

Wat doen computers als ze iets zeggen?

Tekst bij de intreerede van

Dr.ir. J.L.G. Dietz

uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van hoogleraar
in het Ontwerpen van Informatiesystemen
aan de faculteit der Technische Wiskunde en Informatica
van de Technische Universiteit Delft
op vrijdag 21 juni 1996.

1 Inleiding

Het ontwerpen van informatiesystemen is een boeiende bezigheid, die alleen maar boeiender wordt door de toenemende complexiteit van de problemen waarvoor informatiesystemen geacht wordt oplossingen te bieden, en door de toenemende potentie en variëteit van de oplossingstechnieken. Deze volzin zou eigenlijk voldoende evidentie moeten verschaffen aangaande de betrokkenheid, nu en later, van een nieuwe hoogleraar met het vakgebied Ontwerpen van Informatiesystemen waarop hij is benoemd. Meer mag men niet verwachten. Wat daaraan wordt toegevoegd, is ofwel een nadere toelichting ofwel een blijk van overmoed. Alles wat gezegd kan worden, is dus gezegd, en (gedachtig Wittgenstein): wovon man nicht sprechen kann, darüber muss man schweigen. De waarschijnlijk kortste intreedende aller tijden zou nu kunnen worden bijgeschreven in het Guinness' Book of Records, ware het niet dat u en ik daar allebei geen genoegen mee nemen. Mensen zullen altijd behoefte blijven hebben aan communiceren, al was het alleen maar om het besef dat we elkaar nooit helemaal zullen begrijpen, tot een draagbare kwelling te maken. Teneinde aan deze wederzijdse behoefte tegemoet te komen, zal ik twee interessante en hardnekkige problemen met u bespreken, twee krenten uit de informatiekundige pap.

Het eerste probleem is de vraag naar wat des mensen is (en altijd zal zijn) en wat des computers is (of ooit zou kunnen worden). Doordat informaten¹ in steeds grotere aantallen worden

ingezet, en doordat die inzet in toenemende mate verweven is met die van mensen zelf, lijken ze volwaardige 'partners' en 'medespelers' van mensen te worden, en lijken ze onze maatschappelijke instituties (de overheden, de bedrijven etc.) mede te bepalen en te besturen. De scheidslijn tussen mensen en computers wordt steeds onduidelijker. Dat geeft enerzijds voedsel aan overbodige zorg en angst, en anderzijds aan overspannen verwachtingen ten aanzien van de rol die computers als 'partners' of als 'medespelers' zouden kunnen vervullen. Dit probleem heeft dus ook een maatschappelijk belang, omdat het veel mensen aangaat en omdat het de grondvesten van de samenleving raakt.

Het tweede probleem betreft de conceptuele modellering van informaten en van de organisaties waarin ze geacht worden effectief ondersteunend te zijn. Onder een conceptueel model van iets wordt een mentaal model ervan verstaan (dus hoe je het ziet, begrijpt en zo) dat is uitgedrukt in een samenhangend begripsmatig raamwerk, ook wel een metamodel genoemd. Wat nu blijkt, is dat er twee soorten metamodellen (en bijgevolg conceptuele modellen) bestaan. Op grond daarvan zijn er twee groepen professionals te onderscheiden, niet alleen in de praktijk van de informatisering, maar ook in het onderzoek en het onderwijs. Ik duid die twee groepen wel eens aan als: de doctorandussen en de ingenieurs. Dat is tamelijk ongenueanceerd, maar wel

¹Een informaant is een informatieverwerkende automaat ofwel een geautomatiseerd informatiesysteem.

erg duidelijk. Doctorandussen hanteren functionele modellen, dat zijn modellen die de functie van een systeem (bijvoorbeeld een informaat of een organisatie) in zijn omgeving tonen. Ingenieurs daarentegen gebruiken constructionele modellen, dat zijn modellen van de constructie van een systeem.

Die twee soorten modellen hebben ieder hun nut, maar ze zijn niet uitwisselbaar. Functionele modellen zijn nuttig als men is geïnteresseerd in het gebruik van systemen of als men alleen hun gedrag wil bestuderen. Constructionele modellen zijn nuttig als men een systeem wil maken of veranderen, of als men hun werking wil leren kennen.

In informatiseringsprojecten gaat het altijd om het maken of veranderen van informaten en meestal ook van (delen van) organisaties. Het zeer merkwaardige feit doet zich nu voor dat in die projecten doctorandussen vaak de dienst uitmaken. Dat is natuurlijk vragen om moeilijkheden. Ik ben in dit verband dan ook zeer ingenomen met het advies in het onlangs verschenen ARTD-rapport van de TUD om meer aandacht te schenken aan het beroepsprofiel van de ingenieur als technisch manager.

Ik bepleek de twee genoemde problemen onder de titel 'Wat doen computers als ze iets zeggen?'. Die titel dekt eigenlijk alleen het eerste probleem, dat van de scheidslijn tussen mensen en computers dus. Hij is gekozen om het verband aan te geven met de oratie die ik zes jaar geleden hield aan de Rijksuniversiteit Limburg. Die was getiteld: 'Zo gezegd, zo gedaan'. Een geschikte alternatieve titel voor vandaag is: 'Hoe ontloop ik de metafoorval?'. Telkens weer namelijk zal blijken dat de besproken problemen voor een belangrijk deel het gevolg zijn van een misleiding van de geest door een onzorgvuldig gebruik van beeldspraak.

In de interpretatie van de zin 'Wat doen computers als ze iets zeggen?' kunnen verschillende accenten worden gelegd, waardoor er interpretatie-varianten ontstaan. Ik licht er twee uit, die voor de rest van het betoog van belang zijn.

De eerste is die waarbij de nadruk ligt op 'doen'. Die vraagt al meteen om verduidelijking: wordt met 'doen' bedoeld wat computers teweegbrengen bij de personen (of de dingen) tot wie ze iets 'zeggen', of wordt er bijvoorbeeld mee bedoeld wat er zich intern afspeelt zodra ze iets zeggen? Het gaat alleen om de eerste betekenis, dus wat computers in de buitenwereld teweegbrengen, alle andere blijven buiten beschouwing. De tweede interpretatievariant is die met de nadruk op 'zeggen'. Die behoeft ook enige verduidelijking. Het 'zeggen' is namelijk niet beperkt tot het gesproken woord, maar het omvat alle vormen waarin informatie kan worden geproduceerd. De bespreking van het eerste probleem vindt plaats in deel 2, dat de titel 'Denken en doen' draagt.

Het tweede probleem komt aan de orde in deel 3, getiteld 'Kennen en maken'. Kennen staat centraal in wat ik de gnostische wetenschappen noem en maken staat centraal in de technische wetenschappen. Tot de gnostische wetenschappen behoren onder andere de natuurwetenschappen en de sociale wetenschappen, tot de technische wetenschappen behoren onder andere de organisatiekunde en de

informatiekunde². Het zal een pleidooi worden voor de opwaardering van de technische wetenschappen ten opzichte van de gnostische, die, zoals bekend, traditioneel altijd een hoger aanzien hebben genoten. De kwestie is of dat terecht is, en of, wat men wel eens hoort, de technische wetenschappen kunnen worden afgedaan als toegepaste gnostische wetenschappen.

Wat natuurlijk in geen enkele inaugurele rede mag ontbreken, is de presentatie door de bekleeder van de leerstoel van de visie die hij of zij heeft op het vakgebied waarop de benoeming betrekking heeft. Bij voorkeur dient die presentatie vergezeld te gaan van daarbij passende concrete plannen in het onderwijs en het onderzoek. Van die taak zal ik me proberen te kwijten in deel 4, dat de titel 'Van informatietechnologie naar organisatietechnologie en terug' heeft gekregen.

²Tussen informatiekunde en informatica maak ik hier geen onderscheid. Ik beschouw ze allebei als goede Nederlandse vertalingen van het Engelse Informatics.

