

profiterende van het feit, dat de champingnon-teelt in dit deel van het stelsel in de laatste jaren is verminderd. Deze verschuiving wordt aangetoond in fig. 13.

References

- Bels, L., 1952. — Fifteen years of bat banding in the Netherlands. Thesis, Utrecht. Reprinted from Publ. Natuurhist. Gen. Limburg, Reeks V.
- Bezem, J. J., J. W. Sluiter and P. F. van Heerdt, 1964. — Some characteristics of the hibernating locations of various species of bats in South Limburg. Proc. Kon. Ned. Akad. Wet., Amsterdam, C 67, nr 5.
- Nieuwenhoven, P. J. van, 1956. — Ecological observations in a hibernation-quarter of cave-dwelling bats in South-Limburg. Thesis, Amsterdam, Reprinted from Publ. Natuurhist. Gen. Limburg, Reeks X.
- Sluiter, J. W. and P. F. van Heerdt, 1957. — Distribution and decline of bat populations in S. Limburg from 1942 till 1957. Natuurhist. Maandblad 46, 11—12.

NIELS STENSEN

Anatoom en geoloog

1638—1686

(with a summary)

door

E. M. KRUYTZER

De aanleiding tot het schrijven van dit artikel is het feit, dat het op 4 december driehonderd jaar geleden is, dat de Leidse universiteit Stensen promoveerde tot Doctor Medicinae. Het merkwaardige van dit gebeuren in 1664 was, dat de promotie plaats vond tijdens de afwezigheid van Stensen, die toen in het buitenland vertoefde. De reden, waarom wij deze herdenking aangrijpen om over Stensen te schrijven, is dat de *medicus* Stensen door zijn wetenschappelijk onderzoek zeer belangrijke bijdragen heeft geleverd zowel aan de biologie als aan de geologie.

Stensen is natuurlijk geen onbekende in ons land, daar hij zijn wetenschappelijke arbeid in Nederland is begonnen, maar toch is hier weinig over hem geschreven. De bekende schrijver van de geschiedenis der biologie, Dr. A. Schierbeek, heeft meermalen het werk en de betekenis van Stensen naar voren gebracht, doch



Nicolaus Stenonius

Dit is het enige portret, dat van Steno bekend is. Het bevindt zich te Florence (Palazzo degli Uffizi). Schilder onbekend.

alleen in verband met zijn samenwerking met Jan Swammerdam (1637—1680) en Malpighi (1628—1694), met wie Stensen in vriendschap was verbonden (Schierbeek 1923, 1946). Een biografie van Stensen is in ons land niet te vinden, laat staan een samenvatting van zijn wetenschappelijk werk. In 1953 publiceerde Schlichting in het Deense tijdschrift Centaurus een artikel over een manuscript van Stensen, dat pas ontdekt was in de Nationale Bibliotheek van Florence. Dit manuscript is bekend als het Chaos-manuscript, zo genoemd naar het woord Chaos, dat Stensen op de titelpagina gezet had, om aan te duiden, dat het geschrift zou handelen over onderwerpen van zeer uiteenlopende aard. In het Nederlandse Tijdschrift voor Geneeskunde versche-

nen in 1911 twee korte aantekeningen over Stensen (Van Herweden en De Feyfer). Er zullen nog wel meer artikelen van Nederlandse zijde in verschillende tijdschriften, bijzonder in de medische, verschenen zijn, maar ik ken ze niet.

Een tijdschriftartikel kan natuurlijk de leemte in onze literatuur niet aanvullen. De bedoeling van dit artikel is dan ook enkel en alleen de aandacht te vragen voor het leven en het werk van een zeer interessant man, die in Nederland gewerkt heeft, en in het land van zijn geboorte, Denemarken, in hoog aanzien staat.

Levensloop

Niels Stensen (Nicolaus Stenonis of meestal Steno, soms Stenonius) werd te Kopenhagen geboren op 1 januari 1638, volgens de toen nog in Denemarken geldende Juliaanse tijdrekening, dus op 11 januari volgens onze tijdrekening, de Gregoriaanse. Hij was de zoon van Sten Pederson, een goudsmid van goede reputatie, wiens voorvaderen gewoond hadden in Scania (Schonen), toen nog een Deense provincie (thans Zweden), waar verschillende van hen parochieherders waren in de Lutherse kerk. Ongeveer tien jaar oud ging Niels naar de latijnse school zijner stad, de oude Onze Lieve Vrouwe School (Vor Frue Skole), die nu heette de Metropolitane school. Van grote betekenis voor zijn hele leven waren zijn leermeesters, de rector Jörgen Eilersen, mathematicus, en de humanist Ole Borch, die hem ook belangstelling bijbracht voor scheikunde en botanie. Met zijn beide leermeesters bleef Steno zijn hele leven lang in vriendschap verbonden.

Op 18 jarige leeftijd (1656) werd Niels ingeschreven als student aan de Universiteit van Kopenhagen en koos als praeceptor professor Thomas Bartholin, die hem vertrouwd maakte met de anatomie. Het geslacht Bartholin is een beroemd geslacht, dat vele geleerden heeft voortgebracht. Uit het bovengenoemde Chaos-manuscript, begonnen in 1659, blijkt, dat Niels niet uitsluitend belangstelling had voor de studie der medicijnen, die hij gekozen had, maar ook voor de andere wetenschappen. Hij studeerde schei- en natuurkunde, het boek „Siderius Nuncius” van Galilei, trouwens het hele

werk van Galilei, dus ook de strijdvraag: Ptolemaeus of Copernicus. Bovendien bestudeerde hij de werken van grote filosofen, o.a. Descartes, die hij bewonderde, maar ook becritiseerde. Verder blijkt uit het manuscript, dat hij de lenzen sleep voor zijn teleskoop en vele instrumenten zelf vervaardigde. Deze technische vaardigheid, opgedaan in de werkplaats van zijn vader, later van zijn stiefvader, is hem het hele leven bijgebleven.

Een bescheiden erfdeel van zijn vroeg gestorven vader stelde Niels in staat het voorbeeld te volgen van vele studenten uit Zweden en Denemarken, de studie voort te zetten in het buitenland. Het Holland van de zeventiende eeuw stond hoog aangeschreven. Zo verliet Niels in 1659 Kopenhagen en wij vinden hem in het begin van 1660 terug in Amsterdam, waar hij zich had laten inschrijven als student aan het Athenaeum Illustre, de latere universiteit, en zijn intrek genomen had bij professor Gerard Blaes (Blasius ca. 1625—1682), een zwager van Thomas Bartholin.

Reeds spoedig na zijn aankomst te Amsterdam deed Steno een belangrijke ontdekking op anatomisch gebied (zie later). In mei 1660 ging Steno naar Leiden, om daar zijn studie voort te zetten onder leiding van de bekende professoren Franciscus de le Boë Sylvius en Johannes van Horne. In Leiden ontmoette hij Reinier de Graaf (1641—1673) en werd bevriend met Jan Swammerdam, die hij reeds in Amsterdam ontmoet had. Beide vrienden, Steno en Swammerdam, hadden dezelfde belangstelling: en voor godsdienstige problemen en voor de medicijnen en de natuurwetenschappen.

In Leiden leerde Steno ook de wijsgeer Spinoza kennen, wiens werk diepe indruk op hem gemaakt had. Ook zij werden vrienden, want Spinoza had grote belangstelling voor de nieuwste ontdekkingen op het gebied der natuurwetenschappen.

In Leiden (1660—1664) deed Steno nog meerdere belangrijke ontdekkingen op anatomisch gebied, die hij publiceerde, en daardoor, nog steeds student zijnde, de aandacht op zich vestigde. Men hield ook van hem, omdat hij altijd even bescheiden bleef.

De dood van zijn stiefvader en de daaruit gevolgde financiële moeilijkheden dwongen

Steno in 1664 Leiden te verlaten, voordat hij zijn studie voltooid had. Spoedig na zijn aankomst te Kopenhagen voltooide hij wel zijn werk over spieren en klieren: „De musculis et glandulis observationum specimen”, dat in 1664 te Amsterdam en Kopenhagen werd uitgegeven. Steno had gehoopt een aanstelling te krijgen aan de universiteit, doch de professoren trokken zonen en neven voor.

Na de dood van zijn moeder vertrok Steno naar Parijs, zonder Holland aan te doen, doch Leiden zou hem niet vergeten. Een maand na zijn aankomst te Parijs werd hem de doctorsbul verleend. Te Parijs verbleef Steno ongeveer een jaar. Blijkbaar waren de financiële moeilijkheden overwonnen. In Parijs vertoefde hij in de academische kringen, waar hij ook De Graaf en Swammerdam ontmoette. Hij sprak er met bekende chirurgen en werkte vooral aan embryologische vraagstukken, waarvan hij het resultaat in meerdere publicaties bekend maakte. Zijn beroemdste werk van die tijd is echter zijn „Discours sur l'anatomie du cerveau”, die hij gehouden heeft voor een groep van geleerden ten huize van Th é v e n o t, de latere bibliothecaris van Lodewijk XIV. Uit dit select gezelschap is het volgend jaar (1666) de Académie Royale des Sciences ontstaan. Te Parijs leerde Steno de katholieke kerk van nabij kennen. Van belang voor zijn later leven waren ongetwijfeld de gesprekken, die hij daar gevoerd heeft over godsdienstige vraagstukken.

