn tol. Opmerkelijk is dat in die hele periode de wetenschap in de Noordelijke Nederlanden zich ongehinderd kon ontplooiën. Wetenschappelijke publicaties vanuit heel Europa worden in Leiden en Amsterdam op ruime schaal gedrukt. Het netwerk van al die wetenschappers, en met name de briefwisselingen ondervinden geen enkele belemmering.

Gouden Eeuw

Tot nu toe heeft de lezer nog niet veel gemerkt van die zogenaamde rode draad naar die nieuwe wereld die Antoni van Leeuwenhoek heeft ontsloten middels zijn zelfgemaakt microscopen. Op weg naar de Gouden Eeuw vind ik die rode draad opnieuw, daar waar deze een groot deel van zijn denkwijze zal gaan beheersen. Antoni van Leeuwenhoek was namelijk een overtuigde Cartesiaan en dat vereist enige toelichting. René Descartes (1596-1650) was afkomstig uit Frankrijk en het Rooms-Katholieke geloof toegedaan. Zijn filosofie vond in Frankrijk nauwelijks enig gehoor, zodat ook hij uitweek naar de vrijheid van de Noordelijke Nederlanden. Befaamd is zijn werk "Discours de la Méthode" dat in Amsterdam werd vertaald in het Nederlands en uitgegeven. In zijn filosofie gaat hij uit van een mechanistisch wereldbeeld, de hele wereld is een groot raderwerk, alle verschijnselen om ons heen kunnen van hieruit worden verklaard. Bekend is hij ook van zijn uitspraak "Cogito ergo sum": ik denk, dus besta ik. Voorts is zijn naam voor altijd verbonden aan de wiskunde, tal van wiskundige tekens zijn door hem ingevoerd. Ook wist hij een koppeling aan te brengen tussen algebra en meetkunde, de analytische meetkunde. Op het gebied van de natuurkunde hield hij zich, zoals ook vele anderen, bezig met de breking van het licht. Heel opmerkelijk is zijn denkwijze over de opbouw van de materie: de leer der globulen. Materie en ruimte zijn identiek, zo stelt hij vast. De hemelse materie bestaat uit kleine deeltjes, aarde en planeten bestaan uit grotere deeltjes en de ertussen liggende ruimte bestaat uit uiterst fijne deeltjes. Ongemerkt was hij hier op weg naar het concept van de moleculen. De werking van de globulen bestaat uit bewegingen en druk met als gevolg botsingen en omwentelingen. Maar ook verdiepte hij zich in de anatomie van de mens in zijn uitgave "Traité de l'Homme". Op dit gebied is Descartes nog volledig geworteld in verouderde opvattingen. Later in de 17^e eeuw zal Niels Stensen (1638-1686) dan ook volledig de vloer aanvegen met zijn opvattingen. René Descartes heeft in zijn tijd een enorme invloed uitgeoefend op de ontwikkelingen van de wetenschap en de wereld werd opgedeeld in voor- en tegenstanders. Met name de universiteiten waren scherp gekant tegen zijn vernieuwende opvattingen. Descartes zwierf van stad tot stad, op zoek naar een podium voor zijn filosofie. In Amsterdam vond hij dat in ruime mate, daar had hij ook contacten met de Schotse lakenhandelaren. Deze hadden veel belangstelling voor de ontwikkelingen in de wetenschap en hielden onderling

bijeenkomsten om de nieuwe denkbeelden te bespreken. Hier is dan ook het verband te vinden van Antoni van Leeuwenhoek met Descartes. Antoni kwam in dienst van de Schotse lakenhandelaren en heeft ongetwijfeld veel kennis meegekregen over Descartes. In ieder geval geraakt hij in de ban van de leer van de globulen, in al zijn brieven komt dit bij herhaling ter sprake. Vast staat ook dat hij kennis heeft genomen van eerder genoemde vertalingen van het werk van Descartes. Op dit punt hebben we de rode draad weer gevonden!

Maar er is meer aan de hand op weg naar de Gouden Eeuw. De Tachtigjarige Oorlog duurt alsmaar voort en eist nog steeds zijn tol onder de bevolking. Na de moord op Willem van Oranje wordt de leiding van de Opstand voortgezet door Prins Maurits en Prins Frederik Hendrik. Onder de deskundige leiding van Simon Stevin (1548-1620) en Menno van Coehoorn (1641-1704) worden verdedigingswerken gebouwd en versterkt. Tal van oorlogshandelingen worden met succes voltooid. En nog steeds waart de gesel van de pest door het land en eist vele slachtoffers. Maar, er gloort hoop aan de horizon! Holland is oppermachtig te land en ter zee. De handel met de Oostzeelanden bloeit als nooit tevoren. De schepen van de VOC komen rijk beladen terug vanuit de wingewesten in Oost en West. Maar dat zal niet zonder problemen gaan verlopen! Engeland en Frankrijk zien met lede ogen aan hoe de macht van Holland steeds groter wordt. Die problemen komen later aan de orde. Geleidelijk komt toch die Gouden Eeuw in zicht. Met name de schilderkunst en de bouwkunst bereiken in deze tijd een ongekennde hoogte. Maar ook de wetenschappelijke ontwikkelingen hebben hiervan geprofiteerd.

Delft

Langzaam maar zeker zoemen we nu in op de stad Delft. De stad is gelegen te midden van weidegronden en moerasgebieden, eigenlijk alleen bereikbaar over het water. Er was een open verbinding met de zee, de rijk beladen schepen van de VOC en de beurtschippers konden de binnenstad rechtstreeks bereiken. De stad lag rondom in het water, omringd door wallen met meerdere stadspoorten. Op deze wijze was Delft goed beveiligd tegenover zijn vijanden. We gaan nog even een stapje terug in de tijd. In de loop van de 16^e eeuw waren de omstandigheden in Delft bepaald minder rooskleurig. Alom heerste ook in Delft de pest en dit eiste vele slachtoffers. Het Spaanse garnizoen buiten de stad had ernstig te lijden onder geslachtsziekten, met name syphilis. Het stadsbestuur riep de hulp in van Pieter van Foreest (1521-1597), arts te

Alkmaar. Hij was niet alleen een groot geleerde, hij was vooral een man van de praktijk. Het eerst genoemde probleem was niet zo moeilijk, de “Delftse joffers” werden verboden het garnizoen te bezoeken. De wijze waarop Pieter van Foreest de problemen in de stad wist op te lossen zijn bepaald visionair voor die tijd. Hij zag namelijk een verband tussen de hygiënische omstandigheden en besmettelijke ziekten. In die tijd was er in Delft al een dubbel grachtensysteem, het verloop van het water werd middels kolken geregeld en wel zodanig dat de bierbrouwers als eerst gebruik konden maken van het dan nog schone water. Andere minder schone bedrijven moesten het doen met water meer stroomafwaarts. Bier was in die tijd de nationale drank, het gewone water was minder geschikt als drinkwater vanwege de kans op besmetting. Ook was het verboden de excrementen te lozen in de gracht, deze werden opgehaald en dienden als mest voor de landerijen, zo ook werden de straten schoongehouden.

In toenemende mate ontstond er verzet tegen de Spaanse Overheersing. Dit verliep nogal chaotisch totdat de Opstand onder leiding van Willem van Oranje (1533-1584) begon. Hij was afkomstig uit Duitsland en met de Reformatie overgegaan tot het Lutherse geloof. Hij vond in Delft, zo dacht hij, een veilige plaats om de strijd voort te zetten. Zonder bezwaar schaarde hij zich aan de zijde van de Calvinisten. Hij zorgde in de stad voor verdraagzaamheid, politieke stabiliteit en een goed stadsbestuur. Een van zijn grote verdiensten was het oprichten van de Leidse Universiteit. Maar helaas werd hij het slachtoffer van een brute politieke moord. Pieter van Foreest was zijn lijfarts en hij verrichtte ook de obductie.

Afgezien van deze problemen was er welvaart in de stad. Er waren meerdere bierbrouwerijen die gebruik maakten van het schone water. Voorts waren er weverijen, met name tapijtwevers. Wereldfaam heeft Delft ook verkregen vanwege de porselein- en plateelbakkers, het Delfts Blauw. Delft wordt in die periode het centrum van Holland, daar is het Wapenhuis van Holland en het gebouw van de VOC. In Delft was er bepaald een gunstig klimaat voor de pioniers in de wetenschap, waarmee Delft zo rijkelijk bedeed was.

Jeugd

Op 24 oktober 1632 werd Antoni van Leeuwenhoek te Delft geboren. Het gezin woonde bij de Leeuwenpoort, op de hoek met het Oosteinde, vandaar dan ook zijn achternaam. Zijn vader, Filip Thomasz, was mandenmaker van beroep. Zijn

moeder, Grietje Jacobsdr van den Bergh, kwam uit een geslacht van bierbrouwers. In 1638 kwam zijn vader voortijdig te overlijden. In 1640 hertrouwde zijn moeder met Jacob Jansz Molyn, van beroep stadsschilder. In 1641 verliet Antoni Delft en ging naar de Latijnse School in Warmond, tevens was dat een kostschool. De school stond onder leiding van Cornelis Loveringh en zijn vrouw. Er is weinig bekend over deze periode, vast staat wel dat het taalonderwijs beperkt was, zeker heeft hij er geen Latijn geleerd zoals hij later zelf zal vermelden. Na vijf jaar verlaat hij Warmond en gaat naar Benthuisen en komt in dienst bij zijn oom Cornelis, deze is aldaar Schout en Baljuw. Mogelijk heeft hij daar een administratieve functie gehad. In 1648, als hij zestien jaar oud is, gaat hij naar Amsterdam en komt eerst in dienst van een oom van zijn moeder, Johan Sebastiaensz van den Bergh, lakenhandelaar van beroep, wonende in de Warmoesstraat. Hij kreeg onderdak bij de wolkoper Pieter Mauritsz Douchy die gehuwd was met een zuster van zijn moeder, wonende op de Rozengracht. Uiteindelijk kwam Antoni in dienst van de Schotse lakenhandelaar Sir William Davidson. Deze lakenhandelaars kwamen reeds eerder ter sprake vanwege hun contacten met René Descartes in voorgaande jaren. Antoni was een snelle leerling en voltooide zijn opleiding in zes weken met de meesterproef. Bij zijn werk gebruikte hij een zogenaamde dradenteller, eigenlijk een soort loep. Mogelijk dat zijn belangstelling voor de microscoop hier is begonnen. Maar er waren nog meer lenzenslijpers in Amsterdam actief op dit gebied. De bekendste is wel de filosoof Baruch Spinoza (1632-1677), maar ook de wiskundige en latere magistraat Johannes Hudde (1628-1704) verrichtte veel onderzoek op dit gebied. Ik heb ook het vermoeden dat Antoni hier in Amsterdam kennis heeft genomen van de vertaalde werken van Descartes. Opmerkelijk was de brede belangstelling van Antoni voor met name wis- en natuurkunde. In zijn vele en uitgebreide brieven geeft hij daar later blijk van. Ook heeft hij in die periode contacten gehad met de apotheker Jan Jacobsz Swammerdam (1606-1678), befaamd vanwege zijn rariteitenkabinet, een uitgebreide verzameling van naturalia en exotische voorwerpen. In ieder geval heeft hij daar ook zijn zoon, Jan Swammerdam (1637-1680), leren kennen, deze was opgeleid tot arts maar was uitsluitend actief als wetenschapper. Befaamd is hij geworden vanwege zijn onderzoek van de insecten. Pas na zijn dood is dit door Boerhaave uitgegeven onder de naam *Biblia Naturae*. Zijn leven lang heeft hij min of meer in het zelfde spoor gezeten waarin Antoni werkzaam was.

In verband met de Eerste Engelse Oorlog (1652-1654) moest Sir Davidson terugkeren naar Engeland, mede veroorzaakt door geruchten en verdachtmaking. Antoni heeft nog wel even de zaak draaiende gehouden maar besloot toch te vertrekken naar Delft.

Huwelijk

Omstreeks 1654 keerde Antoni terug naar Delft. In 1652 was een deel van de stad in de as gelegd door een ontploffing van het kruit=huis, de Delftse Donderslag genaamd. Op 29 juli 1654 trouwde Antoni met Barbara de Mey (1629-1666), dochter van een "saydrapier", handelaar in serge (zachte wollen stof) uit Engeland. Inmiddels had Antoni ook een huis gekocht op de hoek van de Nieuwstraat en de Hippolytusbuurt. Daar begon hij een zaak in manufacturen, linnen, band en garen. Hun eerste kind kwam al vroeg na de geboorte te overlijden. In 1656 werd hun tweede kind geboren, dochter Maria (1656-1745). Daarna werden nog drie kinderen geboren die allen kort na de geboorte kwamen te overlijden. In 1666 overleed ook zijn vrouw. Dochter Maria bleef ongehuwd, verzorgde mede de winkel en zou later nog een grote rol gaan spelen in het leven van haar vader. In 1668 ging Antoni met de postboot van Hellevoetsluis naar Harwich om Engeland te bezoeken. Met name heeft hij zich verdiept in de krijtrotten en nam monsters mee naar huis om deze thuis later onder de microscoop te bestuderen. In 1671 hertrouwde hij met Cornelia Swalmius, dochter van een predikant uit Valkenburg (ZH). Haar broer Adrianus was arts en een neef was advocaat aan het Hof van Holland en op deze wijze kwam Antoni in contact met wat heet de hogere kringen. Daarover zal later nog over worden bericht. Er werd nog een kind geboren, deze kwam ook spoedig na de geboorte te overlijden. Ook Cornelia stierf al op jonge leeftijd, in 1694.

Zaken

Opgeleid als lakenhandelaar lag het voor de hand een zaak te beginnen in manufacturen, linnen, garen en band. Het is niet bekend hoe lang die winkel in bedrijf is geweest. In 1660 werd Antoni benoemd tot "Camerbewaarder van de Camer der Heeren Schepenen van Delft", een belangrijke en verantwoordelijke functie. In 1667 kwam er nog een functie bij: Generaal-wijkmeester. Deze functie stelde niet zo veel voor en werd later opgeheven. Maar Antoni zat niet stil, ging verder met zijn studie over wiskunde en begon een opleiding tot

landmeter. Daarbij heeft hij gebruik gemaakt van het boek “Practijk des Landmeters” van Johan Sens en Jan Pietersz Dou. In 1669 heeft hij met goed gevolg het examen voor landmeter afgelegd en werd hij als zodanig ook beëdigd. Overigens heeft hij deze functie niet uitgeoefend, wel is hij bezig geweest met het opmeten van de toren van de Nieuwe Kerk. Nog veel later, in 1679 werd hij benoemd tot “wijnroeiër”, ijkmeester voor het meten van de inhoud van azijn-, olie- en wijnvaten. Daarbij kwam zijn kennis van de wiskunde hem goed van pas. De inhoud van de vaten kon worden afgelezen aan de hand van een gekalibreerde roede (peilstok). Door deze vanuit het spongat van een cilindervat schuin in de hoek te plaatsen kon de inhoud rechtstreeks worden afgelezen. Zo waren er voor verschillende vaten aparte roeden al naar gelang van de vorm van het vat. Ook dit was een verantwoordelijke baan waarvoor hij een eed moest afleggen. Al met al was hij tot een zekere mate van welstand gekomen. Hij had een tuin aan de Buitenwatersloot, hij had een paard en zelfs ook een papegaai. Hij kweekte asperges en druiven, er waren appelbomen, kersenbomen en moerbeibomen. Afgezien van het materiële gewin had hij een groot aanzien verkregen in de stad en was hij voor menigeen een vertrouwenspersoon. Het is niet bekend wanneer hij is begonnen met het maken van zijn microscopen.