2 Denken en doen

Het verschil tussen denken en doen zou ik willen uitleggen aan de hand van de volgende twee vragen: 'Kunnen computers schaken?' en 'Kunnen computers rechtspreken?' Deze vragen zijn al eens eerder aan de orde gesteld, namelijk door collega Van den Herik³. Zijn antwoord op beide vragen is een volmondig 'Ja'. Laat ik meteen ook mijn antwoorden geven. Op de eerste is dat: 'Ja, uiteraard', en op de tweede: 'Nee, uiteraard niet'. Hoe komt het nu dat onze antwoorden op de eerste vraag gelijkkluid end zijn, en die op de tweede vraag tegengesteld?

Alvorens daarop in te gaan, leg ik een andere vraag voor, namelijk: 'Kunnen vliegtuigen vliegen?'. Dat lijkt een vraag naar de waarheid van een tautologie, iets volstrekt overbodigs dus. Immers, als een vliegtuig niet zou kunnen vliegen, zou het geen vliegtuig heten. Zó simpel ligt het echter niet. Het zou wat al te gemakkelijk zijn als we iets eigenschappen zouden kunnen geven door er een passend label op te plakken. Dat zou bijvoorbeeld inhouden dat de vraag 'Kunnen computers denken?' overbodig zou zijn geworden, indien computers vanaf het begin 'denkmachines' waren genoemd! Hoe zit het dan wel?

'Vliegen' is oorspronkelijk de naam voor het voortbewegen van vogels in de lucht. Het omvat zowel het waarneembare gedrag (het zich verplaatsen) als de werking, dat is de manier waarop dat gedrag tot stand wordt gebracht (door de bewegingen van de vleugels dus). Wat het gedrag betreft, is er een grote overeenkomst tussen vogels en vliegtuigen, wat de werking betreft zijn er echter grote verschillen.

Mensen kunnen denken. Dat *denken* omvat activiteiten als onthouden, rekenen en redeneren. Er valt ook bedenken (bijvoorbeeld van plannen voor toekomstige acties) onder, overdenken (bijvoorbeeld het wikken en wegen van een te nemen besluit) en fantaseren. Laten we de mens in deze hoedanigheid de *homo rationalis* noemen. Het lijkt geen twijfel dat schaken een spel is van de *homo rationalis*, zoals overigens elk denkspel. 'Kunnen computers schaken?' is dus op te vatten als een verbijzondering van de algemene vraag: 'Kunnen computers denken?'.

Die vraag is, naar het voorbeeld van het vliegen, op twee manieren te beantwoorden, namelijk door te kijken naar overeenkomst in gedrag en door te kijken naar overeenkomst in werking. Over de werking van de menselijke geest is waarschijnlijk nog heel veel onbekend. Voorts is de wijze waarop de geest is gerealiseerd in de hersenen verre van duidelijk (dat het zo is wordt wel algemeen verondersteld), en tenslotte bevat ook de werking van de hersenen nog vele geheimenissen. Zoveel is wel zeker: wat hun werking betreft hebben de *homo rationalis* en de computer weinig gemeen. De overeenkomst tussen beide moeten we dus niet in de werking

Zie de introereede van Van den Herik, getiteld 'Kunnen computers rechtspreken?', uitgesproken op 21-6-1991 aan de Rijksuniversiteit te Leiden, en bijvoorbeeld het artikel 'Een telraam met brute kracht' in NRC Handelsblad van 23-3-1996.

zoeken maar alleen in het gedrag, in hoe de menselijke geest en de computer zich manifesteren na volledige abstractie van hun werking.

Wat zijn gemanifesteerd gedrag betreft, heeft de computer in de loop der tijd al diverse labels opgeplakt gekregen, zoals 'rekenmachine', 'logische deductor' en 'symboolmanipulator'. Voor het vervolg van het betoog is het handig een informaant te bestempelen als een formele-taal-machine. Wat ik daarmee wil benadrukken, is dat een informaant conform de regels van de grammatica van een bepaalde taal, zinnen in die taal kan detecteren en produceren. De toevoeging 'formeel' duidt erop dat de operaties puur syntactisch van aard zijn.

In hun gedrag, dus in het kunnen produceren van zinnen, vertonen computers een perfecte overeenkomst met mensen. Daarmee is voldaan aan de voorwaarde waaronder de computer de rol van artificiële homo rationalis vervult. Het is wel nodig hierbij de volgende kanttekening te plaatsen.

Het kenmerk van een zin in een formele taal is dat hij geen betekenis heeft, dat wil zeggen dat hij niet verwijst naar een situatie in een of andere wereld. Dat is juist de kracht van formele talen: er kunnen semantische verbanden met vele werelden worden gelegd. Het geven van betekenissen is voorbehouden aan mensen. Dat wist u natuurlijk wel, maar het is goed het af en toe te herhalen, omdat mensen de neiging blijken te hebben door te schieten in de overeenkomst tussen het denken van de computer en het denken van de menselijke geest. Omdat de zinnen die de computer produceert precies dezelfde zijn als de zinnen die de mens produceert, is de verleiding groot, te denken dat de computer ze begrijpt, zoals mensen ze begrijpen. Een informaant is echter alleen maar een syntactische taalmachine, de mens (ook) een semantische. Semantiek is niet intrinsiek gekoppeld aan syntaxis⁴.

De regels van het schaakspel en de mogelijke configuraties van de stukken op het bord, zijn eenvoudig af te beelden op een formele taal. Dat computers kunnen schaken is dus eigenlijk niets bijzonders. Computers hebben, om zo te zeggen, altijd al kunnen schaken, het behoort tot de aard van het ding.

U zou me voor de voeten kunnen werpen dat ik gemakkelijk praten heb, nu immers enkele maanden geleden de heersende wereldkampioen schaken Kasparov twee partijen heeft verloren van de schaakcomputer Deep Blue. Dat heeft evenwel geen enkele invloed op de gegeven argumenten. Wat die gebeurtenis heeft aangetoond, is dat de beste schaakprogramma's thans van wereldniveau zijn. Daar was leertijd voor de programmeurs voor nodig en groeitijd voor de verwerkings- en opslagcapaciteit van de computers. Tenzij de deskundigen hun belangstelling in het maken van schaakcomputers verliezen, zullen die steeds beter worden.

Laten we nu de tweede vraag onderzoeken: 'Kunnen computers rechtspreken?'. Voor zover rechtspreken een formaliseerbare activiteit van de menselijke geest is, kan een

Een overtuigende illustratie hiervan is het bekende 'Chinese Room'-experiment van Searle.

computer die activiteit ook verrichten, en heeft collega Van den Herik dus helemaal gelijk. In een ingewikkelde casus is de computer ook gemakkelijk superieur aan de mens in het vinden van het 'beste' oordeel. Dat is inmiddels al experimenteel aangetoond, en dat was bij andere soorten expertsystemen (bijvoorbeeld bij medische diagnoses) al eerder het geval. Het is ook weer eigenlijk niet opzienbarend, want het zit in de aard van het ding, zoals we hebben gezien. Maar, stel ik nu, dat is helemaal niet de essentie van rechtspreken.

Wat die essentie wel is, wordt zichtbaar als we ons afvragen wat een rechter doet als hij of zij een oordeel uitspreekt, bijvoorbeeld mij veroordeelt voor te hard rijden. Wat er dan gebeurt, is dat er een nieuw feit tot stand wordt gebracht: eerst was ik niet veroordeeld, daarna wel. Dat feit is origineel omdat het alleen maar door die ene rechter, die in mijn casus bevoegd was, tot stand gebracht kon worden. Het uitspreken van hetzelfde oordeel door ieder ander persoon, zou geen effect hebben. Het feit van mijn veroordeling is dus niet afleidbaar, dat van het vormen van het oordeel (als uitkomst van een rationele activiteit) wel!