Na dit in alle opzichten zo belangrijke Franse jaar verliet Steno Parijs om zich naar Italië te begeven. Hij verbleef geruime tijd te Montpellier, waar hij enkele vooraanstaande figuren uit de Engelse wereld ontmoette, o.a. de arts William Croune, door wie de ideeën van Steno bekend werden in de pas gestichte Royal Society. Croune heeft op de vergaderingen van de Society meerdere brieven van Steno voorgelezen; ook werden verschillende van Stensen's geschriften uitvoerig besproken.

In februari 1666 betrad Steno de Italiaanse bodem en werd gastvrij opgenomen in het huis van de bioloog Francesco Redi te Pisa. In mei ontmoette hij in Rome Marcello Malpighi, om daarna naar Florence te gaan, waar de groothertog van Toscane, Ferdinand II, hem met grote hartelijkheid ontving. Het hof der Medici was een beroemd centrum van

wetenschap en kunst. Steno werd lijfarts van de groothertog en anatoom van het ziekenhuis Santa Maria Nuova, tevens lid van de „Accademia del Cimento”, de Academie van het experiment, de in 1657 te Florence opgerichte vereniging van beoefenaars der natuurwetenschappen, die als eerste uitdrukkelijk het experiment tot uitgangspunt koos. In feite was deze Academie een voortzetting van de wetenschappelijke traditie van Florence, ingezet door mannen als Leonardo da Vinci, Galilei en Torricelli.

Aan het hof der Medici werd Steno geoloog (zie later). Van uit Florence ondernam hij verschillende buitenlandse reizen.

Op 7 november 1667 werd Steno katholiek. Het is hier niet de plaats om in te gaan op de motieven, die hem gebracht hebben tot deze stap, noch op het groeiproces van zijn bekering, wij willen alleen vaststellen, dat Steno deze moeilijke stap gezet heeft na veel gebed en studie en na lange inwendige strijd. Wij hebben reeds gezien, dat Steno belangstelling had voor godsdienstige problemen, en het zal ons niet verwonderen, dat weldra enige theologische traktaten van zijn hand verschenen, maar onvermoeid bleef hij doorwerken aan de natuurwetenschappelijke problemen, heel bijzonder op geologisch gebied. Wij kunnen zelfs zeggen, dat het eerste jaar na zijn bekering een der vruchtbaarste was van zijn leven (zie later).

Het verblijf te Florence werd tweemaal onderbroken tengevolge van een uitnodiging naar Denemarken te komen. De tweede keer kreeg hij een aanstelling tot Koninklijk Anatoom (1672—1674). Als Anatomicus regius had hij het recht demonstraties te geven in het Theatrum anatomicum, van welke er vele door anderen zijn opgetekend. Professor kon hij niet worden, omdat hij geen Lutheraan was. Dat mag ons niet verwonderen voor die tijd. Zo zou ook een Lutheraan als hoogleraar in Italië ondenkbaar zijn geweest.

Einde 1674 keerde Steno terug naar Florence. Enige maanden later, in 1675, werd hij priester gewijd in de dom van Florence. Men vond het niet nodig hem van te voren te examineren. Deze voor Steno zo belangrijke gebeurtenis betekende tevens het einde van zijn natuurwetenschappelijke loopbaan. Steno stond juist op het hoogtepunt van zijn wetenschappelijke loop-

baan, maar een nieuwe taak wachtte hem. „Man kann betrauern, was die Wissenschaft verlor, aber man muss den bewundern, der wirklich alle Konsequenzen zu ziehen vermochte, unbedingt und in jener Richtung... dazu gehört eine Persönlichkeit von ganz anderem Stoff als wir Menschen — die grossen sowohl als die kleinen — gewöhnlich gemacht sind”. Dit citaat is van Kierkegaard (1813—1855), een bekend Deens schrijver en filosoof, zoals ik het gevonden heb bij Scherz (1963, p. 48).

31 augustus 1677 werd Steno op verzoek van hertog Johann Friedrich van Hannover, die hij reeds eerder ontmoet had, door de paus benoemd tot Apostolisch Vicaris van bijna geheel Noord-Duitsland en Scandinavië, met Hannover als residentie, en tot titulair bisschop van Titopolis i.p.i. Op 19 september werd hij te Rome bisschop gewijd en in november begon hij zijn apostolische loopbaan in de letterlijke zin des woords, want hij begaf zich per pedes apostolorum, d.w.z. gewoon te voet gelijk de apostelen, van Rome naar Hannover. Gedurende twee jaren heeft hij zijn geestelijk domein doorkruist, maar in 1679 kwam er voorlopig een einde aan zijn taak, daar de opvolger van hertog Johann protestant was. Steno werd nu benoemd tot wijbisschop van Münster. Moeilijkheden van interne aard waren de reden, waarom hij Münster in 1683 verliet en zich naar Hamburg begaf, waar hij gewerkt heeft, weer als Apostolisch Vicaris, tot 1685. Toen besloot Steno met goedvinden van de paus naar Italië terug te keren. Onderweg deed hij Schwerin (Meckelenburg) aan, waar men zijn hulp hard nodig had en hij als gewoon priester gewerkt heeft tot aan zijn dood. Hij heeft daar geleefd in de grootste armoede en stierf er op 25 november (Jul. kal.) 1686. Hij werd begraven in de dom van Schwerin, maar in 1687 werd zijn stoffelijk overschot naar Florence vervoerd, waar het werd bijgezet in de crypte van S. Lorenzo, de kerk der Medici. In de nacht van 24 op 25 oktober 1953 werd zijn gebeente opgegraven en overgebracht naar een zijkapel van de S. Lorenzo, waar het gelegd werd in een oud-christelijke sarcophag, die door het Italiaanse ministerie van Onderwijs hiervoor ter beschikking was gesteld.

Stemmen na de dood van Steno

De stemmen, die gehoord werden onmiddellijk

na de dood van Steno om zijn nagedachtenis te eren, hadden vooral betrekking op zijn persoonlijkheid. Fr. Redi noemde hem „een man van niet gewone volmaaktheid”. De grote filosoof Leibnitz, die Steno's godsdienstige opvattingen niet deelde, maar toch veel van hem hield, onthield hem niet zijn oprechte bewondering. Zo waren er velen. Ofschoon deze mensen Steno ook als man der wetenschap eerden was er toen nog niemand, die het hele wetenschappelijke oeuvre van Steno kon overzien. Dat mag ons niet verwonderen. Steno was iemand, die overal thuis was en nergens. Zijn wetenschappelijke publicaties waren op verschillende plaatsen uitgegeven — sommige waren wel reeds vertaald (Steno schreef bijna altijd in het Latijn), maar ze bleven verspreid —; zijn tijdschriftartikelen, hoe belangrijk ook, waren reeds het verborgen leven ingegaan, dat aan dergelijke artikelen kort na hun verschijnen beschoren is. Steno heeft zelf nooit een samenvattend werk van zijn medische en natuurwetenschappelijke arbeid kunnen verzorgen, omdat zijn werktijd te kort is geweest. Bovendien heeft hij in de laatste elf jaren van zijn leven niets meer op dat gebied gepubliceerd.

De 18e eeuw was nog te traag om een man als Stensen te ontdekken, maar wanneer in de 19e eeuw de natuurwetenschappen zich gaan ontplooiën, zullen de beoefenaars hiervan zich herinneren, dat er vóór hen ook reeds baanbrekend werk is verricht. Men grijpt ook terug naar Steno.

De geologen ontdekken Steno eigenlijk het eerst. De beroemde Duitse ontdekkingsreiziger Alexander von Humboldt en de Engelse geoloog Charles Lyell, de schrijver van het bekende werk „Principles of Geology”, worden eenvoudig enthousiast, wanneer zij kennis nemen van Steno's werk. Op de 200e verjaardag van het verschijnen van Steno's meest beroemde werk „De Solido”, in 1869, noemt Giovanni Capellini uit Bologna dit een werk „bestemd voor de onsterfelijkheid”. De deelnemers aan het Italiaanse geologencongres van 1881 te Bologna begaven zich naar Florence, om daar in de kloostergang van de kerk S. Lorenzo een bronzen plaat ter ere van Steno te onthullen. Dit was een hoogtepunt.

Op het eind van de 19e eeuw begon ook Denemarken, het geboorteland van Steno te

ontwaken. Er verschenen enkele biografieën, o.a. van A. D. Jørgensen (1884), en een andere Deen, G. Chr. Hansen, noemde hem een „geweldig genie”, wiens gedachten de wereld niet kon begrijpen.

De 20e eeuw zal pas de volle erkenning van het werk van Steno brengen. Niet alleen worden nieuwe Stensen-documenten ontdekt, maar ook worden vele van zijn werken vertaald in het Engels, Frans, Duits en Deens. De hoogleraar in de geschiedenis der geneeskunde aan de universiteit van Kopenhagen, Vilhelm Maar, gaf in 1910 de natuurwetenschappelijke werken van Steno uit in twee prachtige banden „Nicolai Stenonis Opera Philosophica, vol. I—II”, in een oplage van 350 genummerde exemplaren. In zijn voorwoord zegt Maar, dat Steno misschien het verst boven zijn tijdgenoten uitstak door zijn wetenschappelijke methode. „Hij stelde zijn vragen en gaf zijn antwoord als een natuurkundige van de twintigste eeuw... Het aantal van zijn nieuwe en belangrijke ontdekkingen is buitengewoon groot... Zijn genie openbaart zich in de conclusies, die hij uit zijn ontdekkingen afleidde en in zijn generalisaties” (Maar 1910, pp. XII en XIII).

De Deense Nobelprijswinnaar van de geneeskunde, August Krogh, erkent eerlijk, dat het vaderland van Steno verplicht is hem te eren als de grootste bioloog en een der grootste mannen, die Denemarken heeft voortgebracht.

