

KENNEN EN KUNNEN

A. VERSPRILLE

KENNEN EN KUNNEN

REDE

UITGESPROKEN BIJ DE AANVAARDING VAN HET AMBT VAN
GEWOON LECTOR IN DE BEADEMINGSLEER EN HET LONGFUNKTIE-
ONDERZOEK AAN DE ERASMUS UNIVERSITEIT TE ROTTERDAM
OP WOENSDAG 8 SEPTEMBER

1976

DOOR

Dr. A. VERSPRILLE

„Luctor et Emergo“

Dames en Heren,

Nu ik het woord tot U richt, breng ik een aaneenschakeling van zeer complexe processen op gang, die deels worden begrepen, maar die grotendeels nog intensief speurwerk vereisen om in detail te kunnen worden beschreven. Het meest essentiële deel van deze keten van processen zullen wij echter nimmer begrijpen.

Wat gebeurt er thans?

Dank zij mijn stembanden wordt de luchtstroom uit mijn longen in trilling gebracht. Deze luchttrillingen worden in de keel- en mondholte gemoduleerd en vervolgens voortgeplant in de wereld buiten mij. De trillingen treffen de microfoon, worden versterkt en via de luidsprekers deze aula ingestuurd. Indien de geluidsinstallatie van deze universiteit van een hoogwaardige kwaliteit is dan zullen uit deze luidsprekers trillingen komen met een frequentie-inhoud gelijk aan die welke ik thans produceer. De enige wijziging, die de installatie dan aan mijn stem aanbrengt, is een vergroting van de amplitudo van de trillingen. De luchttrillingen treffen de trommelvliezen van Uw gehoororganen, die daardoor in dezelfde frequentie in trilling worden gebracht. Via een overdrachtsysteem in het middenoor worden deze trillingen naar het binnenoor geleid waar gevoelige orgaantjes, receptoren, door sommigen tegenwoordig liever sensoren genoemd (1), de trillingen omzetten in zenuwimpulsen. Deze impulscode wordt via de vezels van de gehoorschenuw naar de temporale kwab van de hersenen geleid, waar deze een activiteit van hersencellen veroorzaakt op grond waarvan U klanken hoort. De neuro- en zintuigfysioloog zal door zijn onderzoek in staat zijn steeds meer details te beschrijven van de keten van processen, die in gang wordt gezet door de luchttrillingen die het trommelvlies treffen en die uiteindelijk resulteert in de bewustwording van klanken. Een zelfde redenering geldt voor de elektromagnetische golven die door de objecten om U heen worden weerkaatst en die Uw ogen treffen, indien U tenminste niet indommelt tijdens de serene sfeer van deze plechtigheid.

Het meest wonderbaarlijkste en niet te begrijpen proces bij het horen van klanken en het zien van kleuren is de transformatie van cerebrale fysisch-chemische processen in gewaarwordingen, die plotseling tot het bewustzijn doordringen. De ionenverschuivingen in onze hersencellen zijn meetbaar en daardoor tot eenvoudiger processen te herleiden en in mathematische termen te vangen. De overgang van deze materiële processen in gewaarwordingen is daarentegen onbereikbaar voor het meetinstrumentarium van de natuurwetenschappelijke onderzoeker. De fysische realiteit van de wereld buiten mij ervaar ik in de vorm van gewaarwordingen: luchttrillingen als klanken, electromagnetische golven als licht, opgeloste stoffen als smaak, vluchtige stoffen als geur, druk op de huid als aanraking.

In het begin van deze eeuw was in de filosofie vooral de theorie in zwang, dat geen objecten worden waargenomen, maar dat men kleuren, lijnen en vormen ziet, een theorie die uit de tijd van Descartes en Locke stamt (2). Men noemde deze elementaire vormen van informatie „sense data” (3). De fysioloog spreekt over sensaties of gewaarwordingen; deze vormen de geestelijke symbolen van de werkelijkheid. Nadien is kritiek op deze theorie der sense data gekomen, een kritiek die inhoudt dat de gewaarwording op zich zelf geen betekenis heeft. De interpretatie van de gewaarwording vormt de essentie. De interpretatie leidt tot de eigenlijke waarneming. Rümke (4) stelt dit zeer treffend: „In de waarneming zijn wij actief, in de gewaarwording passief, . . .”.

Als men een auto ziet, om maar eens een geliefkoosd consumptiegoed te noemen, dan wordt men weliswaar vormen, lijnen en kleuren gewaar, maar men ziet op grond hiervan in feite een automeerk, een type, een bouwjaar en een aantal onder U waarschijnlijk ook nog een acceleratievermogen en wat nadelen, die aan het beoogde object verbonden zijn. Niettemin liggen de sense data ten grondslag aan de waarneming. Ongetwijfeld draagt de waarneming een sterk subjectief karakter afhankelijk van de ervaring die werd opgedaan, afhankelijk ook van de omstandigheden waaronder men verkeert. Men kan zich afvragen of de sense data, de elementaire geestelijke symbolen dus, ook subjectief bepaald worden, dan wel zuiver object gebonden zijn, dus afhankelijk van de fysische realiteit als zodanig. Deze vraag is mijns inziens niet te beantwoorden. Ik kan niet weten of bij U dezelfde gewaarwordingen worden veroorzaakt als bij mij, aangezien onze gewaarwordingen niet geregistreerd kunnen worden, daardoor niet te herleiden zijn tot maten en getallen en derhalve niet vergelijkbaar zijn. De enige die kennis kan nemen van mijn gewaarwordingen ben ik zelf. De wimpel bij onze vlag heb ik oranje leren noemen. Daarna heb ik alle objecten die mij een overeen-

komstige kleurgewaarwording gaven eveneens oranje genoemd, zoals bijvoorbeeld ook de omslag van deze openbare les. Het is niet uitgesloten dat U de wimpel ziet in een kleur, die voor mij gelijk is aan die van gras en dat U gras ziet in een kleur, die ik misschien blauw zou noemen. Aangezien wij allen hebben geleerd de kleur van onze wimpel oranje te noemen en de kleur van het gras groen, zullen wij alle daarmee overeenkomstige kleuren eveneens oranje, respectievelijk groen noemen.