Wat is hier aan de hand? Om dat in te zien, is het nodig de *homo rationalis* te vervuilen voor een andere 'gedaante' van de mens, namelijk de *homo socialis*, de mens als sociaal individu. Bij sociaal moet u hier niet zozeer denken aan medemenselijk of gezellig of zoiets, maar aan de betekenis van lid van een gemeenschap, van een organisatie of van de gehele samenleving. De *homo socialis* speelt heel andere spelen dan de *homo rationalis*. In die spelen zijn niet de rationele capaciteiten van de mens van belang maar zijn sociale capaciteiten. Sociaal handelen vindt plaats in communicatie. Vandaar dat men ook wel spreekt van communicatief handelen. Het resultaat van rationeel handelen is altijd de uitkomst van een berekening, een afgeleid feit, ook al is de afleiding nog zo ingewikkeld. De toets voor *rationaliteit* is, dat dat de afleiding logisch *correct* is, dat er dus geen fouten zijn gemaakt (N.B. Schaken is voor mensen waarschijnlijk nog uitdagend omdat niet alle 'afleidingsregels' bekend zijn. Voor het spel vier-op-een-rij bijvoorbeeld zijn ze wel bekend, waardoor het voor iemand die de regels kent, geen uitdaging meer heeft). Het resultaat van communicatief handelen is een origineel feit, dat alleen door iemand die daartoe de bevoegdheid geniet, tot stand kan worden gebracht. De toets van *socialiteit* is dat de handeling *geldig* is. Die geldigheid is een resultante van drie aspecten: waarheid, waarachtigheid en juistheid. Waarheid is hier hetzelfde als waarheid bij het rationele handelen. Het verwijst naar het bestaan van het feit in de objectieve wereld. Waarachtigheid hoort bij degene die de handeling verricht, het verwijst naar zijn of haar subjectieve wereld. Juistheid verwijst naar de intersubjectieve wereld die er tussen de leden van een gemeenschap bestaat. De toets van socialiteit is dus of men, gegeven de geldende normen en waarden, geldig handelt met het creëren van feiten, of men dat tegenover de andere leden van de gemeenschap kan verantwoorden. Hoewel alle drie de genoemde aspecten bijdragen aan de geldigheid van een sociale handeling, is het aspect juistheid de ultieme toets ervan. Anders gezegd, de overeenstemming tussen subjecten over de toestand van de intersubjectieve wereld, is doorslaggevend.

Met 'doen' in de titel van dit deel van de oratie bedoel ik het sociale handelen zoals hierboven uitgelegd. Rechtspreken is dus een verbijzondering van *doen*. De homo rationalis denkt en de homo socialis doet. Vandaar dat mijn antwoord op de vraag 'Kunnen computers rechtspreken?' luidde: 'Nee, uiteraard niet'. Het behoort gewoon niet tot de aard van de computer sociaal te handelen, hij is geen medespeler in sociale spelen. Hoe zouden we een computer ter verantwoording kunnen roepen, hoe zouden we hem kunnen veroordelen? Dat kan niet, want hem ontbreekt de basisvoorwaarde, het dragen van sociale verantwoordelijkheid. Met verwijzing naar de titel van de oratie, is de conclusie als volgt te formuleren: computers doen niets als ze iets zeggen. De computer is géén artificiële homo socialis.

3 Kennen en maken

Als u zelf geen ingenieur bent, hebt u zich misschien gestoord aan mijn opmerking over doctorandussen en ingenieurs, omdat u vindt dat u wel degelijk als een goed ingenieur te werk gaat. Trek het u niet aan, waarschijnlijk bent u er dan ook een. Gelukkig namelijk zijn er meer ingenieurs dan er zijn. Om toch verdere ergernis te vermijden, zal ik in het vervolg in plaats daarvan spreken van knoppendraáaiers en knoppenmákers. Dat is neutraler, en het laat duidelijker de optie open dat iemand zowel knoppendraaier als knoppenmaker kan zijn.

Wie een inleidend boek in de Organisatiekunde openslaat, vindt daarin een definitie van een organisatie zoals de volgende: 'Een organisatie is een geheel van mensen en middelen die in samenwerking een of meer doelen trachten te bereiken'. En wie een inleidend boek in de (Bestuurlijke) Informatiekunde openslaat, treft daar een soortgelijke definitie aan van een informatiesysteem binnen een organisatie: 'Een informatiesysteem is een geheel van machines, procedures en mensen, met het doel te voorzien in de informatiebehoeften van de organisatie'.

Zijn deze definities fout? Nee, ze zijn niet fout. Dus ze zijn goed? Nee, ze zijn ook niet goed. Ze zijn niet fout, omdat ze geen of bijna geen onwaarheden bevatten. Ze zijn om een aantal redenen echter ook niet goed. Allereerst zijn ze tweeslachtig: er wordt iets gezegd over het doel van het beschouwde systeem, en er wordt iets gezegd over de constructie ervan. Dat scheidt verwarring. Wie zowel over het doel als over de constructie van een systeem wil spreken, doet er beter aan twee aparte definities te hanteren. Vervolgens kan men beter spreken van de functie van een systeem dan van zijn doel. Systemen hebben geen (inherent) doel, alleen mensen hebben doelen (en sommige diersoorten misschien). Tenslotte zijn de definities wat de constructie betreft, veel te vaag en daardoor onbruikbaar. Dat is natuurlijk merkwaardig voor vakgebieden waarin de dominante oriëntatie een technisch-wetenschappelijke is. Hoe kan dat dan? Mijn verklaring daarvoor is dat de definities niet door knoppenmákers maar door knoppendraáaiers zijn bedacht.

Toch wordt er in die boeken schijnbaar heel wat verteld over de constructie en de werking van respectievelijk organisaties en informatiesystemen. Die schijn wordt gewekt door de toepassing van een structureringsprincipe dat *functionele decompositie* heet. Wat dat is, zal ik toelichten aan de hand van een systeem dat iedereen kent: de auto. Als een knoppendraai er moet uitleggen wat een auto is, zal hij of zij een aantal functionele deelsystemen gaan opsommen: het aandrijfsysteem, het remsysteem, het verlichtingssysteem etc.. Wat er nu gebeurt, is dat aan de totale functie van een auto deelfuncties worden onderscheiden en dat voor elke deelfunctie een deelsysteem wordt geconcipieerd dat die functie uitoefent. Aan elke zo gevonden deelfunctie kunnen weer deelfuncties te onderscheiden zijn, waardoor de auto functioneel verder kan worden gedecomposeerd.

Functionele decompositie is een zeer geschikt principe om iemand uit te leggen hoe een auto functioneert, en hoe je hem moet gebruiken. Het zegt echter helemaal niets over de werking en over de constructie ervan. Wie dat niet gelooft, moet maar eens een monteur vragen een auto in functionele delen uit elkaar te halen!

Wat met betrekking tot het voorbeeld van de auto is opgemerkt, geldt voor elk systeem, dus ook voor organisaties en informatiesystemen. Het algemene paradigma in de gnostische wetenschappen is het *black-box*-model met de functionele decompositie als het structureringsprincipe. Het black-box-model stelt een systeem voor als een bepaald verband tussen invoervariabelen en uitvoervariabelen. Dat verband heet de functie of het gedrag van het systeem. Het inwendige blijft helemaal verborgen. Functionele decompositie bestaat eruit dat men voor elke uitvoervariabele een deelsysteem concipieert, dat eventueel zelf ook weer kan worden gedecomposeerd. Indien en voor zover men de waarde van een invoervariabele kan veranderen, kan men het gedrag van het systeem beïnvloeden. Dat heet 'aan de knoppen draaien'. Bij een auto bijvoorbeeld zijn de invoervariabelen die het gedrag van het genoemde aandrijfsysteem, remsysteem en verlichtingssysteem beïnvloeden, respectievelijk (de stand van) het gaspedaal, het rempedaal en de verlichtingsschakelaar.