Zo zijn er vele getuigenissen. De vlam slaat zelfs over naar de nieuwe wereld, waar men misschien nog meer enthousiast wordt dan in de oude wereld. Om één voorbeeld te noemen, Prof. William H. Hobbs, Ann Arbor, Michigan, roemt, evenals Maar (l.c.), Steno's uiterst kritische instelling en is van mening, dat Steno's vermaning, weten te twifelen, eigenlijk op de wanden van elk laboratorium moet staan.

De universiteit van Kopenhagen, die tijdens het leven van Steno de poorten voor hem gesloten hield, zal deze wijd openstellen en in haar publicaties: „Acta Historica Scientiarum Naturalium et Medicinalium edidit Bibliotheca Universitatis Hauniensis” geeft zij aan Scherz en anderen — afgezien van vroegere publicaties — ruimschoots de gelegenheid het werk van Steno te belichten (G. Scherz e.a. 1958, Scherz 1963). Aan deze twee werken heeft de schrijver vele gegevens, in dit artikel ver-

werkt, ontleend, terwijl hem ten dienste stonden de werken van Steno, uitgegeven door Maar (l.c.). Ik wil van deze gelegenheid gaarne gebruik maken om Mej. Dr. M. Rooseboom, directrice van het Rijksmuseum voor de Geschiedenis der Natuurwetenschappen te Leiden, hartelijk te bedanken voor de bereidwilligheid, waarmede zij mij bovengenoemd werk van Maar geruimen tijd ter beschikking heeft gesteld, en tevens voor de uitvoerige literatuuropgaven.

Het zal wel duidelijk zijn, dat in het kort bestek van een tijdschriftartikel Steno niet tot zijn volle recht kan komen. Men vertrouwde dus meer op het getuigenis van bovengenoemde autoriteiten dan op de uiteenzetting, die nu gaat volgen. Vanzelfsprekend blijven de theologische werken van Steno hier onbesproken. Deze zijn ook later gebundeld: „N. Stenonis Opera theologica I en II” (K. Larsen en G. Scherz, Hafniae 1941—1947).

Het wetenschappelijk werk van Steno

I. De anatoom Steno.

1. *Klieren en lymphvaatstelsel.* Steno begon zijn wetenschappelijke loopbaan te Amsterdam korten tijd nadat hij als student was ingeschreven. Op 7 april 1660 kocht hij op de markt een schaapskop, die hij mee naar huis nam om te ontleden. Hij deed toen zijn eerste belangrijke ontdekking, hij ontdekte nl. de afvoerbuis van de oorspeekselklier (de *glandula parotis*), die naar hem genoemd is de *ductus stenonianus* of *ductus Stenonis*. Om zeker te zijn van de zaak herhaalde hij de proef enige dagen later aan een hondskop, en met hetzelfde resultaat. Hoe blijde Steno ook was met deze ontdekking, toch heeft het hem heel wat verdriet bezorgd. Zijn leermeester en gastheer tevens, Gerard Blasius, aan wie hij zijn ontdekking mededeelde, trok deze in twijfel, en zeker zag hij het belang ervan niet in. Enige tijd later eiste Blasius echter de eer van de ontdekking voor zich op.¹⁾ Dit was het begin van een hevige strijd, die drie jaar geduurd heeft. Steno bleef altijd even hoffelijk als zakelijk ondanks het feit, dat Blasius zijn collega Nicolaas Hoboken uit Utrecht ter hulp riep, die Steno allerlei beschuldigingen naar het hoofd slingerde. Tenslotte kwam er een verzoening tot stand tussen

Steno en Blasius, maar Steno had het pleit gewonnen. Volledigheidshalve moet hier aan worden toegevoegd, dat de bovengenoemde afvoergang toen reeds bekend was aan Walter Needham (1631—1691), die haar reeds in 1655 (of 1654?) ontdekt had, maar het te laat gepubliceerd heeft (1667) (Maar l.c. p. III).

Deze eerste ontdekking van Steno was belangrijk en voor de wetenschap en voor hemzelf, want de klieren zouden hem voorlopig niet meer los laten.

Dat de parotis een afvoergang heeft, weet tegenwoordig natuurlijk iedereen en vindt dit de gewoonste zaak ter wereld, maar ten tijde van Steno kende men de betekenis van de klieren nog niet. Men beschouwde klieren als organen, die iets moesten opnemen en niet als organen, die bepaalde stoffen uit het bloed moesten af- of uitscheiden en derhalve — met uitzondering natuurlijk van de pas veel later ontdekte klieren met interne secretie — een afvoergang moesten hebben. Vroeger had men ook wel eens een uitvoergang, bv. van de alveesklier, gevonden, maar men had de betekenis hiervan niet ingezien. Het is juist de verdienste van Steno, dat hij onmiddellijk de betekenis van zijn vondst doorzag, nl. dat de parotis een vocht moest afscheiden, dat, door de afvoergang naar de mond gebracht, nodig was voor de spijsvertering.

Steno bestudeerde ook de parotis zelf en vond, dat deze bestond uit een speekselklier en een lymfeklier, die met elkaar verbonden waren door lymfheaven, enz. en beschreef nauwkeurig het hele proces van de secretorische werking. Dit bracht hem vanzelf tot het onderzoeken van andere klieren met secretorische functie. Zeer bekend is zijn werk over de oogklieren, dat in 1662 te Leiden werd uitgegeven met een voorwoord uit 1661. De zaak is nog al een beetje ingewikkeld, maar het resultaat komt hierop neer, dat Steno de eigenlijke traanklier heeft ontdekt en ook de traanwegen. Thomas Wharton (1610—1673) was van mening, dat de tranen uit het hersenvocht afkomstig waren en door holle zenuwen de oogkas bereikten. De opvatting van Steno, dat het traanvocht inderdaad van de traanklier afkomstig was en ook zijn mening over de betekenis van het traanvocht werden weldra algemeen aangenomen. Daarna heeft hij nog tal van andere

klieren gevonden en beschreven. Steno's studie over de klieren is van fundamentele betekenis geweest, maar van niet minder betekenis was zijn studie over het lymfvaatstelsel, waarmee hij door zijn onderzoek van de klieren vanzelf in aanraking was gekomen. Ook het lymfvaatstelsel en het verloop van de lymfe kwamen in een heel ander licht te staan. Wij kunnen hier onmogelijk verder op in gaan en willen volstaan met het getuigenis van de bekende Parijse hoogleraar in de geschiedenis van de geneeskunde, Daremberg (1817-1872), die zegt, dat wat William Harvey voor de kennis van de bloedsomloop deed, door Steno voor de lymfomloop is gedaan. Wij mogen in de studie van Steno zien de bekroning van het werk van zijn oud-leermeester en vriend Thomas Bartholin, die de lymfheaven had ontdekt, ongeveer tegelijkertijd met de Zweed Olaf Rudbeck, beiden onafhankelijk van elkaar, en ook van het werk van zijn Leidse leermeester Johannes van Horne, de ontdekker van de ductus thoracicus (borstbuis). Thomas Bartholin is ook de stichter van het eerste tijdschrift op natuurwetenschappelijk gebied, de *Acta Medica & Philosophica Hamenensia* (1673—1680), waarin 9 publicaties van Steno zijn opgenomen. Hij heeft het nageslacht verder een grote dienst bewezen door de aan hem gerichte brieven op medisch gebied en zijn antwoorden hierop te bundelen (Th. Bartholini *Epist. Med. Cent.* 1667). De hierin opgenomen brieven van Steno zijn een niet geringe bron voor de kennis van Steno's oorspronkelijke geest.

Het bovenbesproken resultaat van zijn studie over de klieren heeft Steno vastgelegd in vier tractaten vervat in zijn „*Nicolai Stenonis Observationes anatomicae etc.*”, in 1662 uitgegeven bij Jacobus Chouët te Leiden, in 1680 opnieuw in druk verschenen bij Petrus de Graaf te Leiden.

Keren wij nu weer terug naar de aanhef van ons artikel, de verlening van de doctorsbul. In de zitting van de Leidse Senaat van 4 december 1664 betoogt Prof. Sylvius, dat de Deen Nicolaus Steno het jaar tevoren is geëxamineerd door de professoren van de medische faculteit en dat hij dit examen zo heeft bestaan „ut dignissimus fuerit visus, cui supremus in Medicina gradus publice et solemniter conferatur”. Ver-

der zegt Sylvius, dat diezelfde candidaat vaak met lof en aller instemming heeft gedisputeerd en in zijn geschriften blijk heeft gegeven van een bijzondere eruditie (Molhuysen 1918, blz. 194).

2. *Hart en spieren*. Ultimo april 1663 schreef Steno een brief aan Thomas Bartholin, waarin hij hem mededeelde, dat hij tot de bevinding gekomen was, dat het hart een spier was en niets anders dan een spier. Dat was voor die tijd een geheel nieuwe opvatting. Hippocrates, de vader der geneeskunde, (460—377 of 359 v. Chr.) had reeds gezegd, dat het hart een spier was, maar dat was men al lang vergeten. Nog steeds waarde rond de geest van Galenus (130—200 n. Chr.), die het hart beschouwde als de zetel van de levensgeesten en de bron van de ingeboren warmte. Zelfs Harvey, de ontdekker van de bloedsomloop (1628), heeft zich niet kunnen los maken van de idee van Galenus. In hoeverre ten tijde van Steno de opvatting van Galenus nog gemeen goed van de medici was, kan en durf ik niet uitmaken, daar De Feyfer (l.c.) zegt, dat de Rotterdamse geneesheer Jacobus de Back († 1658) de leer der levensgeesten en der ingeboren warmte openlijk en volledig bestreden heeft, maar uit het feit, dat Steno deze leer nog uitdrukkelijk bestrijdt, moet ik wel afleiden, dat de afwijzing er van nog wel nodig was. Zoals reeds gezegd was Steno de eerste, die na Hippocrates het hart een spier noemde. Hoe was hij daartoe gekomen?