Microscop

Menigeen is in de veronderstelling dat Antoni van Leeuwenhoek de microscoop heeft uitgevonden, niets is minder waar. Er was in zijn tijd in toenemende mate belangstelling voor het verkennen van de wereld om ons heen. Zelfs de meest verstokte filosofen lieten zich verleiden om ook lenzen te gaan slijpen. Maar eigenlijk was het slijpen van lenzen al heel oud, omstreeks 700 voor Christus zijn er al berichten hierover. Omstreeks het jaar 1000 werden er al lenzen geslepen van glas en kristal. Vanaf het jaar 1300 werden er in Europa ook al brillen vervaardigd. Maar in de 17^e eeuw kwam er pas echt beweging in. Zacharias Janssen (1585-1632) en zijn zoon Johannes uit Middelburg worden thans aangemerkt als de echte uitvinders. Zij ontwierpen ook een verrekijker met strategische doeleinden, dat was wel nodig in die tijd. In dit verband moet zeker ook genoemd worden Cornelis Drebbel (1572-1633) uit Alkmaar, hij zou vergrotingen hebben gemaakt van 30 tot 150 maal. Beroemd is hij geworden vanwege zijn uitvinding van de duikboot, waarmee hij over - zeg maar in - de Theems heeft gevaren. Ook in Italië waren er ontwikkelingen gaande, met name moet Galilei hier ook genoemd worden. Maar zijn ontwerp was geheel

anders, een grote lange buis met een lengte van 1,6 meter. Eveneens in Italië ontwikkelde Eustachio Divini (1610-1686) een microscoop met een vergroting van 140 maal. In Engeland werd de voorzet gegeven door Robert Hooke (1635-1703). Middels zijn microscoop bereikte hij een vergroting van 30 maal, zeer geschikt voor plantkunde en insecten. Befaamd is hij geworden met zijn boek "Micrographia", voorzien van zeer fraai plaatwerk. Hij was de eerste die de plantencel heeft beschreven, waargenomen in kurk. Een belangrijke voorsprong in deze ontwikkelingen werd verkregen door de ontdekking van de brekingswetten van het licht door Willibrord Snellius (1580-1626) in 1622. Onafhankelijk van hem werd dit ook ontdekt door René Descartes. De belangrijkste exponent op het gebied van het licht is evenwel Christiaan Huygens (1629-1695) met zijn befaamde uitgave "Traité de la Lumière". Ook hij heeft een groot aandeel geleverd in de ontwikkeling van de microscoop, daarover zal later nog bericht worden. Er zijn aanwijzingen dat Antoni al in een vroege fase heeft gecorrespondeerd met Robert Hooke, vast staat wel dat hij "Micrographia" heeft bestudeerd. Het is niet bekend wanneer Antoni begonnen is met het ontwikkelen van zijn microscoop. In ieder geval heeft Antoni ruimschoots kennis kunnen nemen van de ontwikkelingen in zijn tijd. Met name ook in Amsterdam waren Baruch Spinoza (1632-1677) en Johannes Hudde (1628-1704) druk doende met het slijpen van lenzen. Het uitgangspunt van Antoni was evenwel geheel anders. Uitgaande van zijn dradenteller ging zijn voorkeur uit naar een enkelvoudige lens. Ook hij begon met het maken van glasbolletjes, maar ging al spoedig over op het helder bergkristal. Hij was zeer bedreven in het slijpen van de lenzen en gebruikte daarbij een draaitafel. Het werkelijke verhaal van zijn fabuleuze techniek is door niemand achterhaald of geëvenaard. Ook wat betreft de opbouw van zijn microscoop ging hij geheel anders te werk. Hij maakte zijn microscopen zoals hij zelf beschrijft "uyt den rouwe". Hij had zijn ogen de kost gegeven en allerlei technieken afgekeken van zilversmeden, glasblazers en diamantslijpers. Hij maakte twee kleine plaatjes van doorgaans messing maar ook wel van goud en zilver. Excentrisch ten opzichte van het midden bracht hij twee gaatjes aan en klemde het lensje vast tussen twee metalen plaatjes. Het onderzoeksobject werd aangebracht met een houdertje dat met behulp van twee schroefboutjes het object op de juiste diepte voor de lens plaatste. Hij ontwierp ook allerlei houdertjes al naar gelang de aard van het object. Ook heeft hij microscopen vervaardigd met een dubbele en zelfs een drievoudige lens. Daarnaast gebruikte hij capillaire buisjes met de diameter van een paardenhaar om de inhoud van bij voorbeeld

waterdruppels te bestuderen. Maar ook gebruikte hij glazen plaatjes en dekplaatjes van mica. Vast staat ook dat Antoni de donkerveldbelichting heeft toegepast en daarbij ook een zogenaamde condensor heeft gebruikt. Daardoor kon hij bijvoorbeeld ook de trilharen van de eencelligen zien met een diameter van 1 μ . Ook werkte hij met saffraan om zijn preparaten aan te kleuren en beter zichtbaar te maken. Hij liet niemand toe tot de geheimen van zijn techniek. Opmerkelijk is het vaste patroon waarmee hij een leven lang te werk ging. Nu komt onvermijdelijk de vraag waarom hij onophoudelijk hiermee is doorgedaan en in totaal 500 van deze microscopen heeft gemaakt. Steeds weer heeft hij getracht de techniek te verbeteren teneinde nog meer te kunnen waarnemen. Ik ontkom niet aan de indruk dat zijn werkelijke drijfveer was gelegen in het zoeken en vinden van de globulen van René Descartes. Opgemerkt moet worden dat dat hij geen handel dreef met zijn microscopen, wel heeft hij veel microscopen geschonken aan vrienden en hooggeplaatste bezoekers. Na zijn dood zijn de microscopen geveild voor 730 florijnen, het merendeel daarvan is daarna zoek geraakt. In 1983 heeft het Boerhaave Museum de achtergebleven microscopen verzameld en tentoongesteld. In het Boerhaave Museum bevinden zich twee exemplaren, in het Museum van de Utrechtse Universiteit is ook een exemplaar aanwezig. De overige zijn terug te vinden in musea in Antwerpen en München. Delft moet het doen met replica's in het Stadhuis en in het Microbiologisch Instituut van de TU. Tot zover de uiteenzetting over de microscoop en de meettechnieken; andere zaken komen later aan de orde.

Netwerk

Door zijn tweede huwelijk met Cornelia Swalmius kwam Antoni in aanraking met wat heet de hogere kringen. Die was het niet ontgaan dat Antoni met heel opmerkelijke ontwikkelingen doende was. Al halverwege de jaren '60 van die eeuw kreeg Constantijn Huygens (1596-1687) belangstelling voor het werk van Antoni. Constantijn Huygens was secretaris van de stadhouders Frederik Hendrik, Willem II en Willem III, tevens was hij diplomaat en gezant. Al vroeg schreef hij een brief naar de Royal Society te Londen om hen in te lichten over het unieke werk van Antoni. Belangrijk was de brief van 1673 waarin hij met klem opnieuw aandacht vraagt voor het werk van Antoni. Meerdere malen ook ging Constantijn op bezoek bij Antoni en zij hielden onderling ook briefwisselingen. Voorts was hij contactpersoon voor de hoge buitenlandse gasten die Antoni kwamen bezoeken. Zijn zoon Christiaan Huygens (1629-1695)

stond aanvankelijk behoorlijk afwijzend tegenover Antoni, hij had namelijk niet gestudeerd. Christiaan was wis- en natuurkundige en heeft veel baanbrekend onderzoek gedaan naar de aard van het licht. Bekend is hij vooral vanwege de ontdekking van de ringen van Saturnus en de maan Titan. Hij was de centrale figuur in de Académie des Sciences te Parijs. Ook hij heeft gezorgd voor vertalingen van brieven van Antoni in het Frans. Later is hij bevriend geraakt met Antoni, bezocht hem meerdere malen en heeft zijn werk over het licht, "Traité de la Lumière", opgedragen aan Antoni. In Delft had Antoni zeer veel goede contacten met tal van pioniers in de wetenschap. Op deze plaats moet als eerste genoemd worden Reinier de Graaf (1641-1673), die vestigde zich in 1666 als arts te Delft. Bekend is hij vooral geworden vanwege zijn onderzoekingen van de geslachtsorganen en de voortplanting. Het is zeker denkbeeldig dat Antoni en hij goede contacten met elkaar onderhielden. Reinier de Graaf geraakte onder de indruk van de kwaliteit van zijn microscopen en zijn unieke bevindingen. In 1673, enkele maanden voor zijn vroegtijdige dood, schreef ook hij een dringend oproep aan de Royal Society om kennis te nemen van het werk van Antoni. Op dat moment was hij verwickeld in een heftig conflict met Jan Swammerdam: de brief met de aanbeveling was een terloopse mededeling in zijn brief met een verweer tegenover de Royal Society, zijn zogenoemde Defensio. Reinier heeft het antwoord van de Royal Society niet meer ingezien, hij stierf enkele maanden later onder droeve omstandigheden. Voorts waren er in Delft ook goede contacten met de geneesheren en de chirurgijns. Belangrijk voor Antoni was Cornelis Isaäcsz 's-Gravensande (1631-1691), Doctor Anatomicus van het in 1637 opgericht Theater Anatomicum. Deze heeft zich vooral ingespannen om een aantal brieven te laten drukken bij Gaasbeek in Leiden. Op hetzelfde spoor zat de chirurgijn Nicolaas van Assendelft (1629-1662), ook hij was Antoni behulpzaam met vertaalwerk. Van groot belang waren de contacten van Antoni met Henry Oldenburg (1616-1677), de toenmalig secretaris van de Royal Society. Ook hij zorgde voor vertalingen en was tevens de redacteur van de Philosophical Transactions, het wetenschappelijk tijdschrift van de Royal Society. Op deze wijze verkreeg Antoni een wereldwijd podium, bijna al zijn brieven werden gepubliceerd. Opmerkelijk was de belangstelling vanuit Duitsland van de befaamde wetenschapper Gottfried Wilhelm Leibnitz uit Leipzig, hij kwam op 18 november 1676 op bezoek bij Antoni en zij hielden contact middels briefwisselingen. Ook hij was wis- en natuurkundige, vooral bekend vanwege de differentiaal- en integraalrekening. Ook heeft deze

veelzijdige man de eerste rekenmachine uitgevonden. Daarnaast was hij als historicus en diplomaat betrokken bij de actieve politiek. Duitsland heeft hem geëerd middels een standbeeld bij de Universiteit van Leipzig. Antoni onderhield ook goede contacten met de Universiteit van Leuven, met name de hoogleraar geneeskunde Antony Cink. Zij hebben Antoni vereerd met een legpenning en een gedenkbord, overhandigd door de Delftse notaris. Deze verering is te vergelijken met een soort eredoctoraat. De bekendheid van Antoni reikte zelfs tot in Italië, eveneens middels de briefwisseling met Antonio Magliabechi (1632-1714), de toenmalige secretaris en bibliothecaris aan het hof van de Toscaanse vorst Cosimo III. Cosimo III heeft enkele malen ons land bezocht en was in hoge mate geïnteresseerd in de wetenschappelijke ontwikkelingen. Met name Niels Stensen (1638-1686) heeft lange tijd aan het hof verkeerd in Toscane en aldaar belangrijk wetenschappelijk werk verricht. In dit verband moet zeker ook genoemd worden Marcello Malpighi (1628-1694), in ieder geval is Antoni op de hoogte geweest van zijn wetenschappelijk werk met name waar het de insecten betreft. Malpighi kreeg ook bekendheid als de ontdekker van de rode bloedcellen, de longblaasjes en de opmerkelijke bloedsomloop rondom die blaasjes.

Royal Society

In de aanloop naar de 17^e eeuw waren er zoveel wetenschappelijke ontwikkelingen dat de conservatieve universiteiten het niet meer konden volgen. Het gevolg was dat er overal gezelschappen werden opgericht om nieuwe ontwikkelingen te bespreken, nader onderzoek te doen en experimenten uit te voeren. Veelal kwamen deze instituten ook onder protectie van vorstelijke personen en waren zij toonaangevend. Zo werd in Italië de “Academia del Cimento” opgericht en in Frankrijk de “Academie Royal des Sciences”. In de zuidelijke landen kon men op deze wijze ontkomen aan de machtspositie en invloed van de kerk. Hiertoe ontwikkelde zich in Engeland het zogenaamde “Invisible College”, onder meer opgericht door Robert Boyle (1627-1691). In 1660 traden zij in het openbaar en vestigden zich in het Gresham College. Spoedig daarna verleende Karel II zijn goedkeuring aan dit instituut dat vanaf dat moment bekend staat onder de naam “Royal Society” met in zijn vaandel de spreuk “Nulli in Verba”: geen woorden maar daden. Robert Hooke (1627-1691) werd benoemd tot secretaris en had tevens de functie van Curator of Experiments. Ook werd een maandblad uitgegeven, de Philosophical Transactions, waarin alle brieven, publicaties en experimenten

werden verslagen. Zij stonden open voor alle informatie uit heel Europa, met name de zuidelijke landen konden hier in volkomen vrijheid mededelingen doen over hun wetenschappelijk werk. Nog steeds is het een toonaangevend instituut in de wereld van de wetenschap. Een heel leven lang heeft Antoni zijn brieven met zijn bevindingen hierheen verstuurd en verkreeg zodoende een podium om zijn werk wereldkundig te maken. Maar ook in Amsterdam was er een dergelijk instituut: het “Collegium Privatum Amstelodamense”. In Leiden was de situatie geheel anders en bepaald uniek te noemen. Naast het universitair onderwijs vond het experimenteel onderzoek plaats op afzonderlijke locaties, doorgaans gewoon bij de hoogleraar thuis. Meestal had de hoogleraar een aantal studenten aan huis en kregen zij privéles. De Universiteit van Leiden had een enorme aantrekkingskracht op tal van geleerden en studenten uit Europa. Belangrijk daarbij was dat zij hier de mogelijkheid hadden om hun werk in vrijheid te laten drukken en uit te geven. Het contact van Antoni is na de aanbevelingen van Reinier de Graaf en Constantijn Huygens aarzelend begonnen met een eerste brief die werd meegezonden met de verdediging van Reinier de Graaf in het voorjaar van 1673. In deze brief maakte hij melding van de schimmel Mucor die ook door Robert Hooke was beschreven. Voorts een onderzoek naar de angel en de monddelen van de bij en mededelingen over een onderzoek naar luizen. De mededelingen vielen bij de Royal Society in goede aarde en Antoni kreeg het verzoek om meer informatie te verzenden. Dit is het begin geworden van eeneindeloze stroom van 317 brieven, deze werden alle besproken en voor het merendeel ook gepubliceerd in de Philosophical Transactions.