Doordat wij aan de gewaarwordingen, waarin de werkelijkheid in onze geest wordt weerspiegeld, klanksymbolen hebben gegeven, hebben wij de taal als het middel voor de beschrijving van de werkelijkheid ingevoerd. Dank zij de taal kunnen wij over de werkelijkheid communiceren, een communicatie op grond van afspraken.

Deze zienswijze is niet origineel. In 1789 schreef Lavoisier, beïnvloed door de Abt de Condillac, in zijn „*Traité élémentaire de chimie*” (5): „De onmogelijkheid om de nomenclatuur van de wetenschap en de wetenschap van de nomenclatuur te scheiden berust hierop, dat de gehele natuurwetenschap noodzakelijkerwijze gevormd wordt door drie zaken: de reeks van verschijnselen waaruit de wetenschap is opgebouwd; de voorstellingen, die deze verschijnselen oproepen; de woorden, waarin zij tot uitdrukking komen. Het woord zal de voorstelling doen ontstaan; de voorstelling zal het verschijnsel uitbeelden: het zijn drie afdrukken van een zelfde stempel; en omdat het de woorden zijn die de voorstellingen bewaren en overdragen heeft dit tot gevolg dat men niet de taal kan verbeteren zonder de wetenschap te verbeteren, noch de wetenschap zonder de taal”.

Lavoisier schreef dit 5 jaar voor zijn dood. Hij stierf op 8 mei 1794 op het schavot van de Franse Revolutie, omdat hij royalist was en nadat hij de mensheid onschatbare diensten had bewezen als grondlegger van onze moderne kwantitatieve chemie.

„Het afhakken van dat hoofd duurde slechts een tel, maar het zal misschien wel een eeuw kosten om weer een ander zoals dit te krijgen,” zou zo ongeveer gezegd zijn door Lagrange (6), een beroemd wiskundige, die de revolutie dank zij die roem wel overleefde. Met deze uitspraak bekritiseerde Lagrange scherp en cynisch de vernietigende kracht van de mens als de emotie over de rede heerst. In letterlijke zin vergiste Lagrange zich, want nog geen zevenentwintig jaar later werd Louis Pasteur geboren.

Indien iemand zich verstoort tot het uitspreken van een rede is het zijn intellectuele plicht zijn gedachten zodanig te formuleren, dat een communicatie zonder misvattingen wordt bereikt. Dit vereist voor de spreker en de toehoorders een eenduidige definiëring van feiten en begrippen. Dit betekent

dat ik alle begrippen eerst uitputtend zou moeten behandelen en vastleggen alvorens met deze begrippen te werken. Aangezien mijn beschouwing dan niet veel anders dan taalanalyse zou worden, zal ik uitgaan van de veronderstelling dat de begrippen een algemeen geaccepteerde betekenis hebben, al is dit geen garantie dat de betekenis van alle woorden en begrippen en de samenvoegingen tot complexe formuleringen voor ieder gelijk zal zijn.

Ook in andere vakgebieden wordt met soortgelijke problemen geworsteld. In zijn boek „Exploration in Management” meent Wilfred Brown (7), een organisatiedeskundige, bij de opsomming van een aantal woorden als manager, supervisor, specialist, policy en andere, dat deze geen algemeen geaccepteerde betekenis hebben. Hij vraagt zich dan ook af hoe deze termen te gebruiken bij de discussies over industriële problemen, waarna hij verzucht: „In feite besteden wij het grootste deel van onze tijd aan de discussie over de betekenis van de woorden die we gebruiken in plaats van aan de discussie over de problemen zelf”.

Kemeny (8) vangt zijn „A philosopher looks at science” aan met dit probleem en stelt dat het werkelijke gevaar van de taal ligt in het feit dat wij voortdurend door woorden worden gestrikt doordat deze te vaag zijn, een dubbele betekenis hebben of bijkomende gevoelens opwekken.

Deze opvatting kan men niet in zijn algemeenheid verkondigen. Het taalgebruik van de dichter en de schrijver is in sterke mate gericht op de emotionele betrokkenheid van de lezer. Het succes van de cabaretier wordt mede bepaald door de dubbele betekenis van zijn taal. Men kan zich afvragen of ons democratische stelsel zou kunnen functioneren, indien politici niet langer meer hun toevlucht tot vage formuleringen zouden nemen, een opmerking die trouwens niet alleen de politiek geldt. Hiermee maak ik mij overigens aan een vaagheid schuldig, die voor vele interpretaties vatbaar is. Dit is in de wetenschap ontoelaatbaar en het is duidelijk dat Kemeny op het wetenschappelijk taalgebruik doelde. De wetenschappelijk onderzoeker heeft de taak zich helder, eenduidig en feitelijk uit te drukken.

Indien het mijn plan zou zijn geweest deze les uitsluitend uit te spreken in woorden, die misverstanden noch emoties zouden opwekken, dan had ik deze slechts in één taal kunnen schrijven, die van de wiskunde. In de zuivere formulering is de wiskundige uniek, doordat hij zich een taal kon creëren, waarvan de termen eenduidig en exact definieerbaar zijn met uitsluitend een intellectuele functie los van welke emotie dan ook.

