

## INFORMATIE - EEN FILOSOFISCHE INLEIDING

*door C. A. van Peursen***Informatie en meten**

Lang heeft men meten, kwantificeren en mathematiseren kenmerkend geacht voor de natuurwetenschappen, vooral die van de niet-levende natuur. Het informatiebegrip heeft het echter mogelijk gemaakt tot meting en mathematisering te geraken op gebieden, die vroeger daarvoor welhaast ontoegankelijk waren. Dit komt omdat „informatie” een nieuwe dimensie van meetbare ordening ontsluit binnen processen, zowel van fysische, biologische als sociaal-psychologische aard. Wijsgerig is daarbij interessant dat men „informatie” niet eenzijdig tot de materie of tot de geest kan rekenen. Daardoor wordt ook op deze wijze de oude indeling, soms zelfs tegenstelling, tussen natuur en geesteswetenschap onbruikbaar, terwijl tevens blijkt dat de wiskunde als formele wetenschap niet aan één bepaalde empirische wetenschap gebonden is. Tenslotte wordt duidelijk, dat mathematische analyse wel gemakkelijker is op het gebied van de natuurwetenschappen, aangezien er verschillende niveau's van informatiestructuren zijn, die een toenemende maat van complexiteit vertonen en die culminereren in de communicatieprocessen welke van geestelijk-sociale aard zijn. In het hiernavolgende worden al deze punten verder uitgewerkt.

Men vergelijkke drukinktvlakken op krantenpapier; op een eerste vel zijn er alleen zeer willekeurig gevormde vlekken, op een tweede hebben zij de vorm van willekeurig verspreide letters, op een derde komen woordvormen voor, op een vierde staan hele zinnen. Louter fysisch gezien zijn de inktvlekken gelijkelijk langs fysische weg verklaarbaar. Wanneer men echter op de mate van ordening let treden merkwaardige verschillen aan de dag. Ook dit is nog fysisch uit te drukken, wanneer men nagaat of er vele of weinige manieren zijn om tot het gegeven resultaat te komen. In het eerste geval zijn er talloze manieren, waarop de vlekken in hun toevallige vorm ontstaan kunnen zijn; in de volgende gevallen zijn de wegen, waarlangs de vormen tot stand kunnen komen, steeds geringer. Men kan dit op verschillende wijzen uitdrukken: de ordening wordt steeds specifiek, de structurering steeds minder waarschijnlijk, de entropiemaat steeds geringer.

Wanneer men een deur opendoet tussen twee vertrekken met zeer verschillende temperatuur, dan is het niet moeilijk te berekenen wat de eindtemperatuur zal zijn, die beide, met elkaar communicerende vertrekken uiteindelijk zullen hebben. Het is echter onmogelijk om, als men alleen de eindtemperatuur weet, terug te rekenen tot de aanvangstemperaturen van elk der vertrekken, omdat er talloze combinaties zijn, die tot het gegeven resultaat hebben kunnen leiden. Een dergelijk voorbeeld treft men nog al eens aan in inleidingen tot de thermodynamica, waarbij duidelijk gemaakt wordt hoe er in gesloten systemen een nivellering van energiever verschillen plaats vindt, d.w.z. een uitwissen van meer specifieke graden van ordening ten koste van een meer gemiddelde, meer waarschijnlijke ordeningsmaat. Men spreekt soms ook wel

van een toename van „wanorde”. Wiskundig kan men dit uitdrukken in een logaritmische functie, die de waarschijnlijkheidsgraad van ordening, of entropie van een systeem aangeeft. Hoe meer wegen een toestand kunnen bepalen, hoe waarschijnlijker die toestand en hoe minder specifieke informatie er omtrent te verkrijgen is.

Er is gebleken - in volgende artikelen wordt daarop meer technisch ingegaan - dat men het informatiegehalte van een systeem kan meten en uitdrukken in de mate van ordening, die de tegenhanger is van de entropie van dat systeem; informatie wordt dan wel met negentropie gelijk gesteld. In schrijfmachinetekens zit reeds enige mate van ordening door de geprefabriceerde lettertekens en de localisatie van de letters op het toetsenbord („constraint”). Maar als men honderd apen honderd jaar op honderd schrijfmachines laat typen, dan is het hoogst onwaarschijnlijk dat er bijvoorbeeld de werken van Vondel uit te voorschijn komen; veeleer zal er een gemiddelde, waarschijnlijke volgorde van lettertekens uit resulteren, dus met lage informatie- en met hoge entropie-waarde. De informatiewaarde wordt gewoonlijk twee-waardig (in „bits”) uitgedrukt en communicatiedeskundigen, zoals Shannon, geven een logaritmische maat aan voor de berekening van de informatie-inhoud van een reeks tekens ( $N = 2^n$ ; d.w.z. dat b.v. 8 mogelijkheden  $2^3$ , dus 3 bits informatie bevatten).