Donkere wolken

In het geboortjaar van Antoni in 1632 werd ook de befaamde kunstschilder Johannes Vermeer geboren. Samen staan zij vermeld in het Doopregister van de Nieuwe Kerk. Wanneer wij het schilderij van Vermeer met het Gezicht op Delft nader bezien dan hangen er donkere wolken boven Delft! Weliswaar zijn deze wolken in ons land geen uitzondering, toch meen ik er een symbolisch gebeuren in te zien. Daarbij doel ik op het Rampjaar 1672 waarin de regering radeloos, het volk redeloos en het land reddeloos was. Engelse oorlogsschepen blokkeerden de Hollandse havens en de troepen van Lodewijk XIV dreigden het land binnen te vallen. Het land kwam in opstand en ook in Delft waren er rellen. In Den Haag vond de gruwelijke lynchpartij plaats van Johan en Cornelis de Wit. Overal klinkt de roep om Oranje, pas als Stadhouder Willem III de

macht in handen neemt keert de rust in Holland weer. Bezien wij nu opnieuw het schilderij van Vermeer dan zien we dat midden in Delft het zonlicht doorbreekt. Dat nu is het licht wat bestemd was voor Antoni! Christiaan Huygens analyseert het licht, Antoni laat het licht toe in zijn lenzen en laat het licht schijnen op een tot dan toe nog onbekende wereld. Er is de laatste tijd onderzoek gedaan naar de contacten tussen Vermeer en Antoni. Vermeer maakte bij zijn schilderwerk gebruik van de door Christiaan Huygens uitgevonden Camera Obscura. Op deze wijze verkreeg hij een projectie van interieurs en straatjes in het juiste perspectief, dat was immers zijn handelsmerk. Er wordt verondersteld dat Antoni lenzen zou hebben gemaakt voor deze Camera Obscura. In zijn functie van curator heeft Antoni zich ontfemd over de failliete inboedel van Vermeer na zijn overlijden.

We hebben een beeld gekregen van de wereld waarin Antoni heeft geleefd. We hebben ook een beeld gekregen van zijn persoonlijke leefwereld. Het geduld van de lezer is behoorlijk op de proef gesteld. Bedenk wel dat Antoni pas na zijn 40^e levensjaar is begonnen met zijn wetenschappelijk onderzoek. Eindelijk dan gaan we met Antoni de wereld betreden zoals hij die heeft waargenomen onder zijn zelf gemaakte microscopen. Antoni maakt verschil tussen kijken enerzijds en zien en waarnemen anderzijds. Antoni maakt onderscheid tussen waarnemen en de beoordeling ervan. Zoals hij dat zelf dan zegt: “ick imagineer mij” en pas dan volgt zijn opvatting. We zijn hem gevolgd bij zijn technische ontwikkelingen waarmee hij zijn doel wist te bereiken. Maar ook waren we getuige van de persoonlijke moeilijkheden in zijn markante leven.

Eerste waarnemingen

We gaan terug in de tijd naar de zomer van 1674, een warme dag in augustus. Antoni was zoals gewoonlijk al vroeg opgestaan. Hij had die dag geen taken op het stadhuis en Maria zou wel op de winkel passen. Dus ging hij te voet eerst naar Pijnacker en vervolgens naar de Berkelse meren. De weg was onverhard en er waren diepe karrensporen. De Berkelse meren bestonden uit een oostelijk en een westelijk deel, de weg loopt er tussen door en daar is een tolhuis met herberg. Daar heeft hij een bootje gehuurd en is gaan varen. Maar, laat hij zijn verhaal zelf vertellen:

Uit brief 6 van 7 september 1674

“Omtrent twee uren gaans van deze Stadt, leijt een binnenlandse meer, de Berkelse meer genaemt, wiens gront op vele plaatsen seer moerich, off moerassich is, dit water is des swinters seer klaer, ende int begin ofte int midden van de somer, wordt het Witachtich, ende daer drijven groene wolckjens door, twelck volgens het seggen, van de Huijsluijden daer omtrent woonende veroorsaect wert door de Douw, die alsdan comt te vallen, en die sij den honichdouw noemen, dit water is zeer Visrijck ende de Vis is seer goet en smackelijck, ende nu laest in de voornoemde meer varende, op die tijt, als de wint redelijk hart waaijde, siende, nam ick een glaseflesje, een weijnich water mede, dit ten anderen daeghs observerende, bevonde ick daer in te drijven, verscheijden aertsche deeltgens, ende enoge groene ranckjens, in geschickte ordre slanghsgewijse omgekruilt op gelijcke manier, als de copere off tinne slangen sijn, die de distilatuers gebruijcken, omme haer over gehaelde wateren te verkoelen ende de gantsche circumferentie van ieder van deze ranckjens, hadt omtrent de dichte van een haer van ons hooft; andere deeltgens hadden maar een begin van het boven verhaelde ranckje, alle bestaende uit seer kleijne groene samegevoegde cloodgens, als med seer veel kleijne groene cloodgens, ende daer benefens, seer veel kleijne diertgens, daer van eenige waren rontachtig, die een weijnig grooter waren, bestonden uit een eyront; aen deze laetste heb ick twee beentgens gesien, omtrent het hooft, ende aen het achterste van het lichaem, twee vinnetgens, andere waren wat langerals een eyront, en deze waren seer traegh in bewegen, en weinich in getal; deze voor verhaelde diertgens bestonden uijt verscheijde couleuren, als eenige witachtich en doorschijnende, andere uit groene seer glinsterende schibbetgens, andere weder int middengroen, en voor en achter wit, andere uyt als graeuw; ende de bewegingh van meest deser diertgens, was so snel int water, ende met soo veel verscheijde bewegingen, so om hoogh, als na om laegh, ende inde ronte, dat het verwonderens waerdich was om sien, en ick oordele dat enige van deze diertgens meer als duijssent kleijnder waren, als de kleijenste diertgens, dat ick tot noch toe, op de korst van de kaes int tarwen meel, in Schimmel, ende etc. heb gesien”.

Op dit punt nu heeft mijn rode draad het eindpunt bereikt. De geboorte van de microbiologie is een feit! Dit eindpunt zal blijken een begin te zijn van een nieuwe periode in de geschiedenis van de wetenschap en zal verstrekkende gevolgen hebben voor de gehele wereld. Thuisgekomen werden de meegebrachte watermonsters nader onderzocht onder zijn zelf gemaakte microscopen. Die bevindingen zijn samengevat in boven vermelde brief 6 van 7

september 1674. In die tijd waren er nog geen namen voor deze zojuist ontdekte micro-organismen. Aan de hand van de zorgvuldige beschrijvingen van Antoni was het voor latere onderzoekers niet moeilijk deze te achteraf te classificeren. De Delftse microbioloog Albert Kluyver (1888-1956) heeft dit nader onderzocht. Met name de Spirogyra wordt in deze brief uitvoerig besproken: lange draadvormige algen waarin de chlorofylkorrels spiraalsgewijze zijn geplaatst. Antoni heeft de chlorofylkorrels goed waargenomen en meende ook hier weer globulen in te zien. Enige tijd terug zijn er mededelingen verschenen dat het hier toch mogelijk om andere organismen gaat. Antoni beschrijft deze organismen als “groene ranckjes en cloodgens” en doet vooral denken aan de cyanobacteriën, met name de Anabaena. Dus reeds in deze brief is er melding gemaakt van bacteriën! De cyanobacteriën, ten onrechte blauwalgen genaamd, hebben een paar miljard jaar gebuffeld om zuurstof in de onze atmosfeer te pompen. Daartoe verwijst ik naar mijn uitgebreide studie over zuurstof. Antoni geeft een levendige beschrijving van het opmerkelijke raderdiertje, voorzien van twee kopjes met trilharen waardoor de indruk wordt gewekt dat hij zich al raderend voortbeweegt. Ook geeft hij een beschrijving van het zweepdiertje Euglenia. Aan het einde van dit citaat spreekt hij zijn verwondering uit over de kleinheid en hoeveelheid van deze organismen. Maar deze brief uit 1674 vermeldt terloops nog een ontdekking. Bij onderzoek van de gal van een koe vindt hij een soort “eieren” die hij in verband brengt met parasitair levende protozoën. Bij de slaggers in die tijd stond dit bekend als Leverbot en dit werd vooral bij schapen gevonden. Om een of andere reden is de inhoud van deze opmerkelijke brief niet eerder opgemerkt. Mogelijk heeft dit te maken met het feit dat deze in de schaduw is komen te staan van de befaamde brief 18 van 9 oktober 1676.

Eerste doorbraak

Alvorens nader in te gaan op de inhoud van de beroemde brief van 9 oktober 1676 bespreken we eerst de chronologische volgorde van de gebeurtenissen. De bevindingen van 1674 lieten Antoni niet meer los. Zijn interesse ging vooral uit naar wat hij in regenwater zou tegenkomen. Zijn vraag was eigenlijk of er diertjes vanuit de lucht in het water terecht kwamen om daar uit te groeien. Hij ging “steriel” te werk en ving het water op in een schoon glas of porseleinen schotel. We zijn dan in september 1675 en geven hem wederom het woord:

“In den Jare 1675 omtrent half September, besig sijnde met het observeren van de Lugt, wanneer ik die door het water seer geparst hadde, ontdekten ik levende schepselen in regenwater, dat maer eenige weijnige dagen in een nieuwe ton, die van binnen blauw geverft was had gestaen, dit heeft mij aangemoedgt, om dit water naukeurig te ondersoeken, temeer, omdat deze diertgens in mijn oog, meer dan tien duijsent mael cleijnder waren, dan het diertge dat Swammerdam heeft afgebeeld, en met de naem van watervlo of waterluys noemt (Daphnia), dat men met het bloote oogh in het water kan sien leven, en bewegen”.

Op 9 oktober 1676 verzendt Antoni zijn beroemde brief naar de Royal Society te Londen. Het gezelschap reageert met verbijstering en zet vraagtekens bij de door Antoni genoemde aantallen van diertjes. Antoni gaat onverdroten verder en geeft uitleg over zijn methode van tellen middels zijn zojuist ontworpen telkamer. Toch wordt zijn brief op 25 maart 1677 gepubliceerd in de Philosophical Transactions zodat deze wereldwijd kon worden gelezen. Maar Antoni laat zich niet voor één gat vangen en nodigt prominente getuigen uit zijn bevindingen mede te laten bevestigen: 10.000 tot 40.000 diertjes in één druppel water en dat is dan nog zuinig geteld. De brieven worden uitvoerig besproken in de Royal Society. Nehemiah Grew (1641-1712) krijgt als eerste de opdracht om het werk van Antoni zelf uit te voeren. Nehemiah Grew gold als een autoriteit op het gebied van de plantkunde, men noemt hem wel de vader van de plantkunde. Befaamd is zijn boek uit 1682 over de anatomie van de planten. Nehemiah Grew meldt op 4 november 1677 niets gevonden te hebben, evenzo meldt Robert Hooke op 8 november 1677 dat ook hij niets kon vinden. Maar dan komt Robert Hooke met een microscoop met een vergroting van 300 maal en kan hij eindelijk de bevindingen van Antoni bevestigen. De opwinding is zo groot dat ook koning Karel II aanschuift bij het gezelschap en met verbazing kennis maakt met een geheel nieuw koninkrijk. Op 2 december 1677 stuurt Robert Hooke een brief naar Antoni waarin hij hem met veel respect bedankt voor zijn baanbrekend werk op het terrein van de microbiologie. En dan staat Antoni klaar om de Royal Society ten tweede male te verrassen met zijn eveneens befaamde zaadbrief. Deze zal later ter sprake komen. Nu dan zijn we toe aan een inhoudelijke bespreking van de brief van 9 oktober 1676.

Voornoemde brief begint meteen al met een spectaculaire beschrijving van het fraaie klokdiertje *Vorticella Campanula*. Antoni was in de veronderstelling hier

te maken te hebben met een meercellig organisme. Die gedachte was niet uit de lucht gegrepen, immers het door hem zo mooi beschreven raderdiertje is wel meercellig. Uitgerekend dit klokdiertje is eencellig en wat Antoni aanziet voor de “maag” is een voedingsvacuole. Voorlopig blijft hij nog bij het onderzoek van het water - nee niet het water uit de dakgoot - maar schoon water, op zoek naar dat wat hij veronderstelt aanwezig te zijn in de lucht: levende schepselen (het luchtplankton van Pasteur). Hij vervolgt de brief met een beschrijving van tal van diertjes die pas veel later hun naam zullen ontvangen. Het is niet doenlijk deze alle op te noemen, toch noem ik er enkele. Het ronde boldiertje *Volvox*; de *Holostycha*, een boonvormig trilhaardiertje; de *Borodon teres*, een bolrond trilhaardiertje; de *Monas vulgaris*, dit is een mooi ronde alg en tenslotte de *Cyclidium*, een fraai trilhaardiertje met een stralenkrans. Zo kan ik nog wel even doorgaan. Opmerkelijk ook is het pantoffeldiertje (*Paramecium*), deze is de gastheer voor de alg *Chlorella*. Antoni is nog lang niet tevreden en begint met een reeks opmerkelijke onderzoeken naar water: regenwater, putjeswater, water uit de dakgoot en zeewater. Steeds weer op zoek naar die schepselen uit de lucht. Maar dan gebeurt er iets heel bijzonders. Terloops is hij ook bezig met een onderzoek naar de werking van scherpe kruiden op de smaakpapillen van de tong. Zijn gedachte is dat kruiden scherpe puntjes hebben die de tong prikkelen, hij is op zoek naar kristallen. Hij maakt vervolgens een infuus (aftreksel) van peper om na te gaan of er mogelijk scherpe puntjes te vinden zijn. Deze gedachte heeft hij ontleend aan zijn onderzoek van kristallen. Maar deze vindt hij in het geheel niet, wel vindt hij tot zijn verbazing de al eerder gevonden *Vorticella* (klokdiertje), *Cyclidium* en ook de *Bodo Caudatus*, een klein boonvormig zweepdiertje. Er groeien dus diertjes in zijn infusen, later zijn deze dan ook “*Infusoria*” (afgietseldiertjes) gaan heten. Dan volgt er een hele reeks van proeven met allerlei kruiden: peper, nootmuskaat, kruidnagel en vele andere. Maar dan doet hij onverwacht een opmerkelijke ontdekking. Op dit punt moeten we wederom hem aan het woord laten:

“De vierde soort van diertgens, die tusschen de verhaelde drie soorten doorsweefden waren ongelooflijk kleijn, ja so kleijn, in mijn gesigt, dat ik oordeelde dat bij aldien 100 van deze seer kleijne diertgens nevens den anderen lagen gestrekt, dat deselvige de lengte van een grof santje niet soude kunnen bereiken, en dit so sijnde, soos soude thien hondert duijsent van deze levende schepselen, de groote van een grof sant (860 μ) kunnen uijtmaken”

Met deze korte beschrijving is de ontdekking van bacteriën een feit en dit zal ver strekkende gevolgen hebben voor de toekomst van de gehele wereld. Maar dat wordt later besproken.