Ervaring van de wereld in geestelijke symbolen en de beschrijving ervan in taalsymbolen, betekent dat wij de werkelijkheid als zodanig niet kennen. Wat wij kennen is een subjectieve ervaringswereld, die wij met behulp van

de taal beschrijven. De taal is echter niet alleen het stelsel waarin onze kennis wordt vastgelegd en waarmee wij over deze kennis communiceren. Het is ook het stelsel waardoor wij over de werkelijkheid nieuwe informatie verkrijgen. Dank zij de taal zijn wij in staat tot logische gedachtengangen, die tot nieuwe conclusies en inzichten leiden. Indien ik hierbij dan vooropstel dat dit inzichten zijn in onze subjectieve ervaringswereld, kan men zich afvragen wat men dan onder objectieve kennis van deze wereld dient te verstaan.

De structuurformule is voor de chemicus de symbolische weergave van de onderlinge rangschikking van atomen in een molecule. Het atoom stelt hij zich voor als een opeenhoping van neutrale en positief geladen bolletjes met op verschillende afstanden daaromheen bewegende groepen van negatief geladen deeltjes. Ook deze voorstelling is een symbolische weergave van de werkelijkheid. „De voorstelling, die wij ons van het atoom maken is een produkt van onze verbeelding en geen herinneringsbeeld,” zegt Ubbink (9) hierover. „. . . atomen kunnen wij immers niet met onze ogen zien”. Maar zelfs indien wij dat kunnen dan nog zit er de natuurwetenschappelijk onneembare barrière van werkelijkheid naar verschijningsvorm tussen. Verder zegt Ubbink over onze voorstelling van het atoom: . . . „dat produkt van onze verbeelding is geen vrije schepping; wij moeten met de constructie rekening houden met de uitkomsten van de experimenten die ons de eigenaardigheden van het atoom doen kennen”.

Stel ik dat wij de werkelijkheid uitsluitend in een symbolische vorm kennen, dan kan men daar tegenin brengen dat wij desondanks in staat zijn de werkelijkheid met behulp van instrumenten in maten en getallen vast te leggen. Zo zijn wij in staat het oranje van de wimpel bij onze vlag te meten. Deze meting bestaat dan echter uit niets anders dan een omzetting van de lichtstralen in de uitslag van een metertje, dat een elektrische spanning aangeeft. Wij drukken deze meting uit in een elektrisch signaal, waarvan wij aannemen dat het in kwantitatieve zin overeenkomt met het oorspronkelijke proces. De mens is daarbij niet zo naïef geweest, dat hij zich niet door zorgvuldig gekozen controlemetingen verzekerd heeft van een hoge mate van waarschijnlijkheid ten aanzien van de juistheid van deze veronderstelling. Moge het elektrische signaal een goed kwantitatief analogon zijn, over de lichtstraal zelve geeft het geen informatie.

Gewicht is de kracht waarmee een object naar de aarde wordt getrokken. Door vergelijking met een standaardmaat kunnen wij een massa kwantitatief in gewicht uitdrukken zonder te weten wat de aantrekkingskracht als zodanig is.

Het is een voortdurend streven van de natuurwetenschappelijke onderzoeker om de maatstaven, waarin hij de wereld der verschijnselen beschrijft, zo

specifiek mogelijk te kiezen en daarbij éénduidige taalsymbolen te gebruiken. Beschrijft men een verschijnsel zodanig dat volledig rekening wordt gehouden met de uitkomst van de specifieke metingen, „die ons de eigenaardigheden ervan doen kennen” en gebruikt men de taalsymbolen volgens de gemaakte afspraken dan kan men spreken van een objectieve beschrijving. Aldus gesteld wordt onze objectieve kennis bepaald door twee vaardigheden: de experimentele bekwaamheid en het gebruik van symbolen, waarin de uitkomsten worden uitgedrukt.

Hoe breiden wij deze objectieve kennis uit?

Bij het waarnemen van een verschijnsel kan men zich drie vragen stellen: Wat gebeurt er, waardoor treedt het verschijnsel op en waarom? De eerste vraag is gericht op het hoe van het verschijnsel, d.w.z. op de inhoudelijke beschrijving ervan. Men noemt dit de descriptieve vraag. Het waardoor vraagt naar de oorzaak, naar een ander verschijnsel dus dat ten grondslag ligt aan het eerst waargenomene: de causale vraag. Vraagt men waarom, dan is men nieuwsgierig naar het doel of de zin van het verschijnsel, dit is de teleologische vraag.

De hoe- en waardoor-vraag leiden naar feiten over het proces en naar andere verschijnselen, waarvan men wederom de hoe- en waardoor-vraag kan stellen. De waarom-vraag kan men op twee niveaus stellen. Met het waarom kan men vragen naar het gevolg van een waargenomen verschijnsel. In deze zin gebruikt is de waarom-vraag tegengesteld gericht aan de waardoor-vraag. Men vraagt met het waarom in feite naar de functie van een verschijnsel. In het vakgebied van de fysiologie is deze waarom-vraag een veel gestelde. Vraagt men echter met het waarom naar het doel dat achter de wereld der verschijnselen ligt dan vraagt men in feite naar de zin van deze wereld.

Door het stellen van de drie vragen „hoe, waardoor en waarom” in natuurwetenschappelijke zin, wordt de onderzoeker geprikkeld tot het vergaren van feiten teneinde een antwoord op deze vragen te vinden. Dit antwoord krijgt hij op grond van de waargenomen feiten, beschreven in de afgesproken symbolen, als door hem dank zij de ondoorgrondelijke geestelijke processen als analyseren, gevolgtrekkingen maken, parallellen vinden en een synthese scheppen, de feiten in een zinvolle samenhang worden geplaatst; een samenhang die wij theorie noemen. Het geestelijke proces, waardoor theorieën uit feiten ontstaan, heet inductie. De theorie vormt de verklaring voor de zinvolle samenhang van de feiten.