Binnen de technische wetenschappen is het algemene paradigma het *white-box*-model. De term white-box duidt erop dat men nu wél het inwendige beschouwt. Technische kennis wil zeggen: kennis van de constructie en de werking van een systeem. Dat is iets heel anders dan kennis van het gedrag. Het verband tussen beide is dat het gedrag van een systeem wordt gerealiseerd door zijn werking. Uit de kennis van de werking kan het gedrag geheel en al worden verklaard. Ook is het zo dat een bepaald gedrag door een aantal verschillende werkingen kan worden gerealiseerd. Men denke bijvoorbeeld aan het verschil in werking tussen mechanische en elektronische uurwerken.

Een functionele decompositie van een systeem levert dus nooit een verklaring op van zijn gedrag. Het levert wel een nauwkeuriger beschrijving op, maar nog steeds alleen van zijn gedrag.

Conform het white-box-concept is iets een systeem als het de volgende eigenschappen heeft: compositie, structuur, begrenzing en activiteit. De *compositie* is de verzameling elementen waaruit het systeem bestaat. Die zijn allemaal van hetzelfde basissoort. Dat soort bepaalt de systeemcategorie waartoe het systeem behoort. Biologische systemen (zoals het menselijke lichaam) bijvoorbeeld zijn opgebouwd uit biologische cellen, en sociale systemen (zoals organisaties) uit sociale individuen, mensen dus in hun rol van homo socialis.

De elementen van een systeem beïnvloeden elkaars gedrag. Het geheel van de beïnvloedingsrelaties die er bestaat, heet de *structuur* van het systeem. In sociale systemen vindt die beïnvloeding plaats door middel van communicatieve acties. Men kan daarbij onderscheid maken tussen interactie en interstrictie. Met interactie wordt het direct aanzetten tot activiteit bedoeld, met interstrictie het stellen van beperkingen of voorwaarden aan activiteiten.

De *activiteit* van de elementen bestaat eruit dat ze in staat zijn veranderingen aan te brengen in een bepaalde wereld, de objectwereld genoemd. De acties die deze veranderingen veroorzaken heten objectieve acties. Ter onderscheiding daarvan

worden de communicatieve acties waarmee de elementen elkaars gedrag beïnvloeden ook wel intersubjectieve acties genoemd, en worden de effecten van die acties ook wel beschouwd als veranderingen in de intersubjectwereld of, algemener, de systeemwereld.

De begrenzing tenslotte bestaat eruit dat de compositie in twee deelverzamelingen is verdeeld: de kern en de omgeving. Op grond van deze definitie bestaan er in principe zeer veel systemen. Welke men verkiest te bestuderen, hangt af van het doel wat men voor ogen heeft c.q. het probleem dat men wil oplossen.

Het begrip deelsysteem of subsysteem is voor een white-box als volgt gedefinieerd. A is een subsysteem van B (en B een supersysteem van A) indien A en B allebei een systeem zijn conform de gegeven definitie, indien de kern van A een deelverzameling is van de kern van B, indien de omgeving van A een deelverzameling is van de compositie van B, en indien de structuur van A een deelverzameling is van de structuur van B.

White-box-subsysteem kunnen worden opgevat als constructie-componenten van hun supersystemen. Men denke bijvoorbeeld aan de organen en de ledematen van het menselijk lichaam. Dit structureringsmechanisme van white-boxes kan met veel vrucht worden aangewend bij de bouw van artefacten. Men spreekt dan wel van modulaire bouw of samenstelling. Naar analogie van functionele decompositie zal ik het *constructionele compositie* noemen. Bekende constructionele componenten van een auto zijn de radiator, de wielen en de accu. Om nog een voorbeeld dichterbij huis te geven: een database is een constructionele component van een informatiesysteem, geen functionele. Door een zuiver functionele decompositie van een informatiesysteem zou men daar nooit op uit komen. Waartoe men op die manier wel zou kunnen concluderen, is de noodzaak van het bewaren van informatie.

Zowel in de Organisatiekunde als in de (Bestuurlijke) Informatiekunde is overigens ook het besturingsparadigma⁵ als basisvisie op organisaties gangbaar. Dit paradigma vindt zijn oorsprong in de Control Theory of, algemener gesteld, de Cybernetica. Daarbij hoort een modelsoort dat het midden lijkt te houden tussen de black-box en de white-box, maar slechts een variant op de black-box blijkt te zijn. Ik zal het de control-box noemen, omdat het kenmerkende ligt in het onderscheiden van twee deelsystemen, een besturend systeem en een bestuurd systeem, zodanig dat de eerste wordt verondersteld het tweede te besturen of te regelen. Dat gebeurt doordat het besturend systeem 'aan de knoppen van het bestuurd systeem draait' en 'kennis neemt' van de effecten daarvan.

Het is wellicht goed te benadrukken dat het black-box-concept en het white-box-concept allebei zowel op natuurlijke systemen als op artefacten kunnen worden toegepast. Een voorbeeld van de toepassing van het black-box-concept op natuurlijke

In de organisatiekunde is dit paradigma gepropageerd door o.a. Blumenthal en De Leeuw, in de (bestuurlijke) informatiekunde door o.a. Bemelmans en Brussaard&Tas.

systemen is de beïnvloeding van (het gedrag van) ecologische systemen. Soms zijn artificiële systemen zo ingewikkeld geworden dat het niet meer mogelijk is vanuit kennis van de werking hun gedrag te beïnvloeden. Dat geldt bijvoorbeeld voor macro-economische systemen. Macro-economen zijn dus knoppendraaiers. Tenslotte zijn er knoppenmakers die ingrijpen in de constructie van natuurlijke systemen. Een aansprekend voorbeeld daarvan vormen de chirurgen.

Misschien heeft bij u de indruk post gevat dat ik iets tegen knoppendraaiers heb. Dat is geenszins het geval. Ik heb niets tegen knoppendraaiers, ik heb wel iets vóór knoppenmakers, omdat ik vind dat die zowel maatschappelijk als wetenschappelijk worden ondergewaardeerd. Ik zal alleen over de wetenschappelijke onderwaardering uitwijden.

Wat wel en wat niet als wetenschappelijke kennis dient te worden aangemerkt, is van oudsher gedictieerd door de beoefenaren van de natuurwetenschappen. Dat dictaat, dat in de loop der tijd is overgenomen door de andere gnostische wetenschappen, zoals de sociale wetenschappen, is op zich een groot goed. Het garandeert dat theorieën gefundeerd worden geïnduceerd en even gefundeerd worden gefalsificeerd, dat empirisch onderzoek zorgvuldig wordt uitgevoerd en dat er controleerbare voorspellingen worden gedaan. De gnostisch-wetenschappelijke kennis betreft echter slechts de dingen die er zijn, die kunnen worden waargenomen. En het is, zoals we hebben gezien, altijd slechts kennis van het gedrag.

Door gnostische wetenschappers worden de technische wetenschappen nogal eens afgedaan als toegepaste gnostische wetenschap. Dat is een grove miskennis van de essentie van de technische wetenschappen. Het toepassen van gnostische kennis is nou juist wat knoppendraaiers doen: de praktizerende economen, psychologen, juristen etc.. Knoppenmakers putten primair uit een geheel eigen arsenaal van technisch-wetenschappelijke kennis. Deze kennis van werkingsprincipes en constructieprincipes is vaak heuristisch van aard, dus van het soort: als er dat aan de hand is, kun je meestal beter zus doen in plaats van zo. Ze gebruiken in hun werk overigens óók gnostische kennis, namelijk om er de realiseerbaarheid van bedachte werkingen en constructies aan te toetsen.