Steno had bij de dieren waargenomen, dat het deel van de vena cava (holle ader), dat het dichtst bij het hart gelegen is, een eigen onafhankelijke contractie had, die bleef voortduren, ook nadat het hart reeds geruime tijd had opgehouden te kloppen. Deze waarneming en de reeds opgedane observaties van de bewegingen van de delen van het hart waren voor Steno aanleiding bouw en functie van het hart aan een onderzoek te onderwerpen. Het voorlopig resultaat van zijn onderzoek — het hart is een spier — heeft hij aan Bartholin medegedeeld in bovengenoemde brief, waarin hij tevens schrijft dat hij binnenkort de bewijzen hoopt te leveren. Bartholin was verre van overtuigd en Steno begreep, dat hij daar nog wel een zware dobber aan zou hebben. Daarom besloot hij de afzon-

derlijke spieren nauwkeurig te gaan bestuderen en het resultaat te gaan vergelijken met wat hij had waargenomen aan het hart. Een jaar later was hij klaar met zijn onderzoek, waarvan het resultaat werd neergelegd in zijn „De musculis & glandulis observationum specimen” (Hafniae 1664).

In de tijd van Steno nam men aan, dat een spier bestond uit twee delen: het vleesachtig gedeelte en het fibrillair gedeelte. Het eerste deel was een soort parenchym, dat als opvulsel diende en de vorm gaf aan de spier en het tweede gedeelte bestond uit vezels, een voortzetting van de vezels van de pees. Deze vezels waren de contractiele elementen van de spier. Hier komt Galenus weer even om de hoek kijken, die geleerd had, dat de pees het motorisch element van de spier was.

Kort en duidelijk zet Steno zijn leer daartegenover. Het vlees is geen parenchym of opvulsel (tomentum), maar bestaat juist uit vezels, die weer verdeeld worden in fibrillen (fibrillae minutissimae). Een spier bestaat uitsluitend uit vezels, natuurlijk met de outillage van zenuwen, vaten en verdeling in bundels, derhalve ook met het bundelend weefsel. Elke vezel eindigt in een peesvezel. In het hart is niets, dat niet in de spier is, en niets ontbreekt aan het hart, dat in de spier is. Derhalve is het hart in waarheid een spier.

Bijzondere aandacht besteedde hij aan de ademhalingsspieren en gaf de naam aan de levatores costarum (opheffers der ribben); hij toonde aan, dat ook de tong een spier was en beschreef de spieren aan de slokdarm en de lange rugspieren.

Steno was tenslotte de eerste, die aantoonde, dat een spier zich kon samentrekken niet alleen door prikkeling van de zenuw, maar ook door prikkeling van de spier zelf (Dit laatste staat niet in bovengenoemd werk, maar elders).

Na het verschijnen van bovengenoemd werk geeft Thomas Bartholin volmondig toe, dat Steno door zijn duidelijk en overtuigend betoog voor goed een einde gemaakt heeft aan de strijd over de bouw en functie van het hart en honderd jaar later zal de bekende Göttinger anatoom Albrecht von Haller dit werk noemen een *liber aureus*, 'n gouden boek.

Ter completering van zijn studie over de

spieren gaf Steno in 1667 te Florence een groot werk uit, getiteld: „*Elementorum myologiae specimen seu musculi descriptio geometrica*”, waarin hij een afdoende theorie wilde geven van de spiercontractie volgens een wiskundige methode. Van dit werk zegt Maar (l.c.p. XVIII), dat dit het zwakste is van Steno's werken en zegt Schlichting (l.c.p. 3), dat het als mislukt moet worden beschouwd. De bespreking van de oorzaak van deze mislukking zou ons te ver voeren.²⁾

3. *De hersenen.* In zijn Leidse tijd deed Steno reeds aan hersenonderzoek en wij mogen gerust aannemen, dat hieraan niet vreemd was de invloed van zijn leermeester Sylvius, die op dat gebied zijn sporen verdiend had. Naar hem is o.a. genoemd de aqueductus Sylvii. Uit zijn brieven aan Bartholin blijkt, dat Steno in Leiden veel secties op hersenen heeft verricht. Sylvius had tot principie: „In de medicijnen en in de natuurwetenschappen mag niets als waar worden aangenomen, tenzij het proefondervindelijk is aangetoond”. Dit beginsel heeft Steno tot het zijne gemaakt.

In 1665 hield hij te Parijs zijn reeds boven genoemde rede: „*Discours sur l'anatomie du cerveau*”, waarvan hij het manuscript bij zijn vertrek naar Italië achterliet. Pas vier jaar later werd het gedrukt bij een Parijse uitgever en in 1671 verscheen hiervan een Latijnse vertaling te Leiden.

Deze rede begint met een eerlijke bekentenis: „*Au lieu de vous promettre de contenter votre curiosité, touchant l'Anatomie du cerveau, je vous fais icy une confession sincere & publique, que je n'y connois rien*”, met welke woorden Steno niet alleen zijn eigen onkunde beleeft maar ook die van zijn tijdgenoten. Steno is in deze voordracht spaarzaam met het mededelen van zijn eigen vondsten en toch is deze rede een van de meest interessante geschriften van Steno. Uitgaande van eigen observatie maakt hij voor goed een einde aan de vele valse voorstellingen van die tijd over de bouw en functie van de hersenen. En dan, en dat is het belangrijkste, ontwikkelt hij een program voor het toekomstig hersenonderzoek, waarvan de onderzoekers van de volgende eeuw een dankbaar gebruik zullen maken en dat nog eeuwen zal vragen, eer het behoorlijk afgewerkt zal zijn. Ongetwijfeld, ook

zonder Stensen zouden de toekomstige hersen-anatomen de door Steno uitgestippelde weg hebben bewandeld, maar vergeten wij niet, dat drie eeuwen geleden nog niemand daaraan dacht, waardoor Steno wederom blijk gaf zijn tijd verre vooruit te zijn.

Wij moeten ons beperken tot de hoofdlijnen van zijn betoog. De witte substantie der hersenen is geen uniforme massa gelijk was, maar bestaat uit vezels, die gerangschikt moeten zijn „*avec un grand art*”, omdat al onze gevoelens en bewegingen daarvan afhangen. Achtereenvolgens corrigeert hij allerlei dwalingen omtrent de ventrikels (hersenkamers), het corpus striatum (een kernmassa van de grote hersenen), het infundibulum (een kleine uitzakking) en vooral de opvatting omtrent de ligging, bouw en functie van de glandula pinealis (pijnappelklier), die door Descartes e.a. werd gehouden. Aan deze laatste dwaling besteedt Steno zeer veel aandacht; hierop in te gaan, zou enkele bladzijden vragen, want daar zit nog veel meer aan vast. Al wijst Steno de Cartesiaanse opvatting af, toch heeft hij grote bewondering voor Descartes, die tenminste de menselijke functies tracht te verklaren van uit één centrale, de hersenen. En hoffelijk als altijd voegt hij hieraan toe: „*waarom zou men Monsieur des Cartes zijn fout niet vergeven, wanneer men bedenkt, dat zelfs mannen als Vesalius gedwaald hebben!*”

En nu Steno's program. Hij gaat hiervan uit, dat men de physiologie van de hersenen niet kan verklaren zonder grondige kennis van de anatomie. De tot nu gevolgde methoden van onderzoek, ook door hem zelf toegepast, hebben gefaald. Er moeten dus nieuwe wegen worden ingeslagen, en wel in de eerste plaats zal moeten gezocht worden naar een methode, die het mogelijk maakt alle zenuwvezels in haar verloop te volgen, maar hij betwijfelt, of iemand dat zal aandurven, gezien de weekheid der hersenen en de broosheid der vezels. Vervolgens moet men niet alleen menselijke maar ook dierlijke hersenen ontleiden, en dan ook nog in alle toestanden, de foetale inbegrepen. Sommige hersendelen zijn bij dieren vaak beter te zien dan bij de mens; ook kan het vezelverloop bij sommige dieren beter geobserveerd worden. Zo kan de vergelijkende anatomie ons zeker iets leren. Voorts is ook veel te leren aan zieke hersenen. Ook

kan men bij geopende dierenschedels nagaan, welke invloed bepaalde medicamenten hebben.

In het eerste gedeelte van zijn voordracht heeft Steno het oude gebouw afgebroken, in het tweede de weg gewezen voor het optrekken van een nieuw gebouw.

De lezer heeft reeds geconstateerd, dat de anatoom Steno ook physioloog was, en dat het opschrift „De anatomo Steno” niet volledig de lading dekt. In dezelfde geest zal het opschrift „De geoloog Steno” moeten worden geïnterpreteerd.

Appendix: Steno als zoöloog

De faam, die van Steno uitgaat, heeft betrekking op zijn werk als anatoom en geoloog, en daarom wordt wel eens over het hoofd gezien, dat hij ook belangrijke bijdragen heeft geleverd aan de algemene dierkunde. Reeds op het einde van de vorige eeuw hebben twee Deense auteurs gewezen op Steno's bijdragen tot de dierkunde. Nog niet lang geleden heeft een andere Deen R a g m a n S p ä r c k, hier de aandacht op gevestigd (in: S c h e r z e.a. 1958, pp. 87—92).