Heeft de onderzoeker eenmaal een theorie opgesteld dan zal hij hieruit door deductie nieuwe vooronderstellingen afleiden, die hij experimenteel zal toetsen op hun juistheid.

Een negatieve uitslag betekent dat de theorie onjuist of onvolledig was, tenzij de toets onzuiver was. Door inductie wordt dan een nieuwe theorie geboren. Dit is de kern van onze wetenschappelijke activiteit, een activiteit als resultante van creatief vermogen en kritische zin.

„Wetenschap” zegt Eccles (10) „is in feite een persoonlijke verrichting van de onderzoekers, die ieder een bepaald aspect van de natuur verklaren en die deze verklaringen voorleggen aan anderen ter kritische beoordeling en ter experimentele toetsing”.

Een theorie is aldus het resultaat van de gezamenlijke inspanning van zeer veel onderzoekers, waardoor deze, uitgaande boven de individuele bijdrage van de enkeling, een algemeen geaccepteerde geldigheid verwerft; een geldigheid met twijfels, tenzij men in staat zou zijn ondubbelzinnig vast te stellen, dat de uitkomsten van welke toets dan ook niet in strijd kunnen zijn met de theorie.

Indien de mens ooit zover komt, dat alle feiten gekend worden, dan zal dit leiden tot één universele theorie over de materiële processen van deze wereld. Twee vragen resten de mens dan nog; vragen die ieder van ons zich bij herhaling gesteld zal hebben.

Waarvoor en waarom bestaat er een wereld zoals deze?

Het is niet uit te sluiten, maar evenmin te bevestigen, dat oorzaak en doel in één grondbeginsel culmineren, waaraan door velen de naam God wordt gegeven. Uit wetenschappelijk oogpunt is de naam grondbeginsel beter, omdat deze alle hypothetische mogelijkheden open laat. Kiest men God dan aanvaardt men in wetenschappelijke zin een hypothese; een hypothese die on-aantastbaar is. Er is geen feit bekend waarmee het bestaan van God in strijd is. Men doet deze wetenschappelijke benadering alleen recht, indien hieraan wordt toegevoegd, dat er evenmin feiten bekend zijn, waarmee het niet-bestaan van God in strijd is. Net zo min als de natuurwetenschappelijk onderzoeker de sprong kan maken van materieel verschijnsel naar de geestelijke verschijningsvorm ervan, is hij in staat over de grenzen van deze wereld heen te zien en feiten te verzamelen van haar oorzaak en haar doel. Al is een antwoord op deze meest fundamentele vragen van ons bestaan niet te geven, het onderzoek naar de verschijnselen binnen deze wereld, de poging een minuscuul deel van het totale complexe gebeuren met afgesproken definities in een hypothese tot een zinvol verband te brengen is een vreugdevolle ervaring, waarvan men alleen in woord en gebaar getuigen kan.

Tot hier toe is mijn beschouwing van de wetenschapsbeoefening beperkt gebleven tot wetenschapsbeoefening om het weten. Dit was het edele doel

van de Grieken (11). Thans treft men dit ideaal nog aan bij individuele onderzoekers, maar het geldt niet meer als het hoogste goed voor onze maatschappij in zijn totaliteit. Naast het kennen is het kunnen gekomen; naast de natuurwetenschap de techniek. De geneeskunde is bij uitstek een vakgebied waarin het kennen ten dienste staat van het kunnen. De semantiek van het woord geneeskunde geeft duidelijk weer wat de doelstelling van het vakgebied is, aangezien in ons huidige taalgebruik het woord „kunde” vooral de betekenis van „vermogen” heeft gekregen. De oorspronkelijke betekenis van „kunde” was „weten” of „leren kennen” (12). In deze betekenis treft men het aan in het woord natuurkunde. In het woord geneeskunde kan men in feite de beide betekenissen, „kennen” en „kunnen”, aan kunde toekennen, want de geneeskunde heeft tot doel het „kunnen” door het „kennen”. In de geneeskunde zijn natuurwetenschap en techniek verenigd.

Oorspronkelijk was natuurkunde het synoniem van natuurwetenschap. De natuurkunde wordt dan ook terecht als de moeder van alle richtingen in de natuurwetenschap beschouwd. In de huidige betekenis heeft natuurkunde echter alleen nog betrekking op de wereld van de dode materie. Dit wordt duidelijk onderstreept door de bijvoegingen fysiologische, biologische of medische als men de toepassing van de natuurkunde op de levende natuur beoogt.

De levende natuur is het studieterrein van de biologische wetenschappen. Ook de geneeskunde valt als zodanig onder de biologie. De fysiologie is dat deel van de biologie, dat de normale processen bestudeert die in de levende organismen plaatsvinden. In de fysiologie is kennen het doel. Fysiologie van de mens is daarom een basiswetenschap van de geneeskunde.

Beperk ik mij tot dat deel van de geneeskunde dat men wijds zou mogen omschrijven met „de kliniek”, de curatieve en palliatieve geneeskunde derhalve, dan ligt tussen het gebied van de fysiologie en dat van de kliniek het terrein van de pathofysioloog. De pathofysioloog heeft tot taak kennis te verwerven over de wijze waarop de normale processen bij de zieke mens gestoord zijn. Beschrijving van gestoorde processen in onderlinge kwantitatieve relaties en evaluatie van de mate van stoornissen door vergelijking met de ongestoorde processen vormen de voornaamste oogmerken van zijn studie. Door het opstellen van gefundeerde theorieën over de ziekteprocessen levert de pathofysioloog op tweërlei wijze een bijdrage tot de klinische geneeskunde; enerzijds kan worden afgeleid over welke essentiële informatie men dient te beschikken voor een adequate diagnostiek, anderzijds worden de te verwachten uitkomsten van therapeutische ingrepen beter voorspelbaar.