Pas in het begin van de 19^e eeuw komt er beweging in de microbiologie. Dit werd mede bepaald door de ontwikkeling van betere microscopen. De belangrijkste onderzoeker in dit verband is Christian Gottfried Ehrenberg (1795-1876). Hij was vooral microbioloog, daarnaast ook zoöloog en geoloog. Hij heeft de grondslag gelegd voor de celbiologie. Bekend is zijn boek "Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen". De meeste eerder genoemde namen van micro-organismen zijn van hem afkomstig. In 1877 kreeg hij als eerste de Leeuwenhoekpenning uitgereikt te Delft.

Meettechnieken

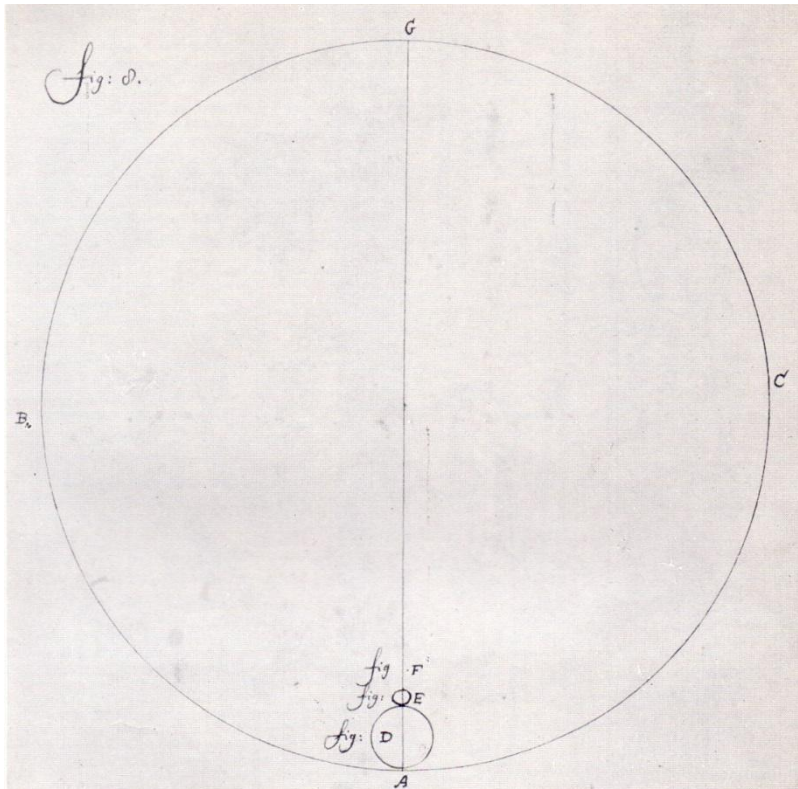
Metten wat gemeten kan worden en het onmeetbare meetbaar maken, aldus Galilei. Dat was goed besteed aan Antoni, hij had uitgebreid wiskunde gestudeerd voor zijn opleiding tot landmeter en benoeming tot wijnroeiër. Het is zeer de moeite waard om Antoni nu te volgen in zijn geniale wijze van denken. Het kost enige inspanning maar het loont. Uitgangspunt voor Antoni was de Rijnlandse voet van 31,4 cm en de duim van 2,615 cm, nog steeds af te lezen aan de breedte van onze opgevouwen duimstok. Zijn meetinstrumenten waren zeer eenvoudig: een koperen meetlat van 5 duim, een "groot santgen", een "klein santgen", een haar van baard of pruik, een paardenhaar, een "geerstgreintge" (gierst), een erwt en een waterdruppel. Zijn methode bestond uit het refereren aan bovengenoemde middelen, daarbij ging het hem in het begin vooral om het vaststellen van aantallen, niet zozeer het meten van volumina. Hij was gefascineerd van grote getallen en kleine afmetingen. Vanuit ons gezichtspunt gezien en om een en ander goed te begrijpen is een omrekening naar ons meetstelsel nodig. Maar Antoni gaat ook op dit punt geheel zijn eigen weg. Zijn basis was de koperen meetlat van 5 duim. Eerst plaatst hij de meetlat onder zijn microscoop en verdeelt een duim in 30 krasjes op gelijke afstanden. Dan neemt hij allerlei voorwerpen die op de meetlat naast elkaar worden gelegd en meet welk aantal hoeveel streepjes in beslag neemt. Op deze wijze heeft hij "haarfijn" vastgesteld hoeveelste duim zijn "meetinstrument" bedraagt. Zoals gezegd, we rekenen dit om naar onze maten, begrippen als millimeter of μ bestonden nog niet. Aldus hebben we nu meetinstrumenten verkregen: een "groot santge" 870 μ , een "klein santge" 260

μ , een baardhaar 100 μ , een oog van een luis 70 μ enz.. Elke keer zal Antoni bij zijn onderzoeken refereren aan deze "maten". En steeds weer zetten wij dat om naar onze maten, zodat we het goed kunnen inschatten. Antoni maakte nogal eens gebruik van een haar uit zijn pruik, hij had vastgesteld dat er 20 haren pasten op één streepje van zijn koperen meetlat, dat betekent dan dat één duim overeenkomt met 600 haren. Van hieruit kan berekend worden dat de haardikte van zijn pruik 43 μ bedraagt. En dat komt overeen met het haar van de angorageit waaruit de duurdere pruiken werden gemaakt! Maar hoe nu verder, zal de lezer zich afvragen. Het berekenen van grote aantallen is best aardig, maar we willen weten wat de aantallen per volume-eenheid zijn. Bij zijn onderzoek van regenwater is Antoni vooral geïnteresseerd in het volume van een waterdruppel. Weer past hij referentie toe en wel met een groene erwt, een inschatting dus. Niet helemaal, hij vindt ook een oplossing om de maten van die erwt te bepalen. Om verder te komen heeft hij ook een kleinere referentie nodig: een "geerstgreintje" (gierstkorrel). Hij stelt vast dat de diameter van dit korreltje 4,5 maal kleiner is dan die van een erwt. De lezer kan op dit punt gemakkelijk verdwalen, Antoni gaat niet uit van de inhoud van de bol, het gaat namelijk om het totale volume waarin de bolletjes zich bevinden. Elk bolletje bevindt zich in een klein kubusje en alle kubusjes bij elkaar vormen het volume dat hij hierbij gemeten wil hebben. Het volume van de erwt, waarin al die bolletjes zich bevinden, bedraagt dan ook $4,5^3 = 91$ maal groter dan het volume van het gierstkorreltje. In één groene erwt ter grootte van een waterdruppel bevinden zich dus afgerond 90 gierstkorreltjes. Antoni gaat nog verder en meet ook het volume van de gierstkorrels om na te gaan of het klopt. En dan komt de volgende truc: hij maakt een capillair buisje van glas met de diameter van een paardenhaar. Het water daarin blijft door adhesie aan de wand hangen, hij was op de hoogte van dit natuurkundige begrip. Het buisje wordt, zoals ook bij de meetlat, voorzien van 50 krasjes op gelijke afstanden. Het buisje wordt vervolgens gevuld met een hoeveelheid te onderzoeken water overeenkomende met het volume van een gierstkorreltje. Hij kan nu onder de microscoop tellen hoeveel diertjes zich in elk van die 50 kleine vakjes bevinden. Dan komt de rekensom: stel, 5 diertjes per vakje, dit vermenigvuldigd met het aantal vakjes van 50 betekent 250 diertjes in een volume van één gierstkorreltje: één waterdruppel bevat dus $250 \times 90 = 450.000$ diertjes in dit voorbeeld. En nog is Antoni niet tevreden en bedenkt zijn befaamde cirkeldiagram. Onder zijn microscoop heeft hij een rond blikveld, overeenkomend met de diameter van een "groot santgen". Hij ziet alleen het

aantal diertjes in het vlak van zijn blikveld. Maar ze zijn natuurlijk in het gehele driedimensionale volume aanwezig, dus moet dat aantal tot de derde macht verheven worden. En weer bedient hij zich van het begrip referentie, ergens in zijn blikveld ontwaart hij het diertje D en hij schat in dat er 12 van deze diertjes naast elkaar overeenkomen met de diameter van zijn blikveld, de cirkel ABCG. Dat betekent dat er zich in die betreffende “bol” (lees kubus) 12^3 van deze diertjes bevinden. Dan ziet hij nog een tweede diertje E en stelt vast dat deze 4 maal kleiner is dan de diameter van diertje D, er passen dan ook 4^3 diertjes in het volume van diertje D. Dan ziet hij ook nog een heel klein diertje F, mogelijk een bacterie: deze is 10 maal kleiner dan diertje E, er passen dan ook 10^3 van deze diertjes in het volume van E. Aldus kan het totale aantal diertjes in het volume behorende bij cirkel ABCG als volgt berekend worden:

$$12^3 \times 4^3 \times 10^3 = 110.592.000$$

Antoni is uitgegaan van een cirkel, in dat vlak doet hij zijn waarnemingen. Maar het gaat natuurlijk om het volume met de diameter van die cirkel, daarin bevindt zich dit grote aantal diertjes met de naam F. De diameter van deze cirkel ABCG komt overeen met het eerder genoemde “groot santge” met een diameter van 870μ . Met enig rekenwerk kan nu ook de afmeting van diertje F worden vastgesteld, deze bedraagt ongeveer 6μ hetgeen overeenkomt met de werkelijkheid. Voor alle duidelijkheid is het cirkeldiagram van Antoni van Leeuwenhoek hier afgebeeld:



Cirkeldiagram met cirkel ABCG en deeltjes D, E en F

Tweede doorbraak

Gedurende zijn gehele leven heeft Antoni zich verdiept in het probleem van de voortplanting. In die tijd was dat een veelbesproken onderwerp en er waren ook opmerkelijke ontdekkingen. Er waren twee heersende opvattingen, de epigenese tegenover de preformatie. Epigenese gaat uit van de gedachte dat de ontwikkeling van het levende wezen stapsgewijze verloopt vanuit de vrucht. Preformatie betekent dat het levende wezen al volledig gevormd aanwezig is en alleen nog tot wasdom moet komen. Deze laatste gedachte werd ondersteund door Jan Swammerdam naar aanleiding van zijn onderzoek bij rupsen. Daarbij ontdekte hij dat de vlinder al volledig gevormd binnen de rups aanwezig is. In het begin van de 17e eeuw komt William Harvey (1578-1657) met zijn onderzoek van de eieren bij dieren. Eigenlijk heeft hij alleen de embryo's bestudeerd en stelt dan ook dat al het leven voortkomt uit het "ei" (omnia ex ovo). Opgemerkt moet hier worden dat het "ei" van Reinier de Graaf iets anders is dan het "ei" van Harvey. Op dat moment heeft Harvey nog geen

kennis van de functie van eierstok en de eileider. Toen vond er een opmerkelijke ontwikkeling plaats. Niels Stensen (1638-1686) deed in Leiden onderzoek naar deze organen en stelde vast dat wat toen nog genoemd werd de “ballen der vrouwen” in wezen eiernesten zijn. Als eerste bedacht hij de termen ovum (ei), ovarium (eierstok) en oviductus (eileider). Dit onderzoek bleef aanvankelijk onopgemerkt omdat hij naar Italië was vertrokken. Reinier de Graaf nam het stokje over en deed een uitgebreid onderzoek naar de bevruchting bij konijnen. Hij vond de naar hem genoemde “Graafse follikel” en stelde vast dat “iets” van uit die follikel in de eileider komt en daar bevrucht wordt om vervolgens in de baarmoeder uit te groeien. Op dat moment was men nog niet op de hoogte van de ware aard van het zaad van de man. Men ging uit van een “aura seminalis”, een vluchtigheid die ervoor zorgt dat er bevruchting plaats vindt en de vrucht kan gaan uitgroeien. Zij die van mening waren dat de vrucht zich uitsluitend ontwikkelt vanuit de eicel werden in die tijd ovulisten genoemd. Toen Reinier de Graaf in 1673 onverwacht kwam te overlijden was men nog niet op de hoogte van de ware aard van het zaad. Maar daarin zou Antoni spoedig verandering brengen.

In het jaar 1677 staat er een man voor de deur bij Antoni te Delft. Zijn naam is Johannes Ham en hij studeert geneeskunde te Leiden. Hij is gestuurd door de hoogleraar Theodorus Craanen (1620-1690). Hij heeft een flesje bij zich met het zaad van een man met wat heet een “druiper”(gonorroe). We laten hier Antoni weer zelf aan het woord:

“Deselve Heer Ham my voor de tweede maal komende bezoeken, bragt in een glase Flesje, het ontloopen Mannelijk zaad van een Mans-persoon, die by een ongesont Vrouwspersoon hadde geweest, met byvoeginge, dat hy Heer Ham, na eenige weynige minuten tijds, wanneer de gesejde Materie zoo dun was geworden, dat deselve in een dun glase pijpje konde gaan, levende schepsels daar in konde sien leven (oordelende dat deselvige uyt bederffelijkheid voortquamen), welke Dierkens deselve Heer oordeelde dat staarten hadden, en dat deselve niet boven de 24. uren in leven bleven”.