Steno heeft 8 dierkundige geschriften in de eigenlijke zin des woords nagelaten. In feite zijn deze echter, met uitzondering wellicht van het laatste geschrift, uitgewerkte aantekeningen, welke dienden ter voorbereiding van een of meer samenvattende werken, waartoe Steno echter nooit gekomen is. Toch bevatten deze geschriften te belangrijke, soms geheel nieuwe zaken, dat wij ze niet mogen voorbijgaan, hoewel wij ons hierin een grote beperking moeten opleggen.

Zijn eerste twee dierkundige geschriften verschenen in aansluiting bij het bovengenoemde werk over de spieren van 1664. In het eerste geschrift „De Anatome Rajae Episola” — een brief gericht aan Willem Piso, arts te Amsterdam — geeft hij de resultaten van de ontleding van twee roggen, waarschijnlijk *Raja batis*. Hierin beschrijft hij nauwkeurig de bouw van de kieuwen en zegt, dat deze zo gebouwd zijn, dat het water slechts in één richting kan stromen. Verder zegt hij, dat bij de ademhaling van de vissen het water dezelfde rol speelt als de lucht bij de ademhaling van de dieren met longen, een voor die tijd zeer moderne opvatting.

In zijn tweede geschrift „De vitelli in intestina pulli transitu epistola” beschrijft Steno de ontdekking van de dooiergang bij een kippenembryo, d.i. de gang, die de dooierzak met de dunne darm verbindt en de voor de voeding bestemde dooier direct naar de darm voert. Feitelijk was dit een herontdekking, daar Aristoteles en Albertus Magnus de dooiergang reeds hadden ontdekt, echter zonder de juiste betekenis er van te kennen. Dat men dat vergeten was, is te begrijpen, maar vreemd is, dat men ook niet meer kende het geschrift van Volcherus Coiter — geb. te Groningen en later stadsarts van Nürnberg — uit 1573, waarin deze en gang en functie duidelijk beschrijft.

Dan volgen twee belangrijke geschriften, uitgegeven te Florence tegelijk met het werk over de spieren van 1667. Er was bij Livorno een grote haai aangespoeld uit de Middellandse zee en de kop er van werd door de groothertog van Toscane ter beschikking van Steno gesteld. Over deze haai — *Carcharodon carcharias* L. — handelt zijn eerste geschrift: „Canis Carchariae dissectum caput”. Slechts één punt wil ik hieruit aanstippen, nl. de beschrijving van de zijlijn der vissen, die hij reeds ontdekt had bij de aal in het bijzijn van zijn vriend Francisco Redi, en die hij ook gevonden had bij al de vissen, die hij onderzocht had. Daar dit geschrift tevens het begin is van Steno's paleontologische en geologische publicaties, hebben de geologen zich later hiervan volkomen meester gemaakt (zie later), en is het als dierkundig geschrift nauwelijks meer opgemerkt. Toch staat er ook vermeld het experiment, uitgevoerd bij een hond, en bekend als Stensen's experiment, dat hierin bestaat, dat, wanneer men de afdalende lichaamsslagader (*aorta descendens*) afbindt, verlamming optreedt van de achterste ledematen. Steno wilde hierdoor aantonen, dat het afbinden van de aorta hetzelfde effect had als het doorsnijden van de zenuwen. Dit experiment is in de Royal Society herhaald, maar pas na enkele mislukkingen — gevolg van het niet toepassen van de goede methode — tot een goed einde gebracht (1668).

Van het tweede dierkundig geschrift uit 1667: „Historia dissecti Piscis ex Canum genere”, handelende over een kleinere haai, wil ik ook slechts één zaak naar voren brengen, nl. Steno's

mening over de aard van de vrouwelijke geslachtsklier bij zoogdieren. Steno bleef zelden stil staan bij het orgaan, dat hij een bepaalde diersoort had aangetroffen, maar liet steeds zijn gedachten verder gaan. Zo ook hier.

De tot nu geldende opvatting over de ontdekking van de ware aard van vrouwelijke geslachtsklier bij zoogdieren kan in het kort aldus worden samengevat: „De Graaf heeft in 1672 voor het eerst beschreven de eicel der zoogdieren, die later bleek te zijn het omhulsel er van, de follikel, naar hem genoemd de follikel van De Graaf, terwijl C. C. von Baer eerst in 1827 de werkelijke eicel heeft gevonden”.

Ten tijde van Steno en De Graaf werd de geslachtsklier van de vrouw genoemd „testis mulierum”, waarmee men wilde aangeven, dat deze van dezelfde aard was als de testis van de man. Wij kunnen ons voorstellen, dat het driemanschap — De Graaf, Swammerdam en Steno — in zijn Leidse tijd (1660—1664) vaak gesproken heeft over de voortplantingsorganen bij dieren en mens, omdat alle drie zich daarvoor bijzonder interesseerden.

Wat zegt Steno in 1667, dus 5 jaar vóór de publicatie van De Graaf? „Ik twijfel er niet aan, dat testes mulierum analoog zijn met het ovarium (eierstok) en elders zal ik wegnemen de dwaling, dat de genitalia der vrouw analoog zijn met die der mannen”. Berust deze uitspraak op eigen waarneming of op het gesprek met zijn vrienden? Ik geloof op beide. In zijn geschrift „Observationes anatomicae spectantes ova viviparorum”, gepubliceerd in „Th. Bartholini Acta Hafniensia” van 1675, maar waarschijnlijk reeds geschreven in 1667, en in het daarop volgend geschrift „Ova viviparorum spectantes observationes”, ook gepubliceerd in 1675, maar ook weer geschreven rond 1667, maakt Steno uitdrukkelijk melding van het waarnemen van de ova in de testikels — Steno houdt voorlopig nog vast aan de oude naam — van meerdere vrouwelijke zoogdieren en de vrouw („In juniore muliere multa erant ova, & rotunda, nec eusdem magnitudinis omnia”), maar in de aanvang van het eerste geschrift van 1675 zegt hij tevens, dat hij een bijdrage levert ter bevestiging van de „Amicorum observationes”, de waarnemingen zijner vrienden, met wie hij ongetwijfeld bedoelt De Graaf en Swammerdam. M.i. heeft Steno ook de follikels gezien en niet de eicellen

zelf, maar dat doet niets af aan de principiële vraag: De Graaf of Steno? Dan heeft De Graaf de voorrang, want Steno's publicatie dateert pas van 1675. Steno heeft ook geen ogenblik de prioriteit van De Graaf willen betwisten, zoals blijkt uit de zo juist aangehaalde woorden, maar ook De Graaf erkende zonder naijver Steno's aandeel in zijn onderzoek van de voortplantingsorganen (Scherz 1963, p. 18).³⁾

De gladde haai van Aristoteles. Ongeveer 2.000 jaren voor de tijd van Steno had Aristoteles bij de levendbarende haai, *Galeus (Mustelus) laevis*, een placenta (moederkoek) ontdekt. Steno is de eerste zoöloog, die deze placenta wederom ontdekte (1675), en Johannes Müller kon pas in 1842, na lang zoeken, de bevindingen van de Griek en de Deen bevestigen. Waarom hebben andere zoölogen dit niet kunnen vinden zo vraagt zich Müller af. Om de eenvoudige reden, dat alle andere zoölogen de haai van Aristoteles verwisseld hebben met een nauw verwante haai, *Mustelus vulgaris*, ook levendbarende, maar zonder placenta.

In 1675 verschijnt Steno's laatste dierkundig werk „Historia musculorum aquilae”, dat berust op de sectie van een arend gedurende zijn Kopenhagense tijd van 1672—1674, een werk, dat door de anatomen zeer geprezen wordt. Jammer genoeg ontbreken hier de tekeningen, waardoor de interpretatie van de spieren soms moeilijk wordt. Volgens korte aantekeningen van Th. Bartholin en Steno's jonge vriend Holger Jacobsen in de Acta Hafniensia heeft Steno een groot aantal dieren op de spieren onderzocht, maar wij weten reeds dat Steno er niet toe gekomen is, een vergelijkend anatomisch werk hierover te schrijven.

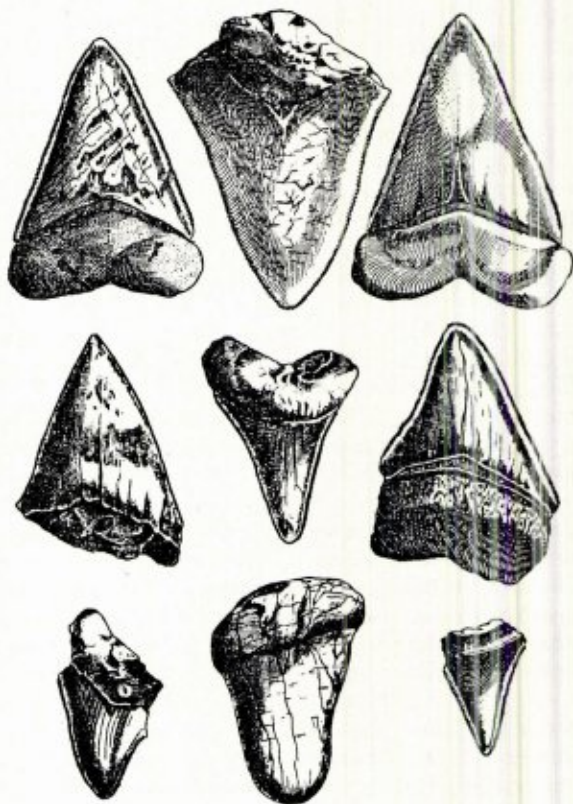
II. De geoloog Steno

Wanneer Frank Dawson Adams in zijn geschiedenis van de geologische wetenschappen zegt, dat de geologen van de 17e eeuw nieuwe wegen hebben ingeslagen, dan noemt hij als eerste van deze pioniers Steno (Adams 1938, p. 357). Steno ging uit van eigen waarneming in het veld en trok daaruit zijn conclusies (inductieve methode). Deze uitspraak van Adams berust op zijn studie van het meest bekende werk van Steno „De Solido” van 1669. Het was ook dit werk, dat in de 19e eeuw de

aandacht vestigde op de pioniersarbeid van Steno. Toch was dit niet Steno's eerste geologisch geschrift. Dat vinden wij in het bovengenoemde werk „*Canis Carchariae dissectum caput*” van 1667, een zoologisch geschrift, waarin men geen geologie kon verwachten en dat derhalve geruime tijd aan de aandacht der geologen was ontsnapt. Maar in feite heeft Steno in dit geschrift reeds het fundament gelegd van zijn geologisch werk, zelfs zodanig dat Axel Garboe kan zeggen: „*Geology as a science was born*” (Garboe 1958, p. 4).