Pathofysiologie is gericht op het kennen ten behoeve van het kunnen in de kliniek. Past de pathofysioloog zijn onderzoeksmethoden toe in de kliniek ten behoeve van de diagnostiek, dan spreek ik ter onderscheiding liever over klinische fysiologie. De grens tussen pathofysiologie en klinische fysiologie is echter niet scherp te trekken.

De methode van onderzoek van de fysioloog en die van de pathofysioloog vertonen geen wezenlijke verschillen. Het onderscheid ligt uitsluitend in het doel van de studie. Zonodig zal de pathofysioloog ook fundamenteel fysiologisch onderzoek verrichten ten einde normen te vinden waaraan hij de resultaten van zijn pathologisch gericht onderzoek kan toetsen. Waar echter op grond van de praktische klinische behoefte de pathofysioloog zich vaak tevreden zal moeten stellen met een zodanige kwantitatieve beschrijving van de normale levensprocessen, dat hij het afwijkende op adequate wijze kan interpreteren, zal de fysioloog pur sang geen weerstand kunnen bieden aan de innerlijke drang tot dieper graven om de levensprocessen te herleiden tot fundamentele relaties tussen fysische en chemische processen.

Bij dit fundamentele onderzoek in de fysiologie en ook de andere basiswetenschappen in de geneeskunde, bevinden wij ons in een gebied, waarin de maatschappelijke relevantie, het praktische nut zo U wilt, van de individuele onderzoekingen niet te voorspellen valt. In toenemende mate heb ik gedurende de laatste jaren de indruk gekregen dat voor het verwerven van fondsen het fundamentele onderzoek om het onderzoek zelve geleidelijk aan in een minder gunstige positie is gekomen ten opzichte van het onderzoek, waarbij het kennen direkt is gerelateerd aan het kunnen. Ik ben voor maatschappelijk relevant onderzoek en als pathofysioloog verbonden aan de afdeling longziekten dus voor klinisch relevant onderzoek. Maar ik ben tegen het verheffen van maatschappelijk relevant tot slogan. Wetenschap, die op zuivere wijze wordt bedreven, dient gevrijwaard te zijn van oorlogskreten. Wij zullen er voor moeten waken dat een aantal onderzoekers, dat de wetenschap bedrijft om de wetenschap zelve, het werk ongestoord kan voortzetten, opdat het de kans krijgt grensverleggende arbeid te verrichten, waardoor nieuwe, onverwachte perspectieven worden geopend voor die onderzoekers, die tot taak hebben de nieuw verworven inzichten te benutten voor het pathologisch gerichte onderzoek. Met het voorgaande wil ik niet beweren, dat fundamentele research uit praktische behoefte geboren niet grensverleggend zou kunnen zijn. Het kan tot even waardevolle resultaten leiden voor de wetenschap als de schepping van een kunstenaar, die in opdracht werkt, voor de kunst. Maar is ook in de kunst niet vooral de vrije scheppingsdrang de motor van nieuwe stromingen?

Dit is geen pleidooi om alle middelen en geestelijke energie te besteden aan

fundamenteel onderzoek om het onderzoek zelve. Mijn opmerkingen beogen uitsluitend de waarde ervan niet te veronachtzamen. Daarnaast is het minstens van even groot belang dat de klinieken over zeer goed geoutilleerde onderzoekcentra beschikken, waarin onderzoekers afkomstig uit de basiswetenschappen in samenwerking met de klinische specialisten nieuw verworven inzichten op fundamenteel niveau ten volle benutten voor klinische toepassing en zondig ook zelf aanvullende fundamentele research verrichten. De pathofysiologie is bij uitstek een wetenschap die tussen kliniek en basiswetenschap instaat.

Bij het formuleren van zijn werkhypothese, als basis voor verder onderzoek, zal de medisch-biologische onderzoeker meestal niet het totale feitenmateriaal van een deelsysteem in zijn beschouwingen opnemen. Hij zal kennis nemen van de feiten, die door de diverse onderzoekers werden verzameld, hij zal de feiten in een zo zinvol mogelijk verband plaatsen, maar hij zal ook bij de formulering van zijn werkhypothese de totale complexe samenhang van feiten en processen reduceren tot een skelet van essentiële gegevens dat nodig is voor een heldere formulering. Hij kan hierbij gebruik maken van schema's en blokdiagrammen. De werkelijkheid wordt dan gereduceerd weergegeven in een systeem van tekensymbolen. Men kan ook het biologische systeem weergeven in een systeem van processen uit de dode natuur. Zodra bijvoorbeeld bij de beschouwing van biologische processen elektrotechnici betrokken zijn, wordt het biologische systeem prompt vertaald in een elektrisch analogon.

De weergave van een systeem in een ander daarvan onafhankelijk systeem ten einde hierdoor informatie over het eerste systeem te verkrijgen noemt men een model. Model is een modewoord geworden. Een grafische weergave van het toegenomen gebruik van dit woord kunt U bij Hardy (13) vinden. In 1951 kwam het woord in de titels van ca. 350 wetenschappelijke publicaties voor; in 1965 waren dit er 1500. Het woord model heeft vele betekenissen. U kunt er een aantal terug vinden in Van Dale (14). Voor een grondiger beschouwing van het modelbegrip in de wetenschap kan ik U echter beter naar de „Inleiding tot het modelbegrip” van Bertels en Nauta (15) verwijzen.