Deze korte en nog slechts oppervlakkige aanduidingen - m.n. het mathematisch apparaat is veel gecompliceerder en verfijnder - maken toch al begrijpelijk, dat „informatie” in deze meer exacte zin op een grote verscheidenheid van gebieden kan worden toegepast als maat voor ordening. Allereerst op dat der fysica. Brillouin heeft vooral gewezen op de samenhang tussen de maateenheden van entropie en informatie. De vraag, die men kan stellen is, of men wel van „informatie” kan spreken als het alleen om een mate van ordening gaat en er geen minder formele (meer inhoudelijke) noties meespeelen, zoals „communicatie”, „bericht”. Overigens legt Brillouin dit verband wel, door de mate van orde in relatie te brengen met de kenbaarheid van een toestand voor de onderzoeker. Zo ziet hij het onbepaaldheidsbeginsel van Heisenberg als uitdrukking van de correlatie tussen de informatie door de waarnemer aan een fysisch systeem onttrokken en de vertoning van de „wanorde” van dat systeem. Wel blijft de informatie-maat gekoppeld aan een formeel begrip van orde, zoals ook in de technische communicatieler van Shannon het geval is. Verderop zullen wij dit de syntactische informatie noemen.

Van bijzonder belang is echter de informatietheorie geworden voor de biologie. Gebleken is, dat de erfelijke eigenschappen van een levend wezen gecodeerd liggen in de erfelijke substantie DNA (desoxyribonucleïnezuur) en wel in de specifieke volgorde van 4 basen (adeïne, guanine, thymine, cytosine), die als lettertekens beschouwd kunnen worden. Via een ingewikkeld proces wordt de „boodschap” van deze code overgebracht op een teken-schrift van 20 verschillende elementen (de aminozuren), die naargelang hun volgorde de samenstelling en aard der eiwitten bepalen. Het levende organisme kan als een veruitwendiging van deze codering beschouwd worden. Erfelijke lichamelijke (b.v. blauwe ogen) evenals geestelijke eigenschappen (b.v.

bepaald temperament) vloeien voort uit deze genetische informatie. Juist omdat de informatieprocessen - zowel de genetisch overgedragen, als de, alhier nog niet vermelde, aan het milieu ontleende informatie - in de levende natuur dikwijls als model gebruikt worden voor informatieprocessen van menselijke organisaties, is kennisname van dit terrein zeer nuttig. Een voortreffelijke uiteenzetting, binnen het kader van de hele informatietheorie, vindt men in de recente studie van Raven over de biologische ontwikkeling als informatieverwerking. „Informatie” duidt hier niet louter de formele ordening aan, maar ook de relevantie van zulk een ordening met betrekking tot het resultaat. De informatie heeft ook inhoudelijke betekenis, heeft een biologisch effect en kan zelfs op de duur terugvertaald worden in waarneembare kenmerken (als blauwe ogen). Verderop zullen wij van een semantische informatie spreken.

Levende organismen winnen ook informatie in, vooral de hoger georganiseerde die over een centraal zenuwstelsel (CZS) beschikken. Het is echter de mens, die verschillende mogelijkheden van zijn organisme heeft weten te veruitwendigen: de werktuigen, ja de hele techniek, kunnen beschouwd worden als exteriorisatie van capaciteiten, die hij zelf al bezat. Men noemt de techniek dan ook wel een verlengstuk van het menselijk lichaam. Welnu, in de ontwikkeling der techniek is het alsof steeds geraffineerder mogelijkheden van het menselijk organisme naar buiten worden gebracht: aanvankelijk wordt brute spierkracht, later echter worden ook besturingsmogelijkheden aan de machine overgedragen. Men onderscheidt zo de fasen van a) materietechniek (werktuigen e.d.), b) energietechniek (het produceren van de kracht die de werktuigen in beweging brengt, b.v. via de stoommachine), c) informatietechniek (het reguleren van energie en materie) (o.a. Steinbuch). Schrijvers over informatie stellen voorts dan ook dat “informatie” een geheel eigen categorie is naast materie en energie (o.a. Vermeersch).