Hoe is Steno tot de studie van de geologie gekomen? In het bovengenoemde geschrift van 1667 heeft Steno alles beschreven, wat aan de kop van de haai te zien was, dus ook de tanden. Hij beschrijft de groei van de tanden — wij weten, dat bij haaien reservetanden in ontwikkeling aanwezig zijn — en de bouw er van, en vergelijkt deze met de „*glossopetrae*” (= tongstenen), die hij kende, voorwerpen, die in verschillende aardlagen voorkomen en vooral bekend waren van het eiland Malta en wegens hun vorm tongstenen genoemd werden, voorwerpen die de beginnende amateur van thans als haaietanden herkent. En opeens zegt Steno: „*digressionem instituo*”, ik verlaat het pad (van de anatomie) en begeef mij op een zijpad (het pad van de paleontologie en de geologie). Is deze digressie zo plotseling bij hem opgekomen? Niemand neemt dit aan. Steno moet reeds langer hierover nagedacht hebben, zowel over de tongstenen als over de aardlagen, waarin de *glossopetrae* gevonden worden. Daarvoor is zijn geschrift te rijp. De gedachten, die hij hierin ontwikkelt kunnen niet plotseling opgekomen zijn.

Steno begint zijn digressie met een „*Historia*”, waarin hij de zaken vermeldt, die hij heeft waargenomen, zowel de *glossopetrae* — zijn uitgangspunt — als de lagen, waarin ze voorkwamen, want Steno bekeek altijd alles in onderling verband. Uit deze *Historia* trekt Steno vervolgens zijn conclusies, die hij „*Conjecturae*” d.w.z. gissingen noemt, welke volgens hemzelf slechts een zekere graad van waarheid bezitten. Dit is Steno. De beginnende geoloog moet nog weten te twijfelen. Maar als wij dan lezen, hoe hij zijn *Conjecturae* verdedigt, dan kan men terecht met Garboe (l.c.) zeggen: „*Geology as a science was born*”.



Haaietanden van Malta, de z.g. *glossopetrae* of tongstenen.

Uit: Opera Phil. II, 145.

Zoals reeds gezegd is, behandelt Steno ook de aardlagen of strata, maar, omdat deze veel uitvoeriger in het komende boek van 1669 besproken worden, zullen wij daar zijn theorie over de aardlagen bespreken. Eigenlijk kan hetzelfde gezegd worden van zijn „*glossopetrae*”, maar deze vormen nu eenmaal het uitgangspunt. Hierover twee conjecturae: 1. De aarde, waaruit lichamen gehaald worden, die gelijken op delen van dieren, brengt deze lichamen ten huidige dage niet voort. 2 (= 6). Er is niets op tegen, dat deze lichamen voor delen van dieren gehouden worden.

Reeds anderhalve eeuw geleden had Leonardo da Vinci (1452-1519) gezegd, dat de zeeschelpen eens geleefd hadden, waar zij thans gevonden worden, een uitspraak, die iets later onderstreept werd door Fracastoro

(1483—1553). Beide uitspraken getuigden natuurlijk van een goed inzicht, maar geen van beide auteurs heeft deze nader toegelicht. Ten tijde van Steno had ook Fabio Colonna er reeds op gewezen, dat de glossopetrae eenvoudig haaiëntanden in fossiele toestand waren en dit ook voldoende toegelicht, maar zijn werk is pas een eeuw later verschenen, zodat Steno's geschrift van 1667, en zeker dat van 1669, het eerste is, dat met argumenten komt.

De aarde met haar insluitsels liet Steno niet meer los. Wij zien hem nu herhaaldelijk het Toscaanse heuvelgebied of de Appenijnen van Toscane intrekken en ook ontmoeten wij hem elders in Italië, vooral in de gebergtegebieden.

Gedurende anderhalf jaar verzamelde hij een groot aantal gegevens, die hij uitwerkte en met vele schetsen verduidelijkte. Hij was van plan daarover een groot werk in het Italiaans samen te stellen, toen hem midden in zijn werk, in oktober 1667, een uitnodiging bereikte van koning Ferdinand III van Denemarken, naar zijn geboorteland terug te keren. Steno heeft niet direct gevolg gegeven aan konings roep, maar bleef rustig doorwerken tot in 1668. Voor zijn vertrek naar Denemarken — hij heeft in die tijd Denemarken nooit bereikt, omdat hij onderweg vernam, dat de koning gestorven was — besloot Steno een „voorloper” uit te geven van zijn komend groot werk, omdat hij vreesde, dat er voorlopig van dat grote werk niets zou komen. Zijn vriend Viviani zorgde voor het drukken en zo verscheen in het voorjaar 1669 zijn „De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus”, d.i. „Een voorloper van een verhandeling over vaste lichamen, die door een proces van de natuur binnen andere vaste lichamen zijn opgesloten”. Ofschoon „Prodromus”, het is Steno's meest beroemde werk.

Wij zullen dit geschrift niet op de voet volgen, maar aan de hand van de titel de voornaamste zaken er uit halen.

Wat verstaat Steno onder vaste lichamen? In de eerste plaats die lichamen, die afkomstig zijn van dieren en planten, dus de fossielen. Vervolgens de vaste lichamen van niet-organische oorsprong, heel in het bijzonder de kristallen, en tenslotte ook de aardlagen zelf, die binnen andere lagen zijn opgesloten.

Vooreerst de fossielen, het uitgangspunt.

Had Steno in zijn geschrift van 1667 nog gesproken van „Conjecturae”, nu is hij absoluut zeker van zijn zaak. Naast de glossopetrae gaat zijn aandacht heel bijzonder uit naar de schelpen van mossels, die hij in de aardlagen vindt en die hij tot in alle bijzonderheden vergelijkt met de recente. Hij weet reeds, dat de schelp uit drie lagen bestaat en ook waardoor deze lagen gevormd worden. Beide, fossiele en recente, moeten dezelfde oorsprong hebben. Wij laten het bij dit ene voorbeeld.

De fossiele beenderen, die Steno vond in het dal van de Arno, plaatsten hem echter voor moeilijkheden. Hij vond er zeer grote beenderen, die hij erkende als zijnde van een olifant, maar hij kon zich niet voorstellen, dat hier ooit olifanten geleefd hadden. Daarom meende hij te doen te hebben met beenderen van de olifanten uit Hannibals leger. Ook de gevonden paarschedels waren voor hem een raadsel, doch pertinent verklaarde hij, dat het geen schedels waren van paarden uit deze streek (huius coeli), dus niet van *Equus caballus*. Daarin had hij groot gelijk, want Cocchi heeft deze later beschreven als zijnde van een fossiel paard, door hem genoemd *Equus stenorius*.

En nu de kristallen. Ofschoon Steno een voor hem geheel nieuw gebied betreedt, heeft hij ook hier baanbrekend werk verricht. Kristallografie is een moeilijk vak en ik zal daarom maar liever de kristallografen aan het woord laten. Steno gaat uit van de grondstelling, dat alle groei in de natuur uit oplossingen komt en dan vergelijkt hij de groei van de fossielen met die van de kristallen (de overige vaste lichamen van niet-organische oorsprong worden hier buiten beschouwing gelaten). „Kristallen groeien van buiten af (= appositie in de moderne zin), levende wezens groeien van binnen uit (intussusceptie in de moderne zin)”. Wij zijn hiermee vertrouwd, maar in Steno's tijd was dat nog niet het geval, en daarom roemen de kristallografen bovengenoemde uitspraak als een der belangrijkste ontdekkingen van Steno.

De studie van het bergkristal (kwarts) leidde tot de ontdekking van een der grondwetten der kristallografie, nl. de wet van de constante grootte van de hoeken tussen de vlakken der kristallen, maar hiervoor moet ik verwijzen naar de leerboeken.

Het is merkwaardig, dat in hetzelfde jaar

van de verschijning van „De Solido” — 1669 — een andere Deen, Erasmus Bartholinus (1625—1698), broer van Thomas B., te Kopenhagen een belangrijk geschrift uitgaaf over de kristallen, waarin hij verschillende nieuwe dingen, o.a. de dubbelbreking in mineralen, naar voren bracht, zodat Axel Garboe beide — Steno en Erasmus B. — de scheppers noemt van de wetenschappelijke kristallografie (Garboe 1954).