Antoni gaat nu zelf op onderzoek uit en vindt dat deze diertjes ook bij gezonde mensen gevonden worden. Dan gaat hij verder:

“Ik hebbe de verhaalde Materie verscheyde malen geobserveert, niet van een geïnfecteert mensch, of hetgeen door lange ophoudinge mogt bedorven zijn...maar zoo aanstonts, en heb...daarin een so overgroot getal van levende

scheepsels gesien, dat somtijds meer dan 1000 in de quantiteit Materie van een zandgrootte lagen en beweegden. De verhaalde Dierkens waren kleynder dan de globuli van het bloet (die het bloet root maken) soo dat ik oordeel, dat Millioen geen grof zand in grootte zouden uytmaken. Deselve Dierkens hadden een rondagtig lighaam, voor wat bot rond, en agter spits toelopende, versien met een lange dunne staart, omtrent 5 à 6 maal soo lang als het lighaam, en daarby seer helder, en omtrent 25-dunder als het lighaam: soo dat ik haar figuur niet nader kan uytbeelden, als by een kleyne aard-akker, die een lange staart heeft”.

In de betreffend brief van november 1677, ook wel de “zaadbrief” genoemd, laat Antoni weten dat de spermatozoïeden (zaadcellen) een normaal bestanddeel zijn van het sperma, met name de vorm heeft hij goed beschreven. Reeds toen meende hij te zien dat de kiem ook al gepreformeerd aanwezig is in deze animalculae (diertjes).

Terwijl de geleerden in Engeland nog nauwelijks zijn bekomen van de voorgaande mededelingen van Antoni aangaande de micro-organismen ligt er alweer een belangrijke brief bij hen op de mat! Het betreft de reeds genoemde brief 22, de zogenaamde “zaadbrief” van november 1677. Doorgaans werden de brieven van Antoni in Engeland door geestelijken vertaald in het Latijn en in het Engels. Maar deze keer vond Antoni het verstandig om deze brief van tevoren te laten vertalen in het Latijn. Dit vanwege de precaire inhoud betreffende het zaad van de man. Hij vreesde dat er ongevraagd wijzigingen zouden worden aangebracht vanwege de mogelijk onzedelijke inhoud. Maar toen ging er iets mis, de brief bleef liggen en werd niet besproken. De toenmalige secretaris Lord William Brouncker (1620-1684) vond de inhoud inderdaad onzedelijk. Maar toen kreeg Nehemiah Grew (1641-1712) de brief in handen en deze onderkende meteen dat het om belangrijke zaken ging. Hij stuurde meteen een brief naar Antoni waarin hij hem verzocht om meer informatie aan te leveren. Getergd stuurde Antoni in maart 1678 een tweede brief waarin het zaad van konijnen, honden en vissen rijkelijk werd uitgestort. En toen duurde het nog zeven maanden alear de publicatie in de Philosophical Transactions werd geplaatst. Een en ander werd ook veroorzaakt door allerlei verplichtingen in verband met het huwelijk van Koning Willem III met Mary Stuart van Schotland. Tot overmaat van ramp werd Antoni vervolgens links ingehaald door Nicolaas Hartsoeker (1656-1725) en Christiaan Huygens! Nicolaas Hartsoeker te Gouda was wis- en natuurkundige, astronoom en hield

zich ook bezig met embryologie. Ook ontwikkelde hij microscopen, bekend is hij vanwege zijn handige schroefmicroscop. Voorts onderhield hij goede contacten met Chr. Huygens. Op 25 maart 1678 schreef hij een brief aan Chr. Huygens dat hij ook zaaddiertjes had gevonden en wel bij honden. Opgemerkt moet worden dat hij wel degelijk op de hoogte was van de bevindingen van Antoni. Samen met Huygens gingen zij na de zomer van 1678 op weg naar Parijs met het zaad van de honden. Aldaar werden hun bevindingen gedemonstreerd in de bijeenkomst van de Académie des Sciences. Heel Parijs was verbijsterd! Op 15 augustus 1678 werden de bevindingen door Chr. Huygens gepubliceerd in het Journal des Sçavans, dus nog vóór de publicatie van Antoni in Londen. Chr. Huygens verzuimde daarbij de naam van Nicolaas Hartsoeker te vermelden en weer was er een conflict geboren. Maar daar bleef het niet bij, er ontwikkelde zich een heftige strijd tussen Nicolaas Hartsoeker en Antoni omtrent de prioriteit en tal van andere zaken. Het onderzoek van Antoni werd voortgezet, bij tal van dieren en insecten werden de animalculae (diertjes) gevonden. Hij schroomde niet om zijn eigen zaad te onderzoeken en verontschuldigde zich daarbij dat het zaad werd verkregen “zonder zich te bezoedelen”, zoals hij zelf zegt! In Parijs moesten ze het doen met het zaad van honden! Opgemerkt moet worden dat het mij verbaast dat Antoni in het Leidse zaad geen bacteriën heeft gezien, met name de verwekker van gonorrhoe, de gepaarde coccen (ronde bacteriën), deze zijn niet te missen. Maar toen begon er een opmerkelijke ontwikkeling. Antoni was de mening toegedaan dat het leven gepreformeerd aanwezig is in de kop van de zaadcel, hij was van mening dat er een homunculus (“menneke”) te zien zou zijn. Niet helemaal uit de lucht gegrepen, er waren al meer berichten in die richting. Toen kwam er weer een nieuwe groep wetenschappers in het strijdperk, de animalculisten, deze gingen er vanuit dat het nieuwe leven vanuit de zaadcel komt. Antoni was er dusdanig van overtuigd dat hij op dit punt in zijn brieven Harvey en Reinier de Graaf met kracht meende te moeten bestrijden. Zelf deed hij ook onderzoek naar de eierstokken van de koe. Hij was van mening dat die “eieren”, eigenlijk follikels, op geen enkele wijze de eileiders zouden kunnen passeren. Zijn opvatting was dat de eierstokken dienden tot voedsel voor de vrucht. Van een versmelting van cellen had hij nog geen enkel idee. Toch merkwaardig, hij had wel de versmelting van bacteriën, de conjugatie, waargenomen en beschreven. Maar er is nog iets waar hij op vast liep. Hij had vastgesteld dat bladluizen zich ongeslachtelijk voortplanten, de parthenogenesis genaamd. Een beladen woord, vooral in de wereld van de geestelijkheid! Maar dat loste hij eenvoudig

op door te stellen dat deze bladluizen eigenlijk mannelijk zijn. Zijn theorie moest en zou kloppen, hij bleef animalculist, zijn leven lang! De strijd tussen ovulisten en animalculisten gaat heel lang duren. Eigenlijk komt deze strijd pas tot een einde als Karl Ernst von Baer (1792-1876) in 1828 de eicel waarneemt en Oscar Hertwig in 1887 de bevruchting van de eicel door de zaadcel in beeld brengt.

Belangrijk is het wel om vast te stellen dat we dit alles moeten bezien vanuit de kennis van toen. Zeker kan gesteld worden dat Antoni op vele terreinen zijn tijd ver vooruit was. Hij zag ook goed in dat de geneeskunde van zijn dagen weinig te bieden had waar het om genezing gaat, hij was bepaald ook wars van kwakzalverij! Maar ook heeft hij de strijd aangebonden met het gedachtengoed van de *Generatio spontanea*. Mosselen zouden ontstaan vanuit slijk en Zeeuwse dampen, vliegen zouden zich spontaan ontwikkelen vanuit rottend vlees. Bij herhaling bestrijdt hij in al zijn brieven deze opvattingen. Hij is ervan overtuigd dat elke vorm van leven, hoe klein of nietig deze ook is, een wonderbaarlijk schepsel is, een levende eenheid met groei, beweging en voortplanting. Bij herhaling spreekt hij zijn verwondering uit over de wat hij noemt en schrijft “de Schepper van het geheel Al”.

Derde doorbraak

De geneeskunde in de dagen van Antoni was nog volledig gestoeld op het gedachtengoed van Claudius Galenus (130-210). Voortgaande kennis van het menselijk lichaam had daar weinig verandering in gebracht. Veelal werd de oorzaak van ziekte gezocht in zonden of de invloed van geesten, meestal gevoed door bijgeloof. Van enig causaal verband was geheel geen sprake. De wereld werd toen wel geteisterd door tal van besmettelijke ziekten als de pest, pokken en tyfus. Het begrip besmetting kwam zeker wel bovendrijven, er werden dan ook wel maatregelen genomen wat betreft isolatie en hygiëne. Toch waren er in de 17^e eeuw berichten dat er sprake zou kunnen zijn van onzichtbare organismen vanuit de lucht. Ook Antoni was op deze gedachten gekomen bij zijn proeven met regenwater. Bij zijn onderzoek van het raderdiertje ontdekte hij sporen en meende dat deze zich door de lucht verplaatsen. Maar toch, wanneer hij kennis neemt van het onderzoek van Anasthasius Kirchner (1602-1680) aangaande de *vermiculae* (wormpjes) in de builen van pestlijders, meent hij dit te moeten bestrijden. Antoni heeft meer dan 30 soorten bacteriën beschreven maar eigenlijk nauwelijks stilgestaan bij

de betekenis. Pas veel later hebben deze bacteriën een plaats, een naam en een betekenis gekregen. Ik denk hierbij aan de bacteriënjagers aan het einde van 19^e eeuw: Louis Pasteur (1822-1895) en Robert Koch (1845-1910). Zeer waarschijnlijk heeft Antoni bij zijn vaartocht over de Berkelse meren in 1674 reeds bacteriën gevonden die nu bekend staan onder de naam cyanobacteriën (ten onrechte vaak blauwalgen genoemd). De doorbraak komt aarzelend op gang in 1676 waarbij hij vooral onder de indruk komt van de kleine afmetingen, het grote aantal en de snelle groeiwijze. Maar de werkelijke doorbraak komt dan in 1683 bij zijn onderzoek van het tandslim. Hierover schrijft hij op 17 september 1683 een brief naar de Royal Society te Londen. Ook heeft hij uitgebreid onderzoek gedaan naar de gisten, de werkelijke betekenis heeft hij evenwel niet onderkend. Ook nu weer gaat Antoni over tot een experiment: hij neemt twee glazen buizen en vult deze met kiemvloeistof, de eerste buis laat hij open, de tweede buis sluit hij af. Wanneer hij nu na enige tijd de afgesloten buis opent ontsnapt er al sissend gas. Duidelijk was hij hier op het spoor van anaerobe (zonder zuurstof) gisting. De proef werd in 1917 herhaald door de Delftse microbioloog Martinus Willem Beijerinck (1851-1931), deze vond inderdaad anaerobe bacteriën. Bij verder onderzoek vond Antoni ook afwijkend gevormde bacteriën, met name draadvormige bacteriën. Met de kennis van nu weten dat het hierbij gaat om de groep spirocheten. Daartoe behoort onder meer de verwekker van lues (*Treponema pallidum*) en de verwekker van de ziekte van Lyme, de *Borrelia burgdorferi*. In dit verband vond Antoni ook nog het trilhaardiertje *Euplotes*, behorende tot de groep Trypanosomen, waartoe ook de verwekker van de slaapziekte (ziekte van Chagas) behoort.

Gesteld moet worden dat er ook op het gebied van de bacteriologie door Antoni opmerkelijke ontdekkingen zijn gedaan. Toch begon hij wel een vermoeden te krijgen over de betekenis van de bacteriën. Met name was zijn stellige indruk dat tandbederf werd veroorzaakt door bacteriën. Ook hier ging hij weer proefondervindelijk te werk en wel met proefpersonen. In ieder geval had hij zoveel respect gekregen voor bacteriën dat hij een leven lang zijn gebit goed verzorgde. Op een dag kreeg zijn vrouw vreselijke kiespijn als gevolg van een slechte kies. De geneeskunde ter plaatse had niets te bieden, Antoni bedacht zelf wel iets. Hij nam een dun glazen buisje van zijn meetinstrumenten, plaatste deze in de holte van de kies en bracht zwavelzuur aan in de kies. De eerste wortelkanaalbehandeling ter wereld was een feit en de pijn verdween terstond.

Maar er was nog een lange weg te gaan alvorens de ziekteverwekkende betekenis van de bacteriën zou worden onderkend. Maar ook daarna nog duurde het heel lang alvorens men zich bewust werd van het verband tussen de ziekte en zijn verwekker.

Vierde doorbraak

Nu komt er pas echt beweging in ons verhaal. Het bloed kruipt nu daar waar het gaat! Antoni zal ons daarbij op weg helpen. Maar eerst moeten we nog afrekenen met oeroude opvattingen die eeuwenlang hebben gedomineerd. We beginnen weer bij Claudius Galenus wiens opvattingen niet zijn gebaseerd op de werkelijkheid. Men veronderstelde dat bloed gevormd werd vanuit het voedsel dat de lever bereikt. Niet helemaal organisch, eerder geestelijk, een spiritus naturalis volgens deze leer. Het bloed pendelt heen en weer en bereikt zodoende ook de longen die het bloed vervolgens voorzien van de spiritus vitalis. Daarna bereikt het bloed het hart en daar zorgt de calor innatus (ingeboren warmte) er voor dat het hart uitzet en het bloed door het lichaam wordt verspreid. William Harvey zag als eerste dat deze opvattingen ver van de werkelijkheid waren verwijderd. Ook hij ging proefondervindelijk te werk en stelde vast dat het hart een pomp is. Koren op de molen van René Descartes! Dat was in die tijd bepaald een revolutionaire gedachte die bovendien zomaar voorbijging aan die oude leer van de spiritus. Harvey had een zeer gevoelige snaar geraakt die nog lang zou blijven natrillen. Immers, het hart is niet zomaar iets, het is de woonplaats van onze ziel, ons geschonken door hogere machten. Vervolgens stelde Harvey vast dat het hart gewoon een pomp is die het bloed door de slagaders rondpompt en middels aders weer naar het hart voert. Na enige aarzeling heeft hij dit in 1628 gepubliceerd: "Exercitatio anatomica cordis et sanguinis in animalibus", een anatomische oefening over de beweging van het hart en het bloed in dieren. Lees ik dit goed, het hart is dus een soort motor! Er ontstond heel wat opschudding en zoals dat dan gewoonlijk gaat waren er voor- en tegenstanders. De enige vraag die nog bleef liggen was op welke wijze de verbinding tot stand komt tussen het slagaderlijke en het aderlijke systeem. Intussen had ook Niels Stensen in Leiden vastgesteld dat het hart gewoon een spier is die werk verricht. William Harvey krijgt vervolgens onverwacht steun van Marcello Malpighi uit Italië. Deze onderzoekt de longen en stelt vast dat deze bestaan uit longblaasjes. Maar hij zoekt verder en vindt dat de longblaasjes omgeven zijn door kleine bloedvaatjes, de zogenaamde haarvaten. Ook is hij de ontdekker van de rode bloedcellen. Maar hij ontdekt

nog iets heel bijzonders. De stroomrichting in de naast elkaar gelegen haarvaten over de longblaasjes verloopt tegengesteld aan elkaar. Als eerste ontdekt hij hier het zogenaamde tegenstroomprincipe wat hij ook in de placenta had gevonden. Door dit tegenstroomprincipe bestaat er een optimale gradiënt om zoveel mogelijk “spiritus vitalis” mee te nemen. Nee, in die tijd was er nog geen kennis van de gaswisseling in de longen. Antoni heeft het werk van Malpighi goed gekend omdat hij ook correspondeerde met de Royal Society. Ook Antoni begon zich in 1674 bezig te houden met het onderzoek van het bloed. Het lag voor de hand dat hij de rode bloedcellen in verband bracht met de leer van de globulen die hij in bijna alles meende te zien. Hij had nog geen kennis van de betekenis van de bloedcellen, laat staan dat er iets bekend was over zuurstof. Bovendien werd hij verrast door de vormveranderingen die optreden wanneer de rode bloedcellen in een niet fysiologische oplossing worden gebracht. Voor hem bleef er dus niet veel meer over dan meten en tellen. Zo stelde hij vast dat 30 rode bloedcellen op rij de diameter van een “klein santge” van 260 μ uitmaken. Zo kwam hij uit bij 8,5 μ , niet ver verwijderd van werkelijke maat van 7,2 μ . Voorlopig liet Antoni dit onderzoek liggen. Er waren te veel ontwikkelingen gaande vanwege animalculae (diertjes), zaadcellen en bacteriën.