In de fysiologie worden in het model die essentiële kenmerken van een bepaald deelsysteem van de levende natuur zodanig weergegeven, dat men met behulp van dit model nieuwe eigenschappen en kwantitatieve relaties kan ontdekken, die aan het biologische systeem nog niet eerder waren opgemerkt. Op deze wijze gebruikt, levert het model nieuwe vraagstellingen op, waaruit werkhypothesen voortvloeien voor verder medisch-biologisch onderzoek.

Hardy rubriceerde de modellen, die in de fysiologie worden gebruikt, naar hun vorm in vier hoofdgroepen: de verbale, de schematische, de analoge en de mathematische modellen.

Het *verbale* model is de woordelijke beschrijving van de processen in de natuur. Hoewel de taal, als een onafhankelijk systeem waarin de werkelijkheid wordt weergegeven ten einde over de werkelijkheid informatie te krijgen, lijkt te voldoen aan de geciteerde definitie van model, kan men zich afvragen of het zinvol is elke verbale beschrijving een model te noemen van de werkelijkheid. Bertels en Nauta achten dit weinig zinvol, „alles wordt zo immers tot model”. Zij wijzen hierbij op een belangrijke functie van het model, de reducerende en globaliserende functie. Bovendien rijst mijns inziens de vraag of de taal inderdaad een van de werkelijkheid onafhankelijk systeem is. In het citaat, ontleend aan Lavoisier, werd reeds op de koppeling tussen taal en werkelijkheid gewezen. Immers de mens kent zijn (ervarings)-wereld door de taal. Er kan geen kennis van de werkelijkheid zijn zonder taal en geen taal zonder werkelijkheid.

Met het *schematische* model, dat ook wel structuurmodel genoemd wordt, bedoelt Hardy de twee-dimensionale voorstellingen van de werkelijkheid, zoals de blokdiagrammen en regelschema's van fysiologische processen. In het onderwijs zijn de structuurmodellen uitermate nuttig gebleken. Maar ook bij de analyse van een complexe samenhang van processen zal de onderzoeker, gebruik makend van schematische overzichten, bijkomstigheden trachten te vermijden en alleen die functies in zijn beschouwing opnemen, die essentieel zijn voor de beschrijving van het beoogde proces. Met het structuurmodel valt niet te experimenteren. Het leent zich uitsluitend voor logische overdenking. Het is in feite de resultante van de geestelijke activiteit van de onderzoeker, die zijn werk mede in relatie tot de resultaten van andere onderzoekers samenvat in een schematisch overzicht ten einde hiaten in zijn kennis en de toetsingsmogelijkheden van zijn theorieën gemakkelijker te onderkennen en duidelijker te formuleren. In het structuurmodel beschrijft men de wijze waarop de processen onderling samenhangen, niet de mate waarin. Een dergelijk model zou men daarom een kwalitatief model kunnen noemen.

Het *analoge* model is de nabootsing van een complex van biologische processen in fysische processen, waaraan men de eigenschappen van de nabootste processen kan aflezen. Men kan bijvoorbeeld de bloedsomloop in het menselijk lichaam weergeven door twee pistonpompen, waarvan de uitgang van de ene via een buizenstelsel verbonden is met de ingang van de andere en omgekeerd. Worden dan in deze twee buizenstelsels tussen de in serie geplaatste pompen nog regelbare stromingsweerstand en capaciteiten

aangebracht, dan heeft men hiermee eveneens een representatie van een deel van de biologische werkelijkheid die gekenmerkt is door een sterke reductie van de feiten, maar met behoud van een aantal essentiële kenmerken. Een dergelijk fysisch model kan men in toenemende mate perfectioneren, waardoor de simulatie van het circulatie-apparaat verbetert en men meer eigenschappen hiervan door metingen aan het model kan bestuderen. Kiest men de eigenschappen van het model zo, dat de aan dit model gemeten signalen kwantitatief overeenstemmen met de gesimuleerde biologische variabelen, dan kan men dit fysische model als een kwantitatief model beschouwen. Simuleert men een complex van processen met een elektrische voedingsbron, versterkers, weerstanden, condensatoren etc. op een zodanige wijze, dat de spanningsveranderingen op verschillende punten gemeten en zichtbaar gemaakt op een oscilloscoop of recorder overeenkomstig zijn aan gemeten biologische signalen dan heeft men eveneens een kwantitatief fysisch model. Dit noemt men echter een elektrisch model ter betere precisering van het karakter van het model. Als kwantitatief model is het elektrische model te verkiezen boven het eerst genoemde fysische model, aangezien men met het elektrische model gemakkelijker kan manipuleren, het sneller kan aanpassen aan kwantitatief verschillende maar soortgelijke biologische systemen. Bovendien kan men het elektrische model in kortere tijd met nieuwe functies uitrusten ten einde een meer gedetailleerdere simulatie van de biologische natuur te verkrijgen.

Onder het *wiskundige* model kan men het stelsel van algebraïsche vergelijkingen verstaan, waarmee de kwantitatieve samenhang van de processen wordt beschreven. In het wiskundige model worden de biologische processen dus sterk geabstraheerd, doordat deze uitsluitend nog als getallen worden uitgedrukt. De aard van de processen wordt niet weergegeven.

Het gebruik van de wiskunde in de natuurwetenschap is ongetwijfeld al zo oud als de natuurwetenschap zelve. In de fysiologie is het gebruik van de wiskunde pas begonnen in het midden van de vorige eeuw, dank zij vooral Ludwig, du Bois Reymond, von Helmholtz en Brücke (16). In 1848 presenteerde Emil du Bois Reymond (17), de grondlegger van de elektrofysiologie, een curve in het coördinatensysteem. Het betrof de uitslag van een aanwijznaald, die de richting en grootte representeerde van een elektrische stroom die werd afgeleid van de m. gastrocnemius van de kikker. De beweging van de wijzer werd uitgezet als functie van de tijd. Hiermee introduceerde du Bois Reymond de grafische beschrijving van een fysiologische variabele. De curve was evenwel niet het empirische resultaat van zijn proefneming, maar vormde het hypothetische uitgangspunt waarmee het resultaat werd vergeleken.

