

# chaostheorie en communicatiewetenschap

## het vlinder-communicatiemodel

gust de meyer

It could just be that whether it rains on our departmental picnic next year depends on whether a seagull flaps its wings in California today. (Tritton, 1986)

De thematiek van dit artikel wordt ingeleid met een voorbeeld ontleend aan Van Bendegem (*De Morgen*, 27 mei 1995). Wanneer een aantal mensen wordt gevraagd om dozen van een bepaalde kamer naar een andere te brengen, dan is de voor de hand liggende oplossing dat ze een rij vormen van de ene naar de andere kamer en doos na doos doorgeven. Stel dat de persoon in de kamer waar de dozen vertrekken, de opdracht krijgt dat het vlugger moet gaan. Hij begint sneller te werken, maar de mensen in de rij kunnen niet volgen. Op dit moment hoeft er maar iemand in de rij te zeggen of te denken dat hij de doos beter zelf naar de andere kamer kan brengen om de rij helemaal kapot te maken. Want als één persoon daartoe beslist, dan kan maar beter iedereen zelf dozen halen en brengen. Hier wordt het principe gedemonstreerd dat een kleine wijziging, met name een kleine opdrijving van de snelheid van het transport, een totaal ander verloop tot gevolg heeft. Daarbij is het niet eenvoudig uit te maken op welk moment iemand in de rij zal zeggen 'Ik stap eruit en ik doe het zelf'. Wanneer zo'n fundamentele verandering precies plaatsvindt, is vaak een erg gevoelige kwestie, die ook nog eens tot gevolg heeft dat de voorspelbaarheid voor een deel verloren gaat. Wanneer iedereen tussen de kamers heen en weer begint te lopen, dan zijn er veel mogelijke manieren waarop dat kan gebeuren. Welke mogelijkheid wordt gekozen, kan in sommige gevallen zelfs volledig onvoorspelbaar zijn. De basisidee van de chaostheorie, zoals blijkt uit dit voorbeeld, is dat minimale afwijkingen in de begintoestand van een systeem niet lineaire gevolgen kunnen hebben. Dit is wat men bedoelt met het zogenaamde

vlindereffect: een vlinder in Zuid-Amerika die even met zijn vleugels beweegt, is voldoende om de windstromingen boven West-Europa te herschikken. Een ander idee is dat, in de plaats van een voorspelbare keten van oorzaken en gevolgen, nu onzekerheid treedt over de toekomst van het systeem. Op de weg die het systeem volgt, dienen voortdurend keuzen te worden gemaakt - zelfs moleculen maken die - op tweesprongen of bifurcaties. Ook nog dat uit een systeem dat niet in evenwicht is, orde gecreëerd wordt uit chaos, wat dan wordt benoemd met de term dissipatieve structuren (cf. infra).

Het is goed te noteren dat aan het uitgangsvoorbeeld zowel sociale aspecten zitten (menselijk gedrag in gemeenschap) als economische aspecten (te leveren prestaties binnen een tijdsbestek), als communicatieve aspecten (communiceren kan de chaotische toestand wellicht uitstellen of net niet, mogelijke manieren aanreiken waarop het chaotisch gedrag kan worden gereduceerd of net worden aangedikt). Chaostheoretici zijn dan ook bedrijvig op alle domeinen van de wetenschap, van de meest exacte tot de meest humane. De hoop kan gekoesterd worden dat met de chaostheorie een universeel of minstens een interdisciplinair wetenschappelijk paradigma voorligt. Bovendien passen chaosdenkers de theorie ook graag