Op 29 mei 1688 maakt Antoni een wandeling. Hierbij verdiept hij zich in de kikkers in de sloot. Hij ontdekt twee soorten, een bruine en een groene kikker. Maar zijn gedachten gaan alweer verder, hoe zouden de kikkers zich voortplanten, hoe ziet hun zaad eruit en hebben ze ook eieren. Hij verzamelt wat kikkerdril, de bevruchte eicellen, met de bedoeling de ontwikkelingen tot kikkers te volgen. Natuurlijk is hij benieuwd of de kikkers ook ontwikkelen vanuit preformatie. In ieder geval, hij krijgt een spectaculaire ontwikkeling te zien met verschillende stadiums. Op een bepaald moment zien ze eruit als een visje. En dan bedenkt Antoni om die kleine vin eens onder zijn microscoop te plaatsen. Hij is met stomheid geslagen bij wat hij nu te zien krijgt. Hij ziet in de vin een net van haarvaten die steeds nauwer worden, dan ombuigen en weer terugkeren. Hij ziet de rode bloedcellen zich verdringen om vervolgens netjes een voor een door de haarvaten te kruipen en aan het eindpunt weer terug te keren. De ontdekking van de perifere bloedsomloop is hiermee een feit en dat zal verstrekkende gevolgen hebben. Op grond van deze bevindingen schrijft Antoni vervolgens een brief aan de Royal Society, het betreft brief 65 van 7 september 1688 met de titel: “Van den Waaragtigen Omloop des Bloeds”. Maar daar bleef het niet bij, Antoni bedenkt een constructie om de perifere

bloedsomloop aanschouwelijk te maken. Hij neemt een glazen buis, vult deze met water en plaatst er een jonge levende aal in. Op de buis wordt de microscoop gemonteerd, met de lens gericht op de staartvin die zich vastkleeft aan de wand. Aldus construeerde Antoni zijn zogenaamde aal-kijker waarmee hij veel roem zou vergaren.

Verder onderzoek

De tot nu toe besproken onderwerpen zijn slechts een fractie van het omvangrijke terrein waarop Antoni zich bewoog. Men zou het kunnen vergelijken met een rangeerterrein van de spoorwegen. Wagons rijden af en aan en wisselen onophoudelijk van spoor tot zij in de juiste volgorde zijn geplaatst en de trein vervolgens kan vertrekken. Het is in dit referaat niet de bedoeling om alle onderwerpen te bespreken. In het addendum is een overzicht hiervan toegevoegd. Enkele vakgebieden waarin Antoni zich heeft bezig gehouden, verdienen hieronder nog de nodige aandacht.

Wiskunde

Wiskunde was goed besteed aan Antoni. Veel kennis hiervan heeft hij verkregen door de studie voor landmeter en zijn functie als wijnroeier. Meerdere wetenschappers hebben de wiskunde in zijn brieven nader bestudeerd en daarover gepubliceerd. Opmerkelijk is de fanatieke wijze waarop Antoni steeds weer de volumina meet, de aantallen telt en de grootte bepaalt. Daarmee heeft hij de wereld versteld doen staan.

Natuurkunde

Als geen ander beseftte Antoni het belang van het doen van experimenten. Zodra hij een waarneming heeft gedaan bedenkt hij er een experiment bij. In navolging van Robert Boyle (1627-1691) verdiepte hij zich ook in de samenstelling en de fysische eigenschappen van de lucht. Hij construeerde eigenhandig een barometer. Tal van stoffen werden door hem onderzocht, daarbij deed hij ook metingen van het soortelijk gewicht, de "stoffwaardigheden". Hij was goed op de hoogte van de werking van magneten en deed er proeven mee. Hij verdiepte zich in de omwentelingen van de aarde en de opbouw van de atmosfeer. Hij ontwierp daartoe een model waarmee hij dit aanschouwelijk kon maken, zelfs Chr. Huygens was hiervan onder de indruk. Al onderzoekend vond Antoni steeds weer wat nieuws. Zo ontdekte hij bij het werken met zijn kleine glazen buisjes de capillaire werking van vloeistof, de

“aankleventheyt”. Nu kennen we dit fysische begrip als adhesie, een gevolg van de aantrekkingskracht van moleculen onderling. Opmerkelijk hierbij is steeds weer zijn gave om haarscherpe waarnemingen te scheiden van zijn gedachten daarover, steeds weer klinkt het “ick imagineer mij”. Maar soms loopt hij al te hard vooruit en ook hij kan dan struikelen. Als geen ander weet hij dat zelf maar al te goed.

Scheikunde

Antoni was zeer goed op de hoogte van de ontwikkelingen van de scheikunde in zijn tijd. Hij bezat een uitgebreide kennis van de werking van tal van stoffen. Ook beheerste hij alle mogelijke basale technieken om allerlei proeven uit te voeren. Onder meer was hij in staat om goud, zilver en koper te winnen vanuit ertsen. Soms ging hij ook te ver, een proef met buskruit was bijna verkeerd afgelopen. Tal van mineralen heeft hij nader onderzocht. Hij deed een uitgebreid onderzoek naar de kristalstructuur van tal van stoffen. Maar ook zouten en zuren werden uitgebreid onderzocht.

Geologie

Bij zijn reis naar Engeland heeft hij met name de krijtrotsen grondig bestudeerd, niet alleen de kristalstructuur van krijt, ook de fossiele schelpen en kalkskeletjes van de foraminiferen ontdekte hij. Speciale interesse had hij ook voor de dalingen en de stijgingen van de zeespiegel, hij was daarmee zijn tijd ver vooruit. Ook de duinvorming had zijn interesse. Allerlei grondsoorten werden door hem onderzocht en hij bestudeerde veengrond onder zijn microscoop.

Ongewervelde dieren

Antoni gaf in zijn brief van 25 december 1702 een uitvoerige beschrijving van de zoetwaterpoliep Hydra. Hierbij ontdekte hij een voor hem nieuwe vorm van voortplanting middels knopvorming. Deze zoetwaterpoliep is vernoemd naar Hydra van Lerna uit de Griekse mythologie. Het betreft een veelkoppig draakachtig monster in het meer van Lerna, Heracles had in een van zijn twaalf werken zich voorgenomen dit monster te verslaan. Eenvoudig was dit niet want Hera had een grote kreeft gestuurd om het monster te beschermen. De kreeft werd eerst verslagen maar het lukte Heracles niet om de Hydra te verslaan. Elke keer als hij er een kop afhakte kwamen er twee koppen voor in de plaats. Het monster bleek onsterfelijk te zijn zelfs nadat hij het had begraven. Antoni

heeft veel aandacht besteed aan de weekdieren, met name oesters en mosselen. Voor hem was dit vooral een wapen om de strijd aan te binden met de gedachte van de spontane generatie. Hij vond namelijk bij de oesters zowel zaadcellen als eieren en ook de jonge dieren. Ook vond hij bij oesters het trilhaarepitheel. Dit was niet nieuw voor hem en had hij al uitvoerig besproken bij de eencelligen. Opmerkelijk is voorts zijn onderzoek van de azijnaaltjes, deze zijn namelijk levendbarend. Maar nog veel meer wormen werden door hem onderzocht als lintwormen en leverbotten. Voorstadiums van deze leverbotten, de oöcysten, had hij al gevonden in de gal van de koe. De kreeften en de garnalen zijn ook uitvoerig door hem bestudeerd, met name het oog van de kreeft.

Entomologie

Wat betreft de insecten verkeerde Antoni in zijn dagen in goed gezelschap. Het voortouw werd genomen door Jan Swammerdam (1637-1680) met zijn werk: "Historia Generalis of de Algemene Verhandeling van de Bloedeloose Dierkens" (1669). Maar toch was Marcello Malpighi (1628-1694) in Italië hem voor geweest met zijn uitgave over de insecten. Ook de Italiaan Francesco Redi (1626-1698) had een boekje geschreven over insecten waarvan een vertaling was uitgegeven in Amsterdam. Antoni heeft dus ruimschoots kennis kunnen nemen van hun bevindingen. In veel brieven van Antoni worden luizen uitvoerig besproken. Hij kweekte deze zelf in natte omslagen om zijn been. Maar toen hij ontdekte dat de vermenigvuldiging uit de hand liep - in dit geval uit het been - heeft hij de omslagen verwijderd en uit het raam gegooid. Maar wel had hij deze uitvoerig bestudeerd, zowel de uitwendig gedaante als de inwendige organen. En natuurlijk vond hij wederom de zaadcellen en de eieren in hun organen. De belangrijkste slotsom was dat ook deze luizen volkomen organismen zijn met alle orgaansystemen. De studie over de bladluizen is al eerder ter sprake gekomen, met name daar waar het de parthenogenesis betreft. Reeds bij zijn tocht over de Berkelse meren in 1674 kwam de honingdauw ter sprake, de uitscheiding van een zoetige kleverige stof vanuit de bladeren van de bomen. Eveneens als anderen had Antoni gevonden dat de mieren stallen hebben waar ze de luizen "melken". Ook vlooien komen meerdere malen ter sprake in de brieven. Omstreeks 1680 deed Antoni onderzoek naar de kakkerlak en vond hierbij de luchtbuizen ofwel de tracheeën die hij aanzag voor bloedvaten. Maar het gaat hier om het ademhalingssysteem van insecten. Uiteraard deed Antoni onderzoek naar muggen en vliegen,

wederom met alle aandacht gericht op de voortplanting. Hij beschreef nauwgezet de geslachtsorganen en vond ook zaadcellen en eieren. Met behulp van zelf gemaakte instrumentjes deed hij een ontleding van de hersenen van de mug. Veel studie heeft Antoni gemaakt van ogen, met name de facetogen hadden zijn belangstelling. Hij was onder de indruk van het grote aantal facetten in de ogen van de libelle, in zijn tijd “rombout” genaamd. En natuurlijk ging hij over tot het bepalen van het aantal facetten in dit oog en kwam daarbij uit op het getal van 25.088 per oog. Terwijl hij in zijn comptoir (werkkamer) hiermee bezig was zag hij ineens in elk facetje een omgekeerde afbeelding van de Nieuwe Kerk, het uitzicht vanuit zijn raam. Reden om burens en vrienden uit te nodigen om dit te laten zien. Antoni deed een zelfde ontdekking als Jan Swammerdam: bij het ontleden van wat toen doorging voor de koning der bijen vond hij tot enige verbazing een menigte aan eieren. De vermeende koning, die al een paar duizend jaar daarvoor werd aangezien, werd onttroond en zou voortaan koningin genoemd worden! Antoni was vooral ook praktisch ingesteld en dacht mee bij allerlei problemen. Zo deed hij uitgebreid onderzoek naar de “korenklander” die veel schade veroorzaakte op de graanzolders. Hij bedacht het zwavelen van de graanzolders en het opschudden van het opgeslagen graan. Tenslotte moet zeker ook genoemd worden zijn onderzoek naar de gallen op de bladeren van de bomen. Hierin bevinden zich larven die uitgroeien tot vliegjes die daarna de gal verlaten en weer aan een nieuwe cyclus beginnen.

Gewervelde dieren

Een lange reeks van zoogdieren, vogels en amfibieën komt in de brieven van Antoni ter sprake. De kikvorsen werden reeds eerder besproken en waren de opmaat naar kennis over de bloedsomloop. Wat betreft de vogels ging de interesse van Antoni uit naar de bouw van de veren, zowel de vlaggen als de pennen. Eieren werden met name onderzocht vanwege de schaalvliezen en de doorlaatbaarheid voor lucht. Het lag voor de hand dat Antoni veel belangstelling had voor vissen. De vismarkt was namelijk een steenworp van zijn huis verwijderd. Wat betreft de vissen deed Antoni een opmerkelijke ontdekking. Het bleek dat palingen schubben hebben en bij nader onderzoek vond Antoni ook de jaarringen in de schubben zoals bij andere vissen. Tot dan was het de gelovigen niet toegestaan om vissen zonder schubben te eten volgens een tekst uit Deuteronomium 14 vers 10: “Maar al wat geen vinnen en schobbens heeft en zult gij niet eten, het zal u lieden onreyn zijn”. Antoni had toen een appeltje te schillen met zijn predikant en nuttigde in het vervolg met

smaak zijn paling. Sprekende over de vissen bleek dat Antoni ook een goed inzicht had in de ecologie. Met name in het water zijn complexe biosferen die voor hun bestaan van elkaar afhankelijk zijn en onderling een belangrijke voedselketen vormen. Antoni was ook op dit punt zijn tijd ver vooruit.

Histologie

Het lag voor de hand om in het vervolg op de macroscopische ontleding het weefsel onder de microscoop nader te onderzoeken. Eigenlijk was dat vooral een aanzet om meer te weten te komen over de functie van het betreffende orgaan. Zo was de ontdekking van Niels Stensen (1638-1686) uit Leiden dat het hart een spier is, een aanzet tot het denken over de functie: een spier verricht immers werk, het hart is dus een pomp. Antoni deed zelf ook onderzoek naar de hartspier en vond daarbij de dwarse streepjes die kenmerkend zijn voor de onwillekeurige (buiten de wil om) spieren. Antoni deed meerdere pogingen om ook hersen- en ruggenmergweefsel onder zijn microscoop te onderzoeken. Dat lukte hem slechts ten dele omdat er nog geen goede fixatietechnieken waren. Wel heeft hij in die tijd reeds kleuringen met saffraan uitgevoerd om het weefsel zichtbaar te maken. Ook de darmen werden onderzocht waarbij hij ook de darmvlokken in beeld bracht. Allerlei soorten ontlasting werden onder de microscoop bestudeerd. In zijn eigen ontlasting vond hij toevallig nog een betrekkelijk onschuldig wormpje, de *Lambliia intestinalis*.