Het object van onderzoek in de technische wetenschappen is dus het artefact. Technische kennis betreft het ontwerp, de bouw, het gebruik en het in stand houden van artefacten. Bij het ontwerpen staan twee problemen centraal. Het ene is het bepalen van de functie van het artefact, en het andere is het bepalen van zijn constructie. De twee problemen zijn te onderscheiden, maar in de praktijk moeilijk te scheiden. Het is zelfs ongewenst dat al te strikt te doen. Een ontwerpproces is in essentie namelijk een vervlechting van twee activiteiten die beurtelings en in de juiste dosering aan bod dienen te komen: analyse en synthese. Met *analyse* bedoel ik het gaandeweg leren begrijpen van het doel waarvoor het artefact ingezet moet gaan worden of zou kunnen worden, en van de omgeving waarin het zal of kan worden gebruikt. Met *synthese* bedoel ik het overwegen van alternatieve constructies en het

kiezen van de meest geschikt lijkende⁶.

Het resultaat van een ontwerpproces is een bij elkaar passend paar van een functie en een constructie. Het bepalen van de functie wordt gestuurd door het doel waarvoor en de omgeving waarin het artefact kan worden aangewend, en het wordt beperkt door de constructieve mogelijkheden. De constructie wordt gestuurd door de functie en beperkt door de technologie waarover de ontwerper beschikt en door de niet-functionele eisen die er aan worden gesteld.

Als toets voor het voldoen van een ontwerp wordt vaak gehanteerd dat het artefact werkt, dat wil zeggen, dat het in staat is zijn functie uit te oefenen. Die eis zou ik er minimaal aan willen stellen. Wat een goed ontwerp kenmerkt, is wat ingenieurs vaak *kwaliteit* noemen. Het is iets dat lijkt op de elegantie die wiskundigen kunnen toedichten aan een bewijsvoering of aan een stelling zelf. Je kunt kwaliteit evenmin als elegantie moeilijk vatten in een definitie. Je kunt het wel aanwijzen, en over het hebben van kwaliteit of elegantie bestaat zelden veel verschil van mening. Het houdt in elk geval in dat wat de functie betreft, het ontwerp uitmunt in transparantie van de functie (het is meteen duidelijk wat die is) en in gebruiksgemak (een hoge ergonomische en psychonomische fit). Wat de constructie betreft dienen kwalificaties als doordacht, slim en ook weer doorzichtig, niet nodeloos ingewikkeld, van toepassing te zijn. Maar kwaliteit is vooral een gewaarwording die door de combinatie van functie en constructie wordt opgeroepen, door de onmiddellijke manifestatie van de functie in de constructie. Zoals u ziet heeft het maken van artefacten ook nog kunstzinnige kanten. Dat is gezien de etymologische afkomst van het woord natuurlijk weer niet zo verwonderlijk, maar misschien wel goed weer eens onder de aandacht te brengen.

Ik wil dit hoofdstuk besluiten met een kanttekening bij het pleidooi dat ik heb gehouden voor meer waardering van de technische wetenschappen en van hun praktische beoefening in het ontwerpen van artefacten. Die kanttekening betreft de rol van de mens temidden van de vele informaten die er inmiddels zijn. Ik verwijs daarbij ook naar hetgeen er in het vorige hoofdstuk over de homo socialis is gezegd. Hoe komt het toch dat veel mensen uitspraken als 'Computer keert te hoge salarissen uit' of 'Inkoopstelsel plaatst verkeerde bestellingen' of 'Computer velt oordeel in zaak X' niet meer als metaforen onderkennen maar als werkelijkheden opvatten? Wat kan daaraan worden gedaan? Ik denk dat er twee elkaar aanvullende acties dienen te worden ondernomen.

De ene is dat degenen die zulke uitspraken doen (wetenschappers en journalisten) deze wat zorgvuldiger zouden moeten formuleren. Als voorbeeld van wat in wetenschappelijke kringen geheel normaal wordt gevonden citeer ik uit een aankondiging van een workshop over Computatieve Dialectiek, een deelgebied

Deze visie is ontleend aan Christopher Alexander's 'Notes on the synthesis of form', Harvard University Press, 1964.

van de Kunstmatige Intelligentie. Volgens de toelichting houdt men zich daarin bezig met '... the processes by which groups of natural or artificial agents construct judgement, agreement, or other forms of social choice.'. Wat moet een normaal mens daarbij denken? Hopelijk niet dat sommige beoefenaren van de Kunstmatige Intelligentie het onderscheid tussen de homo rationalis en de homo socialis kwijt zijn geraakt! Ik heb er eerlijk gezegd soms wel mijn twijfels over.

De andere kant van de zaak is, dat degene die werkelijkheid en metafoor moeilijk kunnen onderscheiden, in het bijzonder die de onderscheiden rollen van de homo rationalis en de homo socialis niet helder voor zich ziet, daar zelf iets aan doet. Hoe? Wel, door zich te verdiepen in de identiteit van de mens, in de unieke plaats die de mens in de geschiedenis inneemt, omdat hij hem voor een groot deel zelf gemaakt heeft. Kortom, door de humaniora (letterlijk: de studies van het mens zijn) de plaats te geven die het toekomst, dus door meer aandacht te schenken aan literatuur, aan geschiedenis en filosofie.

4 Van Informatietechnologie naar Organisatietechnologie en terug

De term 'informatietechnologie' wordt soms in een wat enge zin gebruikt om er de moderne technische hulpmiddelen (computers, netwerken en zo) mee aan te duiden. Wat ik er nu mee bedoel, is echter de bredere betekenis: de praktische kennis ofwel de kunde om informaten te maken, de know-how van het informatiseren dus. Die technologie is zo'n veertig jaar geleden ontstaan, toen de eerste computers binnen bedrijven in gebruik werden genomen.

In de eerste fase van de informatisering lag de nadruk op de efficiëntie van de inzet van computers. Wat men toen eigenlijk alleen maar deed, was de mens als vergaarder, bewaarder, bewerker en verspreider van informatie vervangen door de informaat. In de tweede fase werd aan het streven naar efficiëntie het streven naar effectiviteit toegevoegd. De aandacht lag toen vooral op het leveren aan de medewerkers in een organisatie van de gegevens die ze nodig hadden. Als een informaat dat naar tevredenheid deed, heette hij effectief te zijn. De maatstaf voor effectiviteit was daarmee echter in belangrijke mate een subjectieve: de medewerkers bepaalden wat ze aan gegevens nodig hadden, en de informatiseerders maakten informaten die dat leverden. Die subjectieve maatstaf was natuurlijk niet erg bevredigend, er moest een objectief criterium komen. Er was behoefte aan een begrip van een organisatie dat geheel onafhankelijk was van de informatietechnologie, dat zo gezegd vanuit informatiekundig oogpunt de essentie van een organisatie betrof. Uiteraard moest een model van die essentie een white-box zijn, werkinggeoriënteerd dus. Dat begrip kon echter niet worden gevonden binnen het gebied van de informatiekundige technologie zelf. Daartoe zou de grens met de organisatiekunde moeten worden overgestoken.

De zoektocht over de grens met de organisatiekunde heeft wel allerlei nuttige bijdragen opgeleverd, maar niet waar men eigenlijk naar zocht. Pas aan het einde van de jaren tachtig kwam er een doorbraak. Die doorbraak, ingezet door Winograd en Flores met hun boek 'Understanding Computers and Cognition', heeft in het wetenschappelijk onderzoek de naam 'Language/Action Perspective' gekregen. De belangrijkste gnostisch-wetenschappelijke kennis waarop het is gebaseerd, zijn de taalfilosofie, dat is de studie van menselijke communicatie, en de sociale theorie. Vanuit dat perspectief heb ik, samen met enkele promovendi, eerst in Maastricht en nu in Delft, een technisch-wetenschappelijk begrippenkader en een daarop gebaseerde methodiek ontwikkeld, die bekend staan onder de naam DEMO. De belangrijkste communicatie-gerichte theorieën waarop DEMO is gebaseerd, zijn de Speech Act Theory van Austin en Searle, en de Theorie des Kommunikativen Handelns van Habermas.