De informatietechniek kan niet los gezien worden van de gehele sociale organisatie van de mensenwereld. Verruiming van mogelijkheden tot het inwinnen, opslaan en reguleren van informatie houdt tegelijk de noodzaak in van wijdere en meer intensieve communicatienetten. Ook de processen, die zich daar voordoen kunnen gemeten worden naar de maatstaf van de hoeveelheid informatie, die bijvoorbeeld in een tekst gegeven is of die bijvoorbeeld door de capaciteit van een communicatiekanaal geboden wordt. Volgende artikelen gaan in detail op deze gebieden in.

### **Soorten van informatie**

Men kan de informatie als een mathematische maat voor de ordeningsgraad van een reeks tekens beschouwen. Het voorgaande korte overzicht maakt wel duidelijk, dat hiermee op het fysische niveau van signaalverwerking of op dat van Brillouins analyses een nieuwe en zekere maatstaf ingevoerd is. Deze maatstaf is dan echter louter structureel. Ook de genetische overdracht van orde, een der belangrijkste factoren in het evolutiemechanisme, kan onder dit gezichtspunt beschreven en gemeten worden. Wij noemen dit, in aansluiting bij de terminologie van Ch. Morris, de syntactische informatie, omdat deze de structuur van regelingen betreft. Ook ten aanzien van de taal kan

men zich richten op louter syntactisch onderzoek. Een kunsttaal, zoals die van logisch-mathematische systemen, is zelfs geheel en al als syntaxis te kenmerken, omdat bijvoorbeeld een logisch systeem louter regels bevat omtrent de operaties, die de onderlinge relaties tussen willekeurige (betekenisloze, b.v. algebraïsche) symbolen beheersen.

Naast informatie in syntactische zin is er ook informatie in semantisch opzicht. „Semantisch” wil zeggen dat de informatie betrekking heeft op de verwijzing naar werkelijkheid. Een kunsttaal, b.v. een logisch systeem, slaat niet op bepaalde zaken in de wereld rondom en men moet ermede opereren zonder aan regels en tekens een interpretatie te geven - behalve voor didactische doeleinden, als men b.v. zegt: „gesteld dat we met „ $p \rightarrow q$ ” bedoelen: „als men koper verhit, zet dit uit”. Men kan, met enige kennis van afspraken, regelsystemen, „constraints” e.d. het informatiegehalte van een reeks specifiek geordende tekens vaststellen, ook al weet men niet welk bericht zij bevatten. In vele gevallen zal men echter juist wel semantische informatie willen verkrijgen. Ten aanzien van het opgevangen, gecodeerde bericht van de vijand zal de analyse van de syntactische informatie de inzet vormen tot het opsporen van de semantische informatie. Ten aanzien van de eerder genoemde DNA-code is de laatste tien jaar veel bereikt in de analyse van het structurele aspect, de statistische informatie, maar pas een eerste begin gemaakt ten aanzien van de meer semantische vraag naar wat bepaalde sequenties nu biologisch betekenen. Of een bepaalde code tot b.v. welgevormde of misvormde ledematen leidt is van uitermate belang voor de voortgang der bio-medische wetenschappen.

Een derde aspect wordt gevormd door de informatie in pragmatisch opzicht. Hier wordt de zaak nog weer door een nieuwe dimensie gecompliceerder en schiet dus louter semantische analyse te kort. „Pragmatisch” wil zeggen de betekenis van informatie niet louter ten opzichte van de aanduiding van iets in de wereld, maar ook ten aanzien van de gevolgen die dit heeft voor het gedrag van de ontvanger. Informatie duidt dan niet alleen iets aan, maar bewerkstelligt ook iets. Men denke bijvoorbeeld aan het onderscheid tussen relevante en irrelevante informatie. De kapper, die bij stralend weer zijn klanten de mededeling doet „mooi weer vandaag”, geeft in semantisch opzicht geen relevante informatie, omdat deze mededeling niets te maken heeft met de aangelegenheid, waarvoor zijn klant komt. In ander opzicht is het bovendien louter redundante informatie, omdat de mededeling overtuigend is, daar de klant de inhoud al kende. Maar men kan dit ook niet als mededeling opvatten, maar als middel om tot gesprek te komen, om contact te leggen, om iemand op zijn gemak te stellen, e.d. Dan heeft men pragmatische informatie die noch irrelevant, noch redundant hoeft te zijn.