De studie van fossielen en kristallen bracht Steno vanzelf tot de studie van de lagen, waarin zich deze vaste lichamen bevonden, want hij bekeek deze dingen nooit zonder na te gaan, in welk verband ze tot het insluitend gesteente stonden. Dat had hij reeds gedaan in het geschrift van 1667.

Steno's theorie over de aardlagen kunnen wij met Van Baren (1920, I, p. 8) in een vijftal punten samenvatten:

1. De lagen, waaruit de aarde is opgebouwd, zijn alle in water bezonken.
2. Elke laag, die fragmenten van een andere laag bevat, is jonger dan deze.
3. Elke laag is jonger dan die, waarop zij rust en ouder dan die, door welke zij bedekt wordt.
4. Een laag, die zeeschelpen insluit, is ook in zee gevormd, terwijl, als de insluitels van landdieren of landplanten afkomstig zijn, deze door een beek of een rivier daarheen gebracht zijn.
5. Elke laag wordt oorspronkelijk horizontaal afgezet; heeft zij toch een hellende stand, dan is dat het gevolg van onderaardse krachten of van inzinking.

„Deze uitspraken”, zo zegt Van Baren verder, „die voor het meerendeel ook thans nog in de geologie als juist beschouwd worden, hebben Steno's tijdgenoten niet begrepen”.

Zonder ook maar het minst te kort te doen aan het werk van William Smith (1769—1839), de vader der stratigrafie, kunnen wij toch niet ontkennen, dat de eerste steen van het gebouw der stratigrafie door Steno is gelegd.

Steno werkte vooral in Toscane, het land van heuvels en bergen, en het kon niet anders dan dat dit werk hem bracht tot de vraag, hoe deze zijn ontstaan. Zo betrad hij het pad der tektoniek. Uit zijn waarnemingen in het Toscaans

gebied, gecombineerd en vergeleken met wat hij elders gezien had en wat hij gelezen had, bouwde hij zijn theorie over de gebergtevorming op. Deze theorie goed en duidelijk te beschrijven, eist niet alleen veel studie, maar ook vele bladzijden, reden, waarom wij er van afzien. Er zijn geologen, die Steno verwijten, dat hij teveel invloed heeft toegekend aan de werkzaamheid van het water en hem daarom tot de Neptunisten rekenen. Dat alles moeten wij laten rusten. Allen echter zijn het er over eens dat Steno de enig juiste methode gevolgd heeft: „uitgaan van eigen waarneming en daaruit zijn conclusies trekken”. Dat deed hij met grote scherpzinnigheid, reden, waarom Alexander von Humboldt hem noemt „den Vader der modernen Geologie”. Adams (l.c. p. 364) zegt, wanneer Steno was doorgegaan met zijn werk, hij èn om zijn accuraatheid in het waarnemen, èn om zijn wetenschappelijk inzicht zeker nog belangrijke bijdragen tot de geologie zou hebben geleverd. Degenen, die de grootste bekendheid hebben gegeven aan „De Solido”, waren Von Humboldt en Elie de Beaumont (1798—1874), de man van de geologische kartering van Frankrijk, die „De Solido” voor een groot gedeelte heeft vertaald en van aantekeningen heeft voorzien.

Wij mogen „De Solido” niet dicht slaan, zonder Uw aandacht te vragen voor de laatste bladzijden van dit werk, die beschouwd worden als het minst sterke deel, of wil men het zwakke deel van Steno's werk. In deze laatste bladzijden doet Steno een poging, de wordingsgeschiedenis van de aarde in overeenstemming te brengen met het bijbels scheppingsverhaal en de zondvloed, welke poging, zoals wij nog zullen zien, op een mislukking moest uitlopen. Gelukkig vormt dit zwakke gedeelte het besluit van het boek, nadat het magistrale gedeelte voltooid was. Toch zit in dit zwakke gedeelte nog een sterk gedeelte, nl. het begin, waarin Steno het Toscaans gebergtegebied stratigrafisch, verduidelijkt door tekeningen, beschrijft, het eerste voorbeeld van een regionale stratigrafie.

Wij kennen, aldus Steno, zes verschillende „Etruria facies”, waarmede hij wil zeggen, dat de aarde in Toscane achtereenvolgens zes verschillende gedaanten heeft gehad, nl. tweemaal bedekt door water, tweemaal droog en effen,

tweemaal ongelijk (niet in deze volgorde). Deze faciesopeenvolging vinden wij ook in de andere delen der aarde, zoals uit de beschrijvingen der „*Authores*” blijkt. De beschrijving van de eerste vier facies vinden wij duidelijk terug in het scheppingsverhaal en het verhaal van de zondvloed. Over de laatste twee facies — na de zondvloed — zwijgt de Schrift, maar de Schrift spreekt het ook niet tegen. Ter verduidelijking één voorbeeld. De derde facies is de ongelijke aarde. Er zijn bergen, en dat die er waren, bewijst de Schrift, wanneer zij zegt, dat het water van de zondvloed (4e facies) zelfs de hoogste bergen bedekte.

Het in overeenstemming brengen van Natuur en Schrift, wat de opeenvolging der facies betreft, hoeft per se nog geen moeilijkheden op te leveren, maar wel de tijdsduur, waarin de opeenvolging van de facies heeft plaats gegrepen. Tengevolge van een verkeerde interpretatie van het scheppingsverhaal en de chronologie van de bijbel namen Steno en al zijn tijdgenoten aan, dat de aarde slechts enkele duizenden jaren oud was. De grote veranderingen van het aanschijn der aarde, zoals het verschijnen van de bergen na de tweede facies, moesten dus plaats gegrepen hebben in een korte tijdsduur, en daardoor komt Steno in conflict met de geologen van vandaag, die leren, dat de grote veranderingen langzaam en geleidelijk hebben plaats gegrepen. De geologen van thans kunnen rustig werken met duizenden eeuwen, Steno moest werken met enkele duizenden jaren.

Het boek *Genesis* — het eerste bijbelboek, zo genoemd, omdat het begint met het verhaal van de schepping van de wereld (Gr. *genesis* = wording, ontstaan) — is geschreven in een tijd, toen men nog niet de minste kennis van kosmogonie en geologie had. Er leefden natuurlijk onder de volkeren van Israël en omliggende landen voorstellingen omtrent het ontstaan van het heelal en de aarde. De schrijver van de *Genesis* heeft een van die voorstellingen aangegrepen om het scheppingsverhaal in te kleden. Zijn bedoeling was enkel en alleen aan het volk van Israël duidelijk te maken, dat het heelal en dus ook de aarde met al zijn bewoners uiteindelijk het werk was van de scheppende Almacht, en hij heeft dat gedaan op een wijze, die toen door iedereen begrepen werd. Had hij in onze tijd het scheppingsverhaal weergegeven, hij zou

het op een heel andere wijze gedaan hebben. Dat heeft men vroeger niet begrepen. Vandaar het conflict, dat gelukkig tot het verleden behoort.

Niet lang na zijn terugkeer in Florence in 1670 ging Steno door met zijn geologische onderzoekingen, want hij was nog steeds van plan het grote werk uit te geven. In de zomer van 1671 bezocht hij twee grotten in de Italiaanse Alpen, waarover hij een kort verslag maakte (2 brieven gericht aan de groothertog Cosimo III van Toscane). Dit waren zijn laatste geologische geschriften. Een nieuwe oproep bereikte hem uit Kopenhagen, waaraan hij, zoals wij reeds weten, gevolg heeft gegeven. In Kopenhagen, waar hij twee jaar verbleef (1672—1674), heeft hij al zijn tijd moeten besteden aan secties en demonstraties in het *Theatrum anatomicum*.

De oorspronkelijke stukken — uitgewerkte notities en tekeningen — waarop „*De Solido*” berust, zijn niet meer te vinden. Steno heeft ze tijdens zijn Kopenhagens verblijf aan zijn vriend *Holger Jacobsen* gegeven. *Leibnitz*, die reeds tijdens het leven van Steno de hoogste bewondering had uitgesproken over het boek „*De Solido*”, heeft na de dood van Steno alle moeite gedaan, de stukken te vinden. Tevergeefs.

Steno heeft ook verzamelingen aangelegd, twee voor de groothertog en één voor zich zelf. Van deze laatste verzameling is gelukkig het grootste gedeelte van de catalogus teruggevonden en gepubliceerd (*Scherz* 1958). Deze verzameling, hoofdzakelijk bestaande uit mineralen en fossielen, was natuurlijk — men kon niet anders van Steno verwachten — op wetenschappelijke wijze aangelegd en men heeft er nog veel uit kunnen leren, althans uit de catalogus, want van de stukken is zo goed als niets teruggevonden.

Steno heeft geleefd in de eeuw van het genie, de eeuw van de grote fysici *Kepler*, *Galilei* en *Newton*, de eeuw van de grote biologen *Harvey*, *Malpighi*, *Van Leeuwenhoek* en *Swammerdam*, de eeuw ook van de grote filosofen en kunstenaars. Ik wil eindigen met de haast

beroemd geworden woorden, die Niels Stensen gesproken heeft bij zijn eerste openbare demonstratie in het Theatrum anatomicum te Kopenhagen op 8 februari 1673:

„Pulchra sunt, quae videntur;
pulchriora, quae sciuntur;
longe pulcherrima, quae ignorantur”.

„Schoon zijn de dingen, die wij zien;
schoner de dingen, die wij kennen;
maar verreweg het schoonst die welke wij
niet kennen”.

met welke woorden Steno het laatste doel van de anatomie aangaf: hoger op te klimmen en de afhankelijkheid te leren van de laatste Oorzaak, die alles kent wat wij niet kennen,

met welke woorden hij tevens zijn eigen levensgang heeft getekend.