De ondertitel van het boek dat onlangs over DEMO is verschenen, luidt: van Informatietechnologie naar Organisatietechnologie⁷. De rechtvaardiging van de term

Dietz, 'Introductie tot DEMO / Een reis door Kabouterland', Samsom, 1996.

'organisatietechnologie' is gelegen in het transactieconcept van DEMO. Dat blijkt namelijk de universele bouwsteen te zijn van bedrijfsprocessen. Al eerder schreef ik organisaties onder de artefacten, een voor sommigen van u misschien nieuw gezichtspunt. Toch is daar niets vreemds aan. Organisaties zijn namelijk sociale systemen die voor het uitvoeren van een bepaalde functie zijn ontworpen. Het zijn dus maakbare en veranderbare entiteiten. Evenals de heelkunde behoort de organisatiekunde tot de technische wetenschappen. Het verschil van beide met de traditionele technische wetenschappen zit hem in de systeemcategorie waartoe de artefacten die worden ontworpen, behoren. In de traditionele technische wetenschappen, zoals bijvoorbeeld de bouwkunde, de werktuigbouwkunde en de electrotechniek, is dat de categorie van de fysische systemen. Het onderscheidende kenmerk van die categorie is, dat de elementen ervan de elementaire fysische deeltjes zijn, en dat de onderlinge beïnvloeding tussen die elementen bestaat uit de elementaire fysische krachten (N.B. Dat er in alle drie de gebieden wordt uitgegaan van hogere-orde-componenten voor de constructie van artefacten, doet aan deze fysische grondslag niets af).

In de heelkunde is de systeemcategorie die der biologische systemen. De elementen daarvan zijn de biologische cellen, en de onderlinge beïnvloeding bestaat uit biochemische acties. Die vormen het fundamentele werkingsprincipe van biologische systemen. De elementen van de categorie der sociale systemen tenslotte, zijn de sociale individuen, mensen dus. Hun onderlinge beïnvloeding bestaat uit communicatieve acties, vooral de zogeheten performatieve acties (het onderhandelen over toekomstige acties en het onderhandelen over resultaten van acties). Die vormen het fundamentele werkingsprincipe van organisaties.

Er bestaat een precedentie-volgorde in de genoemde categorieën. Die is: fysisch - chemisch - biologisch - sociaal⁸. De betekenis ervan is, dat een systeem in een bepaalde categorie alleen maar kan bestaan bij de gratie van het bestaan van systemen in de eraan voorafgaande categorie, met uitzondering van de categorie fysische systemen. Die is dus echt primair.

Op grond van het behoren tot de technische wetenschappen, zou de organisatiekunde, evenals de heelkunde, in het geheel niet misstaan op een technische universiteit. Het enige argument dat er tegen zou pleiten, en dat ook steeds in discussies over die kwestie wordt gebruikt, is dat de categorie 'niet deugt', dat die de fysische moet zijn. De vraag is echter of dat argument zo zwaar moet wegen (N.B. De kracht van dat argument is overigens al verzwakt door het wél in huis hebben van scheikundige technologie, waarvan de systeemcategorie die van de chemische systemen is). Ik meen dat de overeenkomst tussen alle technische wetenschappen onderling, het zijn van een ingenieursdiscipline dus, zwaarder dient te wegen dan het verschil in systeemcategorie van de systemen waar men zich mee bezig houdt.

Zie Bunge, 'Treatise on Basic Philosophy', vol. 4 'Ontology II: A World of Systems', Reidel, 1979.

Ik denk ook dat de heelkunde veel verder ontwikkeld zou zijn geweest, indien zij vanaf het begin zou zijn ondergebracht aan de technische universiteiten. Wat het maken van prothesen betreft, is het voordeel van zo'n inbedding overduidelijk. Maar ook bijvoorbeeld voor de vorderingen in de orthopedie en de orthodontie van de afgelopen decennia geldt dat ze in belangrijke mate voor rekening van de mechanica-inbreng door technische universiteiten komen.

Zoveel evidentie bestaat er helaas niet voor het voordeel dat de organisatiekunde zou hebben bij een inbedding aan technische universiteiten (N.B. Waar dat wel het geval is, blijkt namelijk de gnostisch-wetenschappelijke traditie, meestal wel vanuit het besturingsparadigma, te overheersen). Op louter theoretische gronden moge het echter duidelijk zijn, dat activiteiten als het (her)ontwerpen en (her)inrichten van bedrijfsprocessen, een actueel onderwerp in veel organisaties, alleen maar goed kan worden gedaan op basis van een white-box-model.

In het onderzoeken van de eigenheid en de grenzen van de informatiekunde, en in het streven dat vakgebied een technisch-wetenschappelijke basis te geven, ben ik dus uitgekomen bij wat het gemeenschappelijke grensgebied is van informatiekunde en organisatiekunde. De essentie van een organisatie bestaat er uit dat het een (white-box) systeem is van subjecten, van mensen dus in hun rol van sociaal individu. In dit grensgebied vloeien de traditioneel gescheiden stromen van informatisering, administratieve organisatie en (her)ontwerp van bedrijfsprocessen samen. Voor het ontwerpen van informatiesystemen is deze werking-georiënteerde kennis van organisaties onontbeerlijk, omdat men alleen van daar uit de juiste ontwerp-vrijheid heeft. Hoewel boeiend, vormt organisatietechnologie natuurlijk maar één uiteinde van het terrein dat door een leeropdracht Ontwerpen van Informatiesystemen dient te worden bestreken. Laat ik daarom nu de terugweg inzetten: van Organisatietechnologie naar Informatietechnologie.

Iedereen heeft wel eens meegemaakt dat men vanuit een dal komend, langs wegen die volgens een ondoorgrondelijke logica meanderen en soms zelfs terug lijken te voeren, uiteindelijk een hoger gelegen plateau bereikt, waarvandaan men een heel ander beeld krijgt van het dal dan men voordien had. Wat eerst onbegrijpelijk was, wordt nu wel begrijpelijk. Een soortgelijke ervaring valt iemand ten deel die de moeite neemt van Informatietechnologie 'op te klimmen' naar Organisatietechnologie, om vervolgens de blik terug te richten op het gebied van de Informatietechnologie. Ter illustratie toon ik u enkele nieuwe inzichten die men dan opdoet. Het eerste betreft het begrip informatie, het tweede het begrip proces, en het derde betreft de architectuur van informaten.

Informatie

In bijna alle gangbare informatiekundige methoden wordt informatie-analyse (of beter: informatiemodellering) gezien als een activiteit die moet leiden tot het vaststellen van de kennis die een informaant moet hebben over een deel van de werkelijkheid. Zo'n zienswijze roept een aantal problemen op. Om te beginnen is het

een gevaarlijke beeldspraak te zeggen dat een informaat kennis van een of ander domein bezit. Zoals in deel 2 is uitgelegd, is een informaat een formele-taal-machine, en dus een louter syntactische manipulator. Vervolgens is het begrip werkelijkheid problematisch. Niet alleen is het filosofisch onhoudbaar, het is ook praktisch gesproken buitengewoon lastig indien die werkelijkheid immaterieel van aard is, zoals bijvoorbeeld het geval is bij banken en verzekeringsmaatschappijen.