De ontwikkeling in de fysiologie van de kwantitatieve beschrijving van biologische processen heeft er toe geleid dat ook in de geneeskunde de wiskunde in toenemende mate werd toegepast. Deze ontwikkeling wordt tegenwoordig krachtig gestimuleerd door de multidisciplinaire samenwerking van artsen, medisch-biologische onderzoekers, chemici, fysici en wiskundigen. Niet iedereen in de medische kring denkt hierover echter onverdeeld gunstig. Op de Boerhaave-cursus over longfunctie-onderzoek bij bevolkingsgroepen, die in 1974 in Leiden werd gehouden, sprak tijdens een discussie een der deelnemende artsen de vrees uit „dat de pathologie tot regressievergelijkingen zou verworden”. Een dergelijke nogal apodictische uitspraak geeft ons een duidelijk beeld van het ontwikkelingsstadium van de desbetreffende medicus.

Een van de idealen, waar de somatische geneeskunde door de jaren heen naar heeft gestreefd, is de vergelijking van de relevante kwantitatieve gegevens van een patiënt met een adequaat, individueel toepasbaar, referentiemodel ten einde exacte schattingen te kunnen doen over de aard en de ernst van de ziekte, de prognose en de resultaten, die diverse therapeutische ingrepen kunnen opleveren. Dit deel van het geneeskundig handelen leent zich voor een logische benadering. Voor het vormen van dat gedeelte van het oordeel, dat gebaseerd is op vergelijking van kwantitatieve gegevens, wordt dan ook in toenemende mate gebruik gemaakt van machines, die dit accuraat en snel doen.

We verkeren thans nog in een stadium waarin het wiskundige model zeer onvolledig en daardoor beperkt van toepassing is. Dit wordt niet veroorzaakt door een te beperkte mathematische kennis, maar door onvoldoende kwantitatieve gegevens van de biologische processen. Door deze onvoldoende en fragmentarische kennis dienen in de geneeskunde vaak beslissingen genomen te worden op ogenschijnlijk irrationele gronden, beslissingen waarvoor een inventieve geest met ervaringskennis nodig is. Daarover beschikken onze rekenmachines niet. Het gaat er derhalve niet om de arts te vervangen door een computer. Zelfs in het ideale geval, indien wij dus beschikken over zeer goede modellen, zowel van de patiënt als van de normen waaraan de meetresultaten dienen te worden getoetst, zal de controle van een geest, die boven het uitsluitend logische systeem van de rekenmachine uitgaat, ten zeerste nodig blijven. In de levende natuur is de individuele verscheidenheid zo enorm groot, dat het mij wel haast onbereikbaar lijkt ook deze in een strikt logisch systeem te formuleren; en al wordt dit bereikt, dan nog zal geen patiënt wensen uitsluitend op grond van zijn getalswaarde te worden behandeld.

De bijdrage, die de fysioloog heeft geleverd aan de modelvorming in de geneeskunde, is in de eerste plaats van kwalitatieve aard geweest; de causale samenhang der biologische processen werd in theorieën vastgelegd en beschrijving. Worden overeenkomstige wetmatigheden bij de verschillende zoogdiersoorten aangetroffen dan wordt aangenomen dat de structuurmodellen ook voor de mens gelden. Voor zover het onderzoek in de kliniek dit toelaat kan een dergelijke extrapolatie van de dierexperimentele naar de humane modellen geverifieerd worden, waardoor deze aan waarschijnlijkheid wint.

Op deze klinische verificatie is men nog sterker aangewezen, indien de verschillende proefdiersoorten onderling verschillen vertonen in de werkingsmechanismen van overeenkomstige fysiologische systemen. De keuze van het proefdier, dat model moet staan voor de oplossing van pathofysiologische problemen, is dan een uitermate riskante aangelegenheid. Het zal geen uitleg vereisen dat hierbij ook de morfologische kenmerken mede bepalend zijn voor deze keuze.

Ook aan de vorming van het kwantitatieve model heeft de fysiologie haar bijdrage geleverd. Naast de aard van de processen en de onderlinge samenhang werd voor zover dat mogelijk was ook vastgelegd door welke wiskundige vergelijkingen de samenhang der processen kon worden beschreven, waardoor een wiskundig model van een bepaald deelsysteem werd verkregen. Vooral in de na-oorlogse literatuur ziet men een toenemende verantwoordelijkheid van de experimentele resultaten in statistisch getoetste kwantitatieve termen. Voor de vorming van een kwantitatief humaan model zijn de resultaten uit dierexperimenteel onderzoek slechts beperkt van toepassing. Men kan de aard van de wiskundige vergelijkingen leren kennen, en de parameters waardoor deze worden bepaald. Om echter de numerieke waarden te kennen van deze parameters en van de constanten die moeten worden ingevoerd, is onderzoek aan de mens zelf nodig. Dit onderzoek legt grote beperkingen op. Aan de gezonde mens kan men bijna uitsluitend niet-invasieve metingen verrichten. Aan de patiënt zijn slechts die risicodragende metingen toegestaan voorzover deze noodzakelijk zijn voor de diagnostiek en de controle van de therapie. Door deze beperkingen is het de arts meestal niet mogelijk zodanige klinische research te verrichten, dat de relatie tussen twee variabelen beschreven kan worden onder goed gecontroleerde parameterwerking van andere variabelen. De pathofysioloog verkeert dienaangaande door zijn onderzoek aan proefdieren in een gunstiger positie. Doordat hij echter voor een goede controle van de parameters een biologisch systeem vaak onder verregaande kunstmatige omstandigheden bestudeert en daarbij bovendien een grote kans loopt met zijn meetinstrumentarium de biologische variabelen

te beïnvloeden blijft ook het dierexperimentele wiskundige model immer aan twijfel onderhevig; een twijfel, die bestreden wordt door gebruik te maken van verschillende proefomstandigheden en meettechnieken en door de uitvoering van controle-experimenten.