De voorgaande voorbeelden maken duidelijk, dat „informatie” een technische term is, niet samenvallend, wel verwant met, ditzelfde woord uit de dagelijkse taal. Bovendien zijn er verschillende niveau's van informatie, die steeds meer dimensies in het onderzoek betrekken. Het ideaal in alle gevallen blijft om de hoeveelheid informatie van een reeks signalen, van verwijzende symbolen en van meer bewerkstelligende (b.v. overredingen, zoals in reclame) taaluitingen vast te stellen. Daartoe is inperking, afbakening, nodig. Al-

tijd zal „informatie” (syntactisch, semantisch, pragmatisch) een toespitsing en insnoering zijn van de informatie van het dagelijkse leven. Het sociaal-wetenschappelijke onderzoek, dat ook de pragmatische aspecten analyseert, raakt het meest aan de informatie, zoals deze in de gewone, nog niet theoretisch ingedijkte communicatieprocessen van de mensenwereld plaats vindt.

Het voorgaande leidt tot een slotopmerking. Kwantificeren en meten zijn geen einddoel der wetenschappen, omdat de gebruikte maatstaven nooit absoluut zijn, maar ontstaan uit de interactie van onderzoeker en veld van onderzoek. Ook „informatie” is een kwantitatieve grootte, die als middel gezien moet worden om processen te reguleren en bij te sturen - m.n. communicatieprocessen. Dit houdt in, dat de methodes om de informatie-inhoud vast te stellen wel eens gewijzigd moeten worden. Uit het voorgaande bleek al, dat er verschillende niveau's van informatie zijn, elk om eigensoortige parameters vragend. Voorts werd erop gewezen, dat onderscheidingen als relevante/irrelevante informatie betrekkelijk kunnen blijken. Ook redundantie (overtolligheid) kan soms vermeden moeten worden (b.v. bij het verzenden van een telegram), soms juist bewust gezocht (b.v. als men, bij gevaren van misverstand, een bericht zeer duidelijk wil laten overkomen). Dit wordt frappanter als men let op hetgeen buiten de meetmogelijkheden van „informatie” valt, of beter, op hetgeen daarvan uitgesloten wordt: de ruis. Deze kan men thermodynamisch omschrijven als toename van entropie en zal dan wel uiteindelijk neerkomen op Brownse beweging. Maar er ligt een heel gamma van verschijnselen, die als „ruis” gekwalificeerd kunnen worden, naargelang het gebied, waarop de term „informatie” wordt toegepast. Zo zullen in het biogenetische proces de mutaties meestal als ruis fungeren, omdat zij de erfelijke code verstoren (b.v. onder invloed van straling). Ordeverstoringen in een organisme, maar ook in een sociaal-economische organisatie kunnen als „ruis” beschouwd worden.

Welnu, het laatste voorbeeld maakt duidelijk, dat er gevallen kunnen zijn, waarin men zijn informatie-maatstaf moet corrigeren, zodat de verstoring dan juist positief geëvalueerd kan worden en de „ruis” een informatiewaarde kan verkrijgen. Het zou te ver voeren dit uit te werken en daarbij o.m. te tonen hoe dit ook voor de andere gebieden geldt (op biologisch terrein b.v. dat mutaties soms positief ingevoegd worden in de genetische code en deze zo verrijken, o.a. in stralingsproeven met bloembollen, trouwens wellicht in heel de evolutie). Binnen het kader van dit nummer is van belang te zien dat „informatie” een maatstaf is ten behoeve van het bijsturen en bevorderen van communicatie. Welnu, er kunnen en zullen steeds aspecten zijn die buiten de kwantificerende inperkingen van zulk een maatstaf vallen. Terecht - soms ten onrechte. De samenleving is in ontwikkeling, de mens evenzeer. Wijsgerige bezinning op eigen methodiek wil de draagwijdte en de grenzen ervan ontdekken. Het verzetten der bakens, het wijzigen der strategie, het ontgrendelen van de informatiemaatstaven zal soms nodig zijn, wil men althans de elasticiteit ervan behouden.

#### **Enige literatuur:**

L. Brillouin, *Science and Information Theory*. New-York-Londen 1962<sup>2</sup>.

- C. Cherry, On Human Communication. London 1957.
- Ch. Morris, Signs, Language, Behavior. New York 1955<sup>2</sup>.
- C. A. van Peursen, C. P. Bertels, D. Nauta, Informatie. Aulareeks 1968.
- C. A. P. Raven, Ontwikkeling als informatieverwerking.  
Hilversum-Amsterdam 1968.
- E. Schrödinger, What is Life? Cambridge 1945<sup>2</sup>.
- K. Steinbuch, Menselijk en machinaal denken. Aulareeks 1964.
- E. Vermeersch, Epistemologische inleiding tot een wetenschap van de mens.  
Brugge 1967.
- Wijsgerig Perspectief (tijdschr. uitg. Meulenhoff) o.a. nrs „Informatie”  
(III, 5; 1963), „De manager” (IX, 3; 1969).