Deze zienswijze heeft geleid tot allerlei, soms zeer uitgebreide ontologieën betreffende de werkelijkheid. Een nog tamelijk bescheiden ontologie, die helaas wel een soort wereld-standaard is geworden, is het ER-model. Deze ontologie komt er op neer dat elke werkelijkheid kan worden opgevat als te bestaan uit entiteiten, relaties tussen entiteiten, en attributen van beide. Dat klinkt intuïtief aantrekkelijk, maar deze ontologie blijkt hopeloos onbruikbaar. Het lukt bijvoorbeeld niet een voorschrift op te stellen voor het maken van ER-modellen, zodanig dat modelleerresultaten reproduceerbaar zijn. Mede daardoor bevatten ER-modellen vaak zóveel fouten, dat database-ontwerpers het werk meestal nog eens dunnetjes over moeten doen.

Vanuit het plateau van de Organisatietechnologie terugblikkend, springt de oplossing van deze problemen haast in het oog. Die is het modelleren van informatie uitsluitend te baseren op de communicatie die er tussen de subjecten in een organisatie plaatsvindt. Dat leidt tot het definiëren van informatie als vormgegeven gedachte, waarbij de vorm een expressie in een bepaalde taal is. Deze simpele definitie is zo krachtig, dat er veel misverstanden mee kunnen worden weggeruimd. Ik geef twee voorbeelden.

Het eerste is dat informatie pas zou ontstaan zodra een zin of bericht wordt geïnterpreteerd. Maar dan zou een (nog) niet gelezen boek geen informatie bevatten. Dat valt natuurlijk niet vol te houden. Wat men wel terecht zou kunnen zeggen, is dat er zolang het boek niet gelezen is, geen sprake is van communicatie.

Vervolgens is een hardnekkig misverstand dat informatie op een zinvolle wijze te onderscheiden zou zijn van gegevens, die dan een soort grondstof van informatie zouden vormen. Het begrip gegeven is echter gewoon een rolbegrip. Men kan ermee aanduiden dat bepaalde informatie beschikbaar of voorhanden is. Gegeven informatie verschilt echter in geen enkel opzicht van niet gegeven informatie.

Het modelleren van informatie wordt dan het specificeren van de toestandsruimte van de wereld waarnaar de proposities in de communicatieve acties verwijzen. Het universele gereedschap daarvoor is de eerste-orde-logica. De specificatie van die toestandsruimte is dus een eerste-orde-taal. De transformatie van een eerste-orde-taal naar een logisch database-schema van een informaat is zeer eenvoudig en het maakt normaliseren overbodig.

Ten gevolge van het verband dat in het DEMO transactieconcept wordt gelegd tussen actie en resultaat, is er ook een ondubbelzinnig criterium voorhanden om afleidbare en niet-afleidbare feiten te onderscheiden. Dat is in alle gangbare methoden een onbeslisbaar probleem. Het eenduidig kunnen onderscheiden daarvan wordt echter een cruciale zaak in het ontwerpen van informaten die gekoppeld worden in netwerken. Die situatie is, door de stuwende invloed van Internet, het

onvermijdelijke voorland van de informatiekundige praktijk.

Proces

Het tweede inzicht betreft, zoals gezegd, het begrip proces. Wat een proces is, kan eigenlijk alleen maar goed worden begrepen binnen het kader van het white-box-model, door het namelijk in een oorzaak-gevolg-relatie te plaatsen met het begrip gedrag. Bij oorzaak en gevolg moet er altijd sprake zijn van iets actiefs, dat als oorzaak fungeert, en iets passiefs, dat zich voordoet als het gevolg daarvan. Als algemene aanduidingen van wat een oorzaak is en wat een gevolg, zal ik respectievelijk de woorden 'actie' en 'verandering' hanteren. Met verandering bedoel ik een verandering van de *toestand* van een bepaalde wereld. Laten we ter illustratie een taxirit beschouwen. Heel concreet: ik laat me per taxi vervoeren van locatie A naar locatie B. De opgetreden verandering is dan de overgang of *transitie* van de toestand dat ik me op locatie A bevind, naar de toestand dat ik me op locatie B bevind. Het zich voordoen van een transitie heet een gebeurtenis of *event*. Door het begrip event wordt een transitie dus gekoppeld aan tijd. De transitie van het me bevinden op locatie A naar het me bevinden op locatie B kan zich op vele momenten voordoen. Dat zijn dan evenzoveel verschillende events die dezelfde transitie betreffen. Die transitie is het gevolg van een *actie* die de taxichauffeur verricht, namelijk het rijden van A naar B. Het rijden van B naar C of van B naar A zijn andere acties, die andere transities tot gevolg hebben. Als algemene aanduiding van het verrichten van een actie op een bepaald moment gebruik ik het woord '*daad*'. Het tien keer rijden van A naar B door de taxichauffeur zijn dus tien verschillende daden die dezelfde actie betreffen.

We zijn nu in staat precieze definities te geven van de begrippen proces en gedrag. Een *proces* is een reeks van events, en een *gedrag* is een reeks van daden. Het achtereenvolgens verplaatst zijn, bijvoorbeeld, van A naar B, van B naar C, van C naar A, en van A naar D, is een proces, en het achtereenvolgens rijden van A naar B, van B naar C, van C naar A, en van A naar D, is een gedrag. Samenvattend kunnen we dus stellen dat acties transities veroorzaken, en dat het gevolg van een daad een event is, en het gevolg van een gedrag een proces.

Om met betrekking tot organisaties nog preciezer te zijn over gedrag en proces, is het nodig het onderscheid dat in deel 3 werd gemaakt tussen objectieve en intersubjectieve acties, in rekening te brengen. De effecten van deze twee soorten acties liggen namelijk in twee verschillende werelden. Het gevolg van een objectieve actie is een transitie in de objectwereld, en het gevolg van een intersubjectieve actie is een transitie in de systeemwereld.

Ik neem weer het taxi-voorbeeld ter illustratie. De taxichauffeur en ik vormen samen een organisatie. In het white-box-model van die organisatie zijn wij de enige elementen. Onze onderlinge beïnvloedingen vinden plaats in het grotere patroon van twee transacties: de rit zelf en de betaling ervan. Ik beperk me even tot de rit zelf. De objectieve actie in die transactie is het rijden door de taxichauffeur (met mij als passagier) van locatie A naar locatie B. Dat is de uitvoeringsfase van de transactie. Die fase wordt voorafgegaan door een opdrachtfase en gevolgd door een

resultaatfase. In de opdrachtfase komen de taxichauffeur en ik, in een performatieve conversatie, overeen dat de taxichauffeur mij van A naar B brengt. In de resultaatfase bereiken we, ook weer in een performatieve conversatie, overeenstemming over de tot stand gebrachte verandering in de objectwereld (mijn verplaatsing van A naar B)⁹.

We zien nu dat er twee processen zijn, een in de objectwereld en een in de systeemwereld. Het proces in de objectwereld is het proces dat, in het geval die wereld materieel van aard is, ook waarneembaar is voor anderen. Termen als 'produktieproces' en 'fabricageproces' verwijzen naar dit proces. De gebruikelijke aanduiding voor een proces in de systeemwereld van een organisatie is 'bedrijfsproces'. Bedrijfsprocessen zijn dus nooit direct kenbaar. Men kan ze slechts kennen en volgen indien de events in de systeemwereld (de effecten dus van de intersubjectieve acties) worden geregistreerd. Voor productieprocessen die immaterieel van aard zijn, zoals in banken en verzekeringsmaatschappijen, geldt dat ook. Omdat in zulke organisaties zowel de productieprocessen als de bedrijfsprocessen alleen indirect, door middel van informatie, kenbaar zijn, zijn ze moeilijk te onderscheiden. Dat schept regelmatig verwarring in de praktijk, onder meer leidend tot de opvatting dat het produkt van deze organisaties informatie is. Dat is dus niet zo. Echte informatieproducerende organisaties zijn uitgevers en bijvoorbeeld het CBS.