¹⁾ Brief van Steno aan Thomas Bartholin van 22 april 1661. In deze brief staat ook, dat de Leidse hoogleraar Sylvius, aan wie Steno zijn ontdekking had medegedeeld, de afvoergang van de parotis bij de mens heeft kunnen vaststellen en aan zijn leerlingen getoond heeft.

²⁾ De uitspraak van Maar en vooral het harde oordeel van Schlichting moeten toch enigszins herzien worden. Beiden baseren hun oordeel op de wiskundige benadering van het vraagstuk van de spiercontractie en hebben verzuimd hun aandacht te schenken aan de fysiologische zijde van het probleem, een aspect, dat wij niet over het hoofd mogen zien, zoals blijkt uit het getuigenis van twee fysiologen. Zo noemt Bastholm het werk van Steno „a turning point in the history of muscle physiology” (Bastholm 1950, p. 142) en zegt Fulton over dit boek: „In this he laid the foundation of muscular mechanics as we know it, and introduced many new and important conceptions which reflect great credit upon his ingenuity” (Fulton 1930, p. 30).

³⁾ Na het schrijven van deze regels kwam mij onder de ogen het rapport van 15 augustus 1673, uitgebracht aan de Royal Society door de medici Croune, Needham en King (Birch 1757, p. 102 e.v.). Deze drie artsen hadden van de Royal Society opdracht gekregen uitspraak te doen in het geschil over de ontdekking van de ova bij de zoogdieren, dat bij de Society aanhangig was gemaakt door Swammerdam en De Graaf, die elkaar de prioriteit van de ontdekking betwisten. Voor zover ik weet, wordt dit rapport door geen enkele Nederlandse auteur genoemd, wel door een Belgische (Rome 1956, p. 267).

In het rapport lezen wij, dat men geen uitspraak

kon doen over de vraag, wie de eigenlijke ontdekker van de ova was en dat men derhalve slechts een uitspraak kon doen, gebaseerd op de volgorde der geschriften. En dan lezen wij de volgende merkwaardige conclusie: „ut nempe post Stenonem/Graafius, inde vero Hornius, tandem Kerkringius, rursum Graafius gemino tractatu, demum Swammerdam & postremo Ruisch, vel de organis generationi inservientibus, vel de ovis viviparum, scripta sua evulgarint” (p. 103). De Royal Society kent dus de prioriteit van de ontdekking toe aan Steno. Jammer, dat het rapport het geschrift van Steno niet vermeldt, maar m.i. kan dat geen ander zijn dan het in het artikel genoemde geschrift van 1667 „Historia dissectionis piscis ex Canum genere”, waaruit duidelijk blijkt, dat Steno reeds wist, dat de „testis mulierum” in waarheid een ovarium was.

Summary

Niels Stensen, anatomist and geologist (1638—1686)

The tercentenary of the day, December 4th 1664, on which the university of Leyden conferred on Niels Stensen *in absentia* the degree of Doctor of Medicine presents a welcome occasion for the following article.

Niels Stensen (Nicolaus Steno) was born on 1st January (according to the Jul. Calendar, which was still in use in Denmark or on 11th January Greg. Calendar) 1638 in Copenhagen, where his father, Sten Pederson, owned a goldsmith's shop. He studied medicine at the university of Copenhagen and in 1660 he went to Amsterdam and then to Leyden to continue his studies in anatomy, while in Amsterdam he discovered the parotid duct known as *ductus stenonianus*. During the second half of his study in Holland Steno made his revolutionary studies of the muscles. In the spring of 1664 he went home, without giving himself the time to acquire the Doctorate in Leyden. Steno collected all his discoveries from the years in Holland in the field of the glandular and muscle system into the „De musculis & glandulis observationum specimen” (Hafniae 1664) and enclosed in this book two epistles. In the second letter „De vitelli in intestina pulli transitu epistola” Steno mentions the rediscovery of the Aristotelian vitelline duct in chickens.

In 1664 he went to Paris, where he delivered a discourse on the anatomy of the brain that was printed in 1669. This paper „Discours sur l'anatomie du cerveau” was notable for its intelligibility and freedom from traditional interpretation.

In 1665 he went to Florence, where he was appointed as physician to the Grand Duke Ferdinand II. Steno had time for travel and study and in 1667 he published his paleontological, mineralogical and geological observations in the „De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus” i.e. „A forerunner of a treatise concerning a solid body enclosed by process of nature within a solid”. The 78 pages of this treatise are among the most valuable publications in the history of science. Already in his „Canis Cartharicae dissectum caput” (1667) — a zoological treatise but also Steno's earliest geological treatise — Steno

established himself as a good judge in the meannig of fossils and sediments. The dissection of the Mediterranean shark gave him the opportunity to seek for the solution of the problem of the true nature of the „Tongue stones”, *glossopetrae* from Malta. He recognized the *glossopetrae* as remains of sharks from remote ages. From the Mediterranean shark and the *glossopetrae* the way leads to geology. He gives the first outline of a scientific earth history, arrived at through inductive reasoning. „Geology as a science was born” (Garboe 1958, p. 4).

The treatise „On solid bodies” (1669) is an amplification of the contents in the „Dissection of the shark's head” (1667). The point of departure again is the Maltese „tongue stones”, the *glossopetrae*, but it grew into a problem embracing the whole earth and its geological history. The geological history of Tuscany, outlined by Steno, is the first attempt to give a regional geological development.

Steno subjected crystals to an exact investigation, above all the quartz crystals. The discovery of the law of the constancy of interfacial angles justifies the view of Steno as a pioneer in geometrical crystallography.

Unfortunately Steno never published the great geological work he had begun. In 1672 he accepted an invitation to return to Denmark as „Anatomicus regius” (1672—1674).

On the 7th of November 1667 Nicolaus Steno become Catholic and after his return to Italy in 1674 he made the definite decision to become a priest and he received his ordination in April 1675. His scientific career had finished. On 19th September, 1677, the bishop's consecration was conferred on Steno, who was appointed Apostolic Vicar of northern Germany and Scandinavia. He died in Schwerin (Meckelenburg) on 25th November (Jul. Cal.), 1686. His grave is in Florence (Basilica di San Lorenzo).

An English biography of Nicolaus Steno is to be found in: Vilhelm Maar's edition of „Nicolai Stenonis Opera Philosophica I—II” (Copenhagen).

Garboe, Axel — 1954 — Nicolaus Steno (Niels Stensen) und Erasmus Bartholinus. Danmarks Geologiske Undersogelse. IV Raekke, 3. 9.

— — 1958 — The earliest geological treatise (1667) by Nicolaus Steno. London.

van Herweden, C. H. — 1911 — De vader van den ductus stenonianus. Nederl. Tijdschrift voor Geneeskunde 25, Eerste Helft no 19, p. 1929.

Jorgensen, A. D. — 1884 — Nils Stensen. Kjobenhavn.

Maar, Vilhelm — 1910 — Nicolai Stenonis Opera Philosophica I—II. Copenhagen.

Molhuysen, P. C. — 1918 — Bronnen tot de geschiedenis der Leidsche Universiteit, derde deel 8 Febr. 1647 — 18 Febr. 1682, p. 194. Den Haag.

Rome, Remacle O. S. B. — 1956 — Nicolas Stenon et la „Royal Society of London”. Osiris (Brugis) 12.

Scherz, Gustav — 1958 — Nicolaus Steno and his indice. Acta hist. Sc. Nat. et Med. editio Bibliotheca Un. Hauniensis 15.

— — 1963 — Pionier der Wissenschaft. Niels Stensen in seinen Geschriften. Ibid. 18.

Schierbeek, A. — 1923 — Van Aristoteles tot Pasteur. Leven en werken der groote biologen. Amsterdam.

— — 1946 — Jan Swammerdam. Zijn leven en zijn werken. Lochem.

Schlichting, Th. H. — 1953 — Das Tagebuch von Niels Stensen. Centaurus 3:1—2. pp. 305—310.

— — 1953 — Niels Stensen. R.K. Artsenblad oct. 1953.

Spärck, Ragnar. — 1958 — Nicolaus Steno's Contributions to zoology. In: Scherz 1958, pp. 87—92.

Literatuur

van Baren, J. — 1920 — De bodem van Nederland I. Amsterdam.

Bastholm, Erik. — 1950 — The history of muscle physiology. Copenhagen.

Birch, Thomas. — 1757 — The History of the Royal Society of London for improving of Natural Knowledge from its first rise as a supplement to the Philosophical Transactions, Vol. III.

Dawson, Adams, Frank — 1938 — The birth and development of the geological sciences. Dover Publications, Inc.

de Feyfer, F. M. G. — 1911 — De vader van den ductus stenonianus. Nederl. Tijdschrift van Geneeskunde 25. Eerste helft no 19, p. 2168.

Fulton, J. F. — 1930 — The history of the Physiology of Muscle. Baltimore.

ERRATA

no 3, p. 32. Links, regel 4 v. onder: voor 8 lezen 4.

no 7-8, p. 108. Left line 27 fr. above: for „blue heron” read „crane”.

no 9. p. 126. Rechts, regel 19 v. boven: voor slechtvalken lezen boomvalken.

p. 133. Fig. 1-2: voor 5 x lezen 10 x.

p. 134. Fig. 3: Lezen Odontaspis (Synond.) hopei

voor 2 x lezen 2 $\frac{1}{3}$ x.

p. 135. Fig. 5: Voor „profiel” lezen „binnenzijde”.