Ontwikkeling van betrouwbare niet-invasieve meetmethoden is een eerste vereiste om aan de meettechnische bezwaren tegemoet te komen. We kennen er reeds vele, zoals de electrografie, de radiografie, de ultrageluidstechnieken en de diverse metingen, zoals die op longfunktielaboratoria worden verricht. Deze technieken maken het evenwel nauwelijks mogelijk tot de cellulaire niveaus der levensprocessen door te dringen. Zodra dank zij de gezamenlijke inspanning van onderzoekers uit de medisch-biologische en technische wetenschappen de middelen zijn ontwikkeld om met niet-invasieve meettechnieken aan de mens velerlei levensprocessen tot op het cellulaire niveau te bestuderen, zal een grote verbetering kunnen plaatsvinden van het kwantitatieve model van de patiënt, zowel als van het referentiemodel waaraan het wordt getoetst. Dit zal het niveau van de geneeskunde, dat in de eerste plaats bepaald wordt door de kwaliteit van de diagnostiek en de voorspelbaarheid van therapeutische uitkomsten, zeer ten goede komen.

Dames en Heren,

Indien men een rede uitspreekt of een wetenschappelijk geschrift produceert dan zijn deze geestelijke produkten het resultaat van een subjectieve verwerking van kennis, die grotendeels verkregen werd via een reeks van docenten, auteurs en discussiepartners en voor een veel kleiner deel te danken is aan eigen observatie en logische gevolgtrekking. Zelfs indien de definities van feiten en begrippen en de regels van het wetenschappelijke denken zo zuiver mogelijk in acht worden genomen, zodat over een objectieve benadering gesproken zou mogen worden, blijven voordracht en publicatie subjectieve kenmerken dragen, berustend op onze cerebrale vermogens, die bepalend zijn voor de kwaliteit van de verwerving en de verwerking van de informatie. Dit besef dwingt ons tot een kritische houding tegenover de bronnen, waaraan wij de informatie ontleen, maar vooral ook tegenover de uitspraken en geschriften, die wij zelf produceren.

LITERATUUR

1. J. A. Bernards en L. N. Bouman. "Fysiologie van de mens". Oosthoek. Utrecht, 1974.
2. D. W. Gotschalk. "The structure of awareness". Univ. of Illinois Press, Urbana-Chicago-London, 1968.
3. B. Russell. "The problems of philosophy" (1912). Oxford University Press, 1964, in vertaling: "Problemen der filosofie", vert. J. de Vries, J. A. Boom en Zn, 1967.
4. H. C. Rümke. "Psychiatrie" — Vol. I, Inleiding, Scheltema en Holkema N.V., Amsterdam, 1954.
5. A. L. Lavoisier. "Traité élémentaire de Chimie". Paris, 1789. "Oeuvres de Lavoisier" — Tome I, Imprimeries Imperiales, Paris, 1864. (Universiteitsbibliotheek, Leiden).
6. J. F. Fulton en L. G. Wilson. "Selected readings in the history of physiology" — 2e druk p. 132. Charles C. Thomas Publ., Springfield Illinois, 1966 en Encyclopaedia Britannica, vol. X, 598, 15e druk, 1975.
7. W. Brown. "Exploration in management". Penguin Book Ltd., Hammondsworth Middlesex, England, 1969.
8. J. G. Kemeny. "A philosopher looks at science". D. van Nostrand Company Inc., Princetown New Jersey, 1959, in vertaling: "Een wijsgerige visie op de wetenschap", vert. J. Nederkoorn. W. de Haan, Hilversum en N.V. Standaardboekhandel, Antwerpen.
9. J. B. Ubbink. "Het model in de natuurwetenschap". Wijsgerig perspectief op maatschappij en wetenschap, vol. 5, 179-189, 1965.
10. J. C. Eccles. "Facing Reality". Springer Verlag, New York-Heidelberg-Berlin, 1970.
11. A. G. M. van Melsen. "Natuurwetenschap en techniek", 6e druk. Het Spectrum, Utrecht-Antwerpen, 1967.
12. J. de Vries. "Etymologisch Woordenboek". Het Spectrum, Utrecht-Antwerpen, 1958.
13. J. D. Hardy. "Models of temperature regulation, a review". In "Essays on temperature regulation", chapt. 13, ed. J. Bligh and R. E. Moore. North Holland Publ. Co., Amsterdam-London, 1972.
14. C. Kruyskamp. "Van Dale, groot woordenboek der Nederlandse taal", 9e druk. Martinus Nijhoff, 's-Gravenhage, 1970.
15. K. Bartels en D. Nauta. "Inleiding tot het modelbegrip", 2e druk. Wetenschappelijke uitg., Amsterdam, 1974.
16. K. E. Rothschild. "Physiologie. Der Wandel ihres Konzepte, Probleme und Methoden vom 16 bis 19 Jahrhundert". Karl Alber, Freiburg, 1968.
17. E. du Bois Reymond. "Untersuchungen über tierische Electricität", 1848. (Universiteitsbibliotheek, Leiden).