De reeks in de tijd van de objectieve daden van een systeem heet dus het gedrag van het systeem. Dat is ook het begrip gedrag dat past bij het black-box-model. Knoppendraaiers manipuleren dit gedrag door het veranderen van parameters, in white-box-termen: door interstrictie. Naast dit (externe) gedrag is, vooral bij sociale systemen, een intern gedrag te onderscheiden, namelijk de reeks in de tijd van de intersubjectieve acties. Conform het spraakgebruik bij fysische systemen, noem ik dit interne gedrag de *werking* van het systeem. De werking van een organisatie berust dus op het bestaan van interactie tussen de subjecten.

Informaat

Tenlotte wil ik het nieuwe inzicht in de architectuur van informaten bespreken, dat men vanuit een werking-georiënteerd model van organisaties verkrijgt. Architectuur gaat zowel over de functie als over de constructie van informaten, en het betreft steeds globale opvattingen of uitgangspunten. Hoewel het primair een opvatting is betreffende de constructie, heeft het ook invloed op de manier waarop er structuur in functie wordt gebracht. De mogelijkheden of vrijheden die de informatiekundige ingenieur bij het construeren van informaten heeft, worden grotendeels bepaald door de basistechnologieën die beschikbaar zijn. Die basistechnologieën kunnen in vier groepen worden verdeeld: functie-technologie, I/O-technologie, S/R-technologie en transport-technologie.

⁹Voor nadere uitleg zij men verwezen naar het eerder genoemde boek 'Introductie tot DEMO / Een reis door Kabouterland'.

Functie-technologie dient er toe (de logica van) de functie van de informaaf te realiseren. Dat komt altijd neer op het ontwerpen van algoritmen voor het afleiden, door rekenkundige of logische bewerkingen, van nieuwe informatie uit bestaande. Een andere, meer gebruikelijke maar ook minder precieze, term dan 'functie' is 'applicatie'.

I/O staat voor Input/Output. Onder I/O-technologie wordt verstaan het maken van mens-machine-interfaces en van andere transformaties van de vorm waarin informatie is gerepresenteerd. I/O-technologie dient er vooral toe informaten bruikbaar, toegankelijk te maken.

S/R staat voor Storage/Retrieval. Onder Storage en Retrieval wordt verstaan het opslaan van informatie, op geschikte opslagmedia, en het vinden van de informatie die men zoekt. S/R-technologie dient er vooral toe afstanden in de tijd te overbruggen, ofwel het bewaren van informatie mogelijk te maken.

Transport-technologie is de technologie van het verplaatsen van informatie, door middel van geschikte transportmedia. Transport-technologie dient er toe afstanden in de ruimte te overbruggen.

Het streven naar herbruikbaarheid en naar standaardisatie van constructie-modules, heeft geleid tot een snel voortschrijdende integratie van S/R-modules en transportmodules. Er bestaat een sterke wens tot het realiseren van een, liefst mondiale, infrastructuur voor S/R en transport, de zogeheten *informatie-infrastructuur*, te vergelijken met de infrastructuur van de auto- en spoorwegen (vandaar de populaire bijnaam Information Highway). Op basis van zo'n infrastructuur zouden functiemodules en I/O-modules als een soort 8e OSI-laag moeten kunnen opereren.

Dat is het toekomstbeeld voor zover het de constructie van informaten aangaat. Wat de functie betreft, wil ik in het licht van het eerder besproken verschil tussen denken en doen, een globale verdeling maken in twee soorten: functies die de homo rationalis ondersteunen en functies die de homo socialis ondersteunen.

Zoals de artefacten wier functie het is de fysieke bekwaamheden van de mens te vergroten (machines, werktuigen etc.), daarin over vrijwel de gehele linie de mens ruimschoots hebben overtroffen, zo zullen de artefacten wier functie het is de rationale bekwaamheden van de mens te vergroten, de informaten dus, daarin ook de mens ruimschoots gaan overtreffen, voor zover dat al niet het geval is. Het probleem daarbij is nu al niet zozeer het vinden van mogelijke constructies, maar veeleer het vinden van geschikte functionaliteit. Dat is de uitdaging van de toekomstige informatiekundige ingenieur. De grote klacht nu is de 'information overload'. De kunst van de informatiekunde zal liggen in het steeds weer vinden van een betere combinatie van functie en vorm, in het opschroeven dus van de kwaliteit van informaten. Dat vereist zowel een grondige kennis van de informatietechnologie als een grondige kennis van de rationale behoeften van de toekomstige gebruiker van de informaaf. In het lenigen van die rationale behoeften kan de informatiekundige

ingenieur verder zich vrijelijk uitleven. Hoewel het verschil tussen de mens en de informaat blijft dat de eerste wel en de tweede niet begrijpt, is het niet rampzalig indien men dat zou vergeten. Rationeel handelen is immers geen doen.

Sociaal handelen is wel doen. Er kan nooit sprake zijn van het vervangen van de mens in zijn rol van homo socialis door een artefact. Daarom is er veel meer voorzichtigheid geboden als het gaat om het ontwerpen van artefacten die de sociale bekwaamheden van de mens beogen te ondersteunen. Er is nog een reden, maar die is in principe tijdelijk van aard, namelijk dat het gehele terrein van de sociale bekwaamheden van de mens veel onbekender is dan dat van zijn rationele bekwaamheden. Voor velen zullen deze omstandigheden het beroep van informatiekundig ingenieur alleen maar aantrekkelijker maken.

De ondersteuning die men de homo socialis kan bieden, kan men in twee soorten indelen. In de ene soort beschouwt men de mens als individueel beslissende actor in onderlinge wisselwerking met andere actoren. Dat is de invalshoek die men kiest in zaken als het (her)ontwerpen en (her)inrichten van bedrijfsprocessen, en de besturing van bedrijfsprocessen. Als een universele architectuur voor deze soort van ondersteuning, lijkt het beeld van een netwerk van coöperatieve agenten aantrekkelijk, waarbij elke agent in dienst staat van een actor. Belangrijk daarbij is dat die agenten ook de wijze waarop actoren performatieve conversaties uitvoeren, precies nabootsen. Uiteraard kan dat alleen maar volgens vooraf vastgestelde protocollen. In elk geval is de wereld dan verlost van de naïeve opvatting aangaande deze conversaties die men in de gangbare informatiekundige methoden aantreft: gewoon één stroom (orders bijvoorbeeld), van de ene actor naar de andere. Zodra het protocol geen uitkomst meer biedt, dient de uitvoering van de conversatie terug te gaan naar de verantwoordelijke actor. Dat is het moment waarop sociale creativiteit nodig is, waarop de normen en waarden die als criterium voor geldigheid dienden, zelf ter discussie komen te staan¹⁰.

Bij de tweede soort van ondersteuning gaat het om groepsbeslissingen en groepsoordelen. Het bekendste soort artefact dat bij zulke groepsprocessen hulp biedt, is de Group Decision Room. Hoewel deze artefacten informatietechnisch gesproken tamelijk simpel zijn, blijken ze een grote verbetering van de snelheid en de kwaliteit van beslissingen met zich mee te brengen.

Het op de hierboven geschetste wijze ontwerpen van informaten is mede de doelstelling van het onderzoeksprogramma DITSE (Delft Initiative for Telematics based Systems Engineering) dat binnenkort van start gaat, en waarin ik samenwerk met mijn Delftse collega's Andriessen, Arnbak en Sol. 'Telematics' (in het nederlands: telematica) is de naam voor de combinatie van de S/R-technologie en de transporttechnologie. 'Systems Engineering' bestrijkt in dit onderzoeksprogramma het gehele terrein van Organisatietechnologie tot Informatietechnologie. Het gaat dus om het creëren van effectieve oplossingen voor bedrijfsproblemen én om het efficiënt

Zie verder: Van Reijswoud, 'The Structure of Business Communication', proefschrift TUD, 1996.

realiseren daarvan met behulp van de modernste informatietechnologie.
Ook het onderwijs dat ik voornemens ben te geven, staat geheel in het teken van de
gedachten die in deze oratie zijn verwoord.