Plantkunde

Veel informatie over dit onderwerp komt tot ons uit de zogenaamde houtbrief van 12 januari 1680. Er is bijna geen boomsoort te vinden die hij niet heeft onderzocht. De schippers van de VOC brachten hout van de kokosboom en kokosnoten mee en ook die werden nauwgezet onderzocht. Op het gebied van de plantkunde was Nehemiah Grew uit Engeland de onbetwiste deskundige. We hebben hem al eerder ontmoet als voorzitter van de Royal Society. Constantijn Huygens heeft zich beijverd om Antoni hierover in te lichten en zorgde ook voor onderlinge contacten. Door Antoni werd een nauwkeurig onderzoek gedaan naar de bouw van het houtweefsel. Hij vond daarbij allerlei vaten, opgaande lange vaten en korte dwarsverbindingen. Hij was zelfs van mening dat er ook klapvaten waren die voorkomen dat de opwaartse stroom terugvloeit. Op grond hiervan stelde hij een theorie op over de vochtstromen in het hout waarbij ook zijn globulen weer van de partij waren. Deze opvatting werd bestreden door Nehemiah Grew en bleek ook later niet houtbaar te zijn.

Ook een grootmeester kan wel eens dwalen. Maar histologie is bepaald geen eenvoudig vak, men ziet alleen maar een structuur. Zeker niet geschikt om er conclusies aan te verbinden. Maar Antoni heeft weer veel goed gemaakt met een uitgebreide studie over de wieren. Vanzelfsprekend ging zijn belangstelling ook weer uit naar de voortplanting, tal van zaden en kiemen werden door hem onderzocht.

Geneeskunde

Antoni had geen medisch onderwijs genoten en was zeker ook geen anatoom. Wel had hij vele en goede contacten in Delft met tal van artsen, chirurgijns en de stadsanatomy. Wekelijks bezocht hij de wetenschappelijke bijeenkomsten in het Anatomisch Theater. Ongetwijfeld heeft hij daar veel kennis vergaard. Ook bezocht hij slagers om van alles te weten te komen over de inwendige organen van de dieren. Zodoende was hij in de gelegenheid om allerlei weefsel en organen nader te onderzoeken onder zijn microscoop. Ongemerkt beschikte hij over een omvangrijke kennis over van alles en nog wat. En dat was de mensen in Delft niet ontgaan, waren er moeilijke problemen dan wist men Antoni te vinden. Hij werd ook nog wel eens benaderd in het geval van bedrieglijke voorwendsels of ingebeelde ziekte. Blaasstenen en jicht waren veel voorkomende problemen, mogelijk toch veroorzaakt door bepaalde voedingsgewoonten in die tijd. Voor Antoni een dankbaar onderwerp vanwege zijn kennis van kristallen. Uitgebreid onderzoek werd door Antoni gedaan naar de werking van geneeskrachtige kruiden en giftige stoffen. Antoni zelf was wars van het gebruik van geneesmiddelen. Hij zou alleen iets innemen als hij er zelf onderzoek naar had gedaan. Hij had niet veel op met de geneeskunde van zijn tijd, met name bestreed hij het purgeren. Antoni had zo zijn eigen methoden: hij dronk veel zeer hete thee en koffie en.....twee glazen Rijnlandse wijn per dag! Ook op het einde van zijn leven weigerde hij alle mogelijke behandelingen en is mede daardoor mogelijk zo oud geworden. Zoals hij dat zelf beschreef: "hadde hij zich meermalen voorgenomen, wanneer hy quam siek te worden, geen medicinen te gebruyken, en alsoo in syn seer hooge jaren te sterven"

Van koopman tot wetenschapper

Na een moeizame jeugd, een aarzelende start en een zoektocht naar zichzelf ontpopte Antoni zich tot een geslaagd zakenman in de lakenhandel. Na het opstarten van zijn winkel in manufacturen te Delft werd hij in korte tijd een vertrouwenspersoon bij het stadsbestuur met meerdere verantwoordelijke

functies. Hij ontwikkelde zich verder middels een studie wiskunde en verkreeg een diploma als landmeter. Maar toen gebeurde er iets wat zijn leven en de wereld voorgoed zou gaan veranderen. Hij opende vensters naar een toen nog volkomen onbekende wereld, de wereld van de microbiologie. Het klimaat voor wetenschappelijk onderzoek was in Delft buitengewoon goed. Sleutelfiguren voor het contact van Antoni met de Royal Society waren Reinier de Graaf en Constantijn Huygens, in Engeland was dit Robert Hooke die vele jaren lang het contact onderhield met brieven over en weer.

Inmiddels zijn er weer enkele jaren verstreken na de beroemde brief van 1676 en de geruchtmakende zaadbrief. Antoni ging almaar door met zijn waarnemingen en bracht regelmatig verslag uit aan de Royal Society. In het begin van 1680 vroeg Hooke zich af waarom Antoni nog steeds geen lid was van de Royal Society, dus schreef hij maar weer een brief naar Antoni om hem te polsen. Het antwoord werd niet afgewacht en de Royal Society zette zijn benoeming in gang. Net als dat nu nog het geval is moest er eerst worden vergaderd. Nadat het besluit was genomen werd Antoni hiervan in kennis gesteld. Antoni was buitengewoon vereerd met deze hoge onderscheiding. Het erbij horende diploma met koninklijk zegel werd verzonden in een zilveren doos. Op 29 maart 1680 was hij dan benoemd tot fellow van de Royal Society. Aansluitend stuurde hij zijn bedankbrief naar de Royal Society. Antoni zelf groeide uit tot de belangrijkste auteur van de Philosophical Transactions van die tijd.

In de loop van de jaren die volgen kreeg hij bezoek van tal van vooraanstaande personen, onder meer vele keurvorsten, hertogen en landgraven van naam. Zeer vereerd was Antoni met het bezoek van Koning Karel II van Engeland, deze kreeg een uitvoerige uitleg met demonstratie over luizen. Voorts kwamen ook de koningen van Polen en Pruisen langs. Koning Karel II van Spanje wilde hem eveneens bezoeken en nodigde Antoni uit om naar Den Haag te komen. Maar dat ging niet door omdat de koning eerder vertrok vanwege de gunstige wind. Queen Mary, de echtgenote van Willem III, kwam onaangekondigd bij hem langs, zeer tot zijn spijt was Antoni op dat moment afwezig. Haar vader, koning Jacobus II en opvolger van koning Karel II, trof Antoni wel en kreeg van alles te zien. Aparte vermelding verdient het bezoek van Tsaar Peter de Grote van Rusland. De geschiedschrijver in die tijd heeft er een mooi verhaal over geschreven:

“Zijn (Czaar Peter’s) vertrek uit ’s Gravenhage geschiedde met een binnenjagt over Delft, alwaar hij de deftige wapenhuizen der Staten van Holland met zeer veel oplettendheid bezigtigde en het jagt voor het kruithuis der Algemeene Staten, nabij Delft, deed stil houden, en door twee Heeren zijns gevolgs den vermaarden Antoni van Leeuwenhoek deed verzoeken zich in een der volgende vrachtschepen met zijn weergalooze vergrootglazen bij hem te vervoegen, dewijl hij zelf bij doorvaren aan zijn huis wel zou gekomen zijn, bijaldien hij dit om de toevloed der menigte te ontvlieden met verdacht niet had achtergelaten. Hij vervoegde zich derwaarts en had de eer van onder andere zeldzame ontdekkingen den wonderlijken omloop des bloeds in een aalstaart, door middel zijner zonderlinge vergrootglazen tot zoo groot genoeg des Vorst te doen beschouwen, dat zo in deze als in andere bespiegelingen bij de twee uren werden gesleten en de Czaar vóór zijn vertrek den gemelden Leeuwenhoek, wegens te laten zien van zo overkleyne voorwerpen bij handtasting ook van zijne zonderlinge dankbaarheid verzekerde”. Bij zijn vertrek schenkt Antoni hem uit dankbaarheid 25 zilveren microscopen.

Tsaar Peter de Grote bracht ook een bezoek aan de hoogleraar geneeskunde en anatomie Frederik Ruysch te Amsterdam. Hij was diep onder de indruk van de grote verzameling van anatomische preparaten met afwijkende organen en misvormingen, zijn huis was als het ware een museum. Het gevolg was dat hij de verzameling kocht voor 30.000 florijnen en per schip middels 60 kisten naar Petersburg liet overbrengen. Deze verzameling is aldaar nog te bewonderen in Paleis de Hermitage.

Maar ook tal van geleerden uit buiten- en binnenland kwamen Antoni bezoeken. We hebben reeds eerder het voor Antoni zo belangrijke bezoek van Leibnitz uit Leipzig vermeld met wie hij ook een briefwisseling onderhield. Hij kreeg ook bezoek van de befaamde hoogleraar anatomie uit Leiden, Govert Bidlo (1679-1713). Aan het einde van zijn leven werd Antoni in hoge mate vereerd met een bezoek van Herman Boerhaave (1668-1738), hoogleraar geneeskunde te Leiden en Frederik Ruysch (1638-1731), hoogleraar geneeskunde en anatomie te Amsterdam. Zij werden vergezeld door de toenmalige burgemeester Dr Abraham Cornelisz van Bleyswijck, deze was arts en ook een neef van Antoni. Deze laatste is ook geschilderd op een van de Delftse anatomische lessen door de schilder Thomas de Wilt (1669-1733). Dat was voor Antoni een bekroning op zijn werk. En dat is de roem die roept om verbeelding. De schilder Johannes Verkolje (1650-1693) maakt een schilderij

van Antoni gekleed in de Japanse rok en met pruik. Naast hem het diploma van de Royal Society met het koninklijke zegel in beeld. De schilder Cornelis de Man (1621-1706) schildert een van de vier Delftse anatomische lessen. In beeld zijn de stadsanatom Cornelia Isaäcz 's Gravensande (1631-1691) doende met de ontleding van een borstkas. Prominent staat naast hem Antoni van Leeuwenhoek afgebeeld.

Iemand die veel roem heeft geogst kan rekenen op vijanden. Antoni was al hier en daar verguisd omdat hij geen wetenschappelijke opleiding had gevolgd en ook geen vreemde talen kende. Met name in eigen land werd hij nogal eens bestreden, maar zijn roem in het buitenland was ongekend groot. Het laat zich verstaan dat de Royal Society nieuwsgierig was geworden naar hoe Antoni het allemaal deed en wie hij eigenlijk was. Een van hun leden, de Ier Thomas Molyneux (1661-1733), kreeg de opdracht om Antoni te gaan bezoeken. Hij schreef een uitvoerig verslag waarin hij zeker positief is over de microscopen maar toch wel wat bedenkingen heeft tegen de persoon Antoni. Eigenlijk vond hij hem een merkwaardig iemand, wars van elke conventie of enige beïnvloeding van buiten. In 1710 kreeg Antoni bezoek van Conrad von Uffenbach (1683-1734), deze werd bepaald niet vriendelijk door dochter Maria ontvangen. Reden daarvoor was dat deze heer zich in het verleden nogal kritisch had uitgelaten over de kwaliteit van het werk van Antoni. Maar zijn grootste vijand was Nicolaas Hartsoeker uit Gouda. We kwamen hem al eerder tegen toen hij met Christiaan Huygens op weg naar Parijs ging met het zaad van honden. Hij eiste de prioriteit op van de ontdekking van de zaaddiertjes. Hij had hierover ook al een aanvaring gehad met Chr. Huygens in verband met de publicatie hiervan. In voorgaande jaren had hij Antoni wel eens bezocht, met name in 1672 en in 1679 toen hij terugkwam uit Parijs. In 1697 ging hij weer op bezoek bij Antoni vergezeld van de burgemeester van Delft. Tevoren had hij de burgemeester gevraagd zijn naam niet te noemen. De burgemeester was dit vergeten en stelde hem aan Antoni voor. Het gevolg was dat Antoni de demonstratie beëindigde en de microscopen met de preparaten weer opborg waarna hij Hartsoeker maande onmiddellijk te vertrekken. De wraak van Hartsoeker kon niet uitblijven. In 1698 kwam hij met de publicatie "Proeve der deursichtkunde" met een verslag van zijn ontdekking van de zaaddiertjes. Onmiskenbaar een polemisch geschrift. In 1710 nam hij nog eens wraak met zijn boek "Eclaircissements sur les Conjectures physique" waarin hij Antoni wederom onderuithaalt. Nadat beide heren waren overleden verscheen er in 1730 een herdruk van deze uitgave, voorzien van een bijlage met de sprekende

titel: “.....extrait critique des lettres de M. Leeuwenhoek, par feu M. Hartsoeker”. Al zijn frustraties heeft hij in dit geschrift met veel haat en nijd neergelegd. De vraag die de lezer hier zal bekruipt is of Antoni zelf eigenlijk wel zo volmaakt was. Gelukkig had Antoni wel betere karaktereigenschappen. Hij was vooral goudeerlijk en altijd bereid om zijn mening voor een betere in te wisselen. Hij toonde altijd respect voor de deskundige mensen om hem heen. Maar er waren standpunten waar hij beslist niet van afweek, enige koppigheid was hem niet vreemd. Toch bekwam ook hem een zekere mate van hoogmoed maar uiteindelijk kwam hij toch gelouterd uit de strijd.

Levensende

In het jaar 1717 schreef Antoni zijn afscheidsbrief aan de Royal Society. Daarna heeft hij nog 6 jaar geleefd en veel brieven geschreven. Toch vond hij zelf dat zijn gezondheid achteruit ging. Veelal had hij maagpijn gepaard gaande met benauwdheid en misselijkheid. Men heeft wel eens verondersteld dat Antoni hartritmestoornissen zou hebben gehad, maar Antoni had zelf vastgesteld dat zijn polsslag regelmatig was. Hij dacht zelf dat het te maken zou kunnen hebben met een stoornis in het diafragma (middenrif). Dus was er weer werk aan de winkel en bestelde hij bij de slager het diafragma van een schaap en een koe teneinde deze te onderzoeken. Hij was ervan overtuigd dat de oorzaak van zijn klachten in dit orgaan zou zijn gelegen. Uiteraard werd er een uitvoerig verslag van gemaakt, heden ten dage staat deze ziekte bekend onder de naam “Ziekte van Antoni van Leeuwenhoek”. Latere onderzoekers zijn van mening dat er hier sprake zou kunnen zijn geweest van “palatale myoclonus” ofwel het “buikdanser-syndroom”. Wat de oorzaak werkelijk zou kunnen zijn geweest zullen we niet weten. Het ligt veel meer voor de hand te denken aan een gezwel van de slokdarm met doorgroei naar het diafragma, maar dat is slechts gissen. Antoni bleef actief tot aan zijn dood, zelfs op zijn sterfbed heeft hij nog brieven gedictieerd. Antoni stierf op 26 augustus 1623 en werd op 31 augustus met statie begraven in de Oude Kerk. Er waren meerdere koetsen en 16 dragers, de kerkklokken werden driemaal geluid en dat alles voor de prijs van 30 florijnen. Het volk van Delft stond aan de kant en treurde om het verlies van hun grote zoon.

Antoni werd eerst begraven aan de noordzijde van de Oude Kerk, in het graf van zijn tweede vrouw. In 1739 werd hij herbegraven aan de zuidzijde, dit hield verband met het feit dat dochter Maria hier een monument ter nagedachtenis

liet plaatsen. Het monument werd ontworpen door de kunstenaar Taco Hayo Jelgersma (1702-1795) uit Haarlem en de beeldhouwer was Gerrit van der Giessen. Dochter Maria zorgde voor een indrukwekkende tekst op het monument.

Nalatenschap

Antoni had in de loop van zijn leven een vermogen opgebouwd, schattingen noemen een bedrag van 90.000 florijnen. Antoni gaf leningen uit aan het weeshuis en ook aan zijn familie tegen 3% rente. Per legaat schonk Antoni 25 zilveren microscopen aan de Royal Society, een voor een verpakt in Japanse lakdoosjes en voorzien van diverse onderzoeksobjecten. In 1745 kwam ook dochter Maria te overlijden. De inboedel werd geveild waarbij, zoals later bleek, ook nog goud en zilver werd gevonden onder het bed van Maria. Helaas heeft men toen verzuimd om de indeling van het woonhuis daarbij te vermelden en van die inboedel is nimmer meer iets teruggevonden.

Gedenktekens

Het geboortehuis bij de Oostpoort is door een slordigheid van de toenmalige stadsarchivaris in jaren '30 van de vorige eeuw afgebroken, op die plaats bevindt zich nu een school. Het woonhuis van Antoni op de hoek van de Nieuwstraat en de Hippolytusbuurt is al veel eerder afgebroken. Op de vermoedelijke plaats, het tweede pand vanaf de Nieuwstraat is een gedenkplaat aangebracht. Op het hek van het Meisjeshuis aan de Oude Delft bij de Boterbrug is in 1875 bij een herdenking een Astrolabium aangebracht met een borstbeeld van Antoni van Leeuwenhoek. Men was toen in de veronderstelling dat zijn woonhuis op deze plaats zou hebben gestaan. Replica's van de microscopen van Antoni zijn in Delft te vinden in het Stadhuis en in het Microbiologisch Instituut van de TU. Maar het meest indrukwekkende monument bevindt zich in de Oude Kerk, daar zijn ook de vitrines met informatie te vinden. Op de wand daarnaast, Antoni kijkt er op uit, is de al even indrukwekkende gedenkplaat van Reinier de Graaf. Daar zijn ze dan voor altijd onafscheidelijk aan elkaar verbonden. In 1747 werden de 500 microscopen van Antoni geveild. De catalogus hiervan is bewaard gebleven, in het Medisch Farmaceutisch Museum van Delft is nog een exemplaar aanwezig. Weliswaar bevindt zich hierin uitgebreide informatie, maar van de microscopen zelf is niet veel meer teruggevonden. Zo nu en dan duikt er ergens nog wel eens een exemplaar op dat dan voor veel geld wordt geveild.

Nabeschouwing

Bezien wij de mens Antoni van Leeuwenhoek nader, dan is hij begenadigd vanwege een aantal opmerkelijke gaven. Ten eerste zijn helder verstand en zakelijk inzicht. Opmerkelijk vooral is zijn technische vaardigheid en buitengewoon scherp waarnemingsvermogen. Welke plaats moeten wij hem toebedelen in de ontwikkeling van het wereldbeeld? In ieder geval is hij een heel belangrijke schakel op tal van wetenschappelijke terreinen. De vraag of hij het wereldbeeld heeft veranderd moet in een ander perspectief geplaatst worden. Zijn verdienste is vooral dat hij vensters heeft geopend naar een tot dan volledig onbekende wereld die hij als eerste waarnam onder zijn microscoop. Daartoe heeft hij ongemerkt een wereld geopend naar tal van nieuwe ontwikkelingen in de toekomst. Hij heeft daardoor de wetenschap boven zichzelf uitgetild en klaar gemaakt voor een nieuwe werkelijkheid. Hij heeft de ogen van de wetenschap geopend en deze uitgenodigd om oog te hebben voor een nieuwe zichtbaar gemaakte werkelijkheid. Het is begonnen met de diertjes van Antoni van Leeuwenhoek en geëindigd in het heden met de deeltjes van de nanotechnologie met ongekende mogelijkheden voor de toekomst. Verleden en heden zijn begrepen in de toekomst. Voor Antoni bestond er geen horizon, zijn oog reikt over de horizon en ziet uit op de eeuwigheid. We laten hem nog eenmaal aan het woord met een citaat uit de brief van 8 maart 1696 aan de Royal Society:

“Wij en kunnen den Heer en maker van het geheel Al, niet meer verheerlyken, als dat wy in alle zaken, hoe klein die ook in ons bloote oogen zyn, als ze maar leven en wasdom hebben ontfangen, zyn alwysheit en volmaaktheit, met de uiterste verwondering sien uitsteken”.

Addendum

Het addendum bevat een overzicht van alle onderzoeken die Antoni in zijn leven heeft verricht. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen onderwerpen die door hem uitvoerig zijn beschreven en de objecten die hij onder zijn microscoop heeft bestudeerd, er zijn natuurlijk raakvlakken in deze beide lijsten. Voorts worden de grafschriften op de zuil (vertaling vanuit het Latijn) en op de zerk vermeld. Dan volgt een praktisch overzicht van alle maten die Antoni hanteerde. Tenslotte een lijst van gerelateerde sites op internet.

ADDENDUM

Onderwerp	Pagina
Onderzoekingen	48
Onderzoeksubjecten	49
Grafschriften	50
Maten	51
Literatuur	52
Internet	53

Onderzoekingen Antoni van Leeuwenhoek

Tekstuele vermeldingen

Bacteriologie: afmetingen, groei, luchtplankton, soorten

Bloedsomloop: aal, hanenkam, kikvors, vleermuis, garnaal

Eierschalen: bouw, chemie, functie, schaalvliezen

Fysiologie organen: darm, gal, haarvaten, hart, lever, maag, tong

Geologie: bewegingen aarde, dampkring, duinvorming, gesteenten, grondsoorten, krijtrotsen, mist, rivierzand, veengrond, zeespiegel

Haren: dikte, structuur, vorming

Generatio Spontanea: krachtig bestreden

Hersenen en ruggenmerg: dier, mug

Houtweefsel: klapvliezen, vaten in de bast

Kristallen: bergkristal, diamant, jicht, goud, krijt, marmer, zand, zilver

Natuur- en scheikunde: barometer, bouw materie, luchtpompjes, magnetisme, meetroede, metalen (goud/koper/zilver), s.g. bepalen, vuur, water, zwavel

Ogen: lens, hoornvlies, facetogen, kreeftogen, oogzenuw

Parthenogenesis: bladluizen

Planten: brandharen, gallen, ribben, transport, voeding, wortels

Schubben: paling en haring

Smaak: functie tong, invloed scherpe kruiden, smaak suiker, tongpapillen

Spierweefsel: functie, hartspier, opbouw, spiervezels

Sporenvorming: algen, bacteriën, mosselen, raderdiertjes, schimmels, varens, zaadplanten, zwammen

Vruchten en zaden: tal van planten, kokosnoot, zetmeel

Wiskunde: berekeningen, landmeter, telraam, wijnroeier

Zaadcellen: bij mens, dier, insecten, vissen en weekdieren

Onderzoeksubjecten Antoni van Leeuwenhoek

Waarnemingen onder de microscoop

Eiernesten en teelballen: bij tal van dieren en insecten

Gisten en schimmels

Hout: beuk, eik, grenen, palmboom (kokos), wilg

Insecten: bijen, bladluis, gallen, hommels, kakkerlakken, kevers, korenworm, libel, luis, meikever, mier, mijt, mug, spin, sprinkhaan, vlo, zijderups

Kreeften: garnalen, krabben

Menselijk lichaam: bloed, bot, haar, maag, nagels, speeksel, ontlasting

Micro-organismen: algen, **bacteriën**, bodemorganismen, boldiertje, diatomeeën, ééncelligen wieren, klokdiertje, pantoffeldiertje, parasieten raderdiertje, waterluis, wieren, enz. enz.

Parasieten: blad- en schildluizen

Planten: asperges, gras, rogge, tarwe, maagdenpalm, kokosnoot

Reptielen: hagedis, kikvors (ontwikkeling)

Schaaldieren: mossel, oester, garnaal

Tanden: opbouw bot/glazuur, wortelkanaaltjes

Trilharen: functie, trilhaardiertjes, trilhaarepitheel

Viervoeters: koe, muis, paard, schaap, bever

“Viezigheid”: drek, prut dakgoot, putjeswater, regenton

Vissen: baars, haring, paling, snoek, tong

Vogels: duif, eend, haan, kip, mus, papegaai, vleermuis

Weekdieren: azijnaaltje, koraal, lintworm, mossel, oester, veenmossel, wormen, zoetwaterpoliep Hydra

Zaadcellen: insecten, dieren, mens, weekdieren, vissen enz.

Zwammen: roestzwammen (roestziekte planten), sporen

Grafmonument in 1739 opgericht door dochter Maria

Aan de liefdevolle en eeuwige herinnering van Antoni van Leeuwenhoek, lid van de Koninklijke Engelse Sociëteit, die door het inwendige van de natuur en de natuurkundige geheimen met de door hem zelf uitgevonden en met wonderbaarlijke bekwaamheid gemaakte microscopen met een onvermoeibare ijver en onderzoek aan het licht te brengen en deze in de Nederlandse taal te beschrijven, zich verdienstelijk gemaakt heeft voor de gehele wereld

Dit monument voor haar zeer dierbare vader heeft de diepbedroefde dochter Maria van Leeuwenhoek geplaatst

Maten Antoni van Leeuwenhoek

Soort	Eenheid	Hoeveelheid
Rijnlandse roede	m	3,767
Rijnlandse voet	cm	31,4
Duijm	cm	2,61
Groff sant	μ	870
Gemeen sant	μ	400
Santge	μ	260
Paardenhaar	μ	125
Hair uyt mijn baert	μ	100
Hair van ons hoofd	μ	60-80
Hair van mijn paruijck	μ	4,3
Hair van een luijs	μ	3-9
Hairtge van een miter	μ	1-3
Oog van een watervloo	μ	200
Oog van een luijs	μ	50-60
Sijdwormdraatgen	μ	8 bij 16
Rood cloodgen van het bloet	μ	7,2
Kleinste "diertgens in peperwater" (bacteriën)	μ	2-3

Literatuur

A. Schierbeek, Antoni van Leeuwenhoek, Zijn leven en zijn werken, deel I en II, De Tijdstroom te Lochem, 1950-1951

C. Dobell, Anthony van Leeuwenhoek and his little animals, Hardcourt, Brace and Company, 1932

Dr H.L. Houtzager en Drs L.C.Palm, "VAN LEEUWENHOEK HERDACHT", Serie-uitgave van het Genootschap Delfia Batavorum, nummer 8, 23 oktober 1982, Rodopi Amsterdam

De Van Leeuwenhoek-brief van 9 oktober 1976, de geboorte van de microbiologie, met een inleiding van Dr A. Schierbeek, uitgave van de Koninklijke Nederlandse Gist- en Spiritusfabriek NV te Delft, 1960

Eric Jorink, "Het Boeck der Natuere", Primavera Pers, Leiden 2007, ISBN 9059970276

"De snijkunst verbeeld" Delftse anatomische lessen nader belicht, uitgave van de Reinier de Graaf Groep te Delft onder redactie van Hans Houtzager en Michiel Jonker, Waanders Uitgevers te Zwolle. Uitgave ter gelegenheid van het 750-jarig bestaan van het Oude en Nieuwe Gasthuis te Delft, 2002.

Dr Richard Teunissen, "Uit het leven van Antony van Leeuwenhoek", Uitgeverij Het Spectrum, jaartal niet bekend

Luuc Kooymans, "Gevaarlijke kennis" 2007, Uitgeverij Bert Bakker (Prometheus), Amsterdam, ISBN: 9789035132504

"Van Leeuwenhoek, Groots in het kleine", Wetenschappelijke Biografie, Veen Media 2014, ISBN: 9789085711858

Prof. Dr J. James, "Van Leeuwenhoeks ontdekking van bacteriën: een blik te ver vooruit", N. T. v. Geneeskunde 2004, 25 december, 148 (52), pagina 2590-2594

Jonathan I. Israel, De Republiek, 1477-1806, Franeker, 1997

Internet

Nederlandse auteurs van naam hebben sedert de jaren '40 een uitgave verzorgd van "Alle de Werken" van Antoni van Leeuwenhoek. Met een Engelse tekst ter linker zijde en een Nederlandse tekst ter rechter zijde. Deze uitgave is te vinden op internet bij de Bibliotheek der Nederlandse Letteren en kan men downloaden:

<http://www.dbnl.org/auteurs/auteur.php?id=leeu027>

Zeer informatief is de site van Lens on Leeuwenhoek:

<http://lensonleeuwenhoek.net/http://www.ngvm.nl/joomla3/images/microwereld/Microwereld%20059c.pdf>

Indrukwekkend is de site van Willem Kolvoort betreffende de onderwaterfotografie met spectaculaire beelden van de "diertjes":

<http://lensonleeuwenhoek.net/>

Indrukwekkend is de site Microwereld van Hans Loncke die een leven lang replica's heeft vervaardigd:

<http://www.ngvm.nl/joomla3/images/microwereld/Microwereld%20059c.pdf>

Zeer aan te bevelen is de site van Lesley Robertson van de TU Delft. Zij maakt filmbeelden van de "diertjes" van Antoni van Leeuwenhoek door replica's van zijn microscopen. Op deze wijze krijgt men in beeld wat Antoni zelf als eerste heeft gezien:

<https://delftschoolmicrobiology.weblog.tudelft.nl/author/Lesley-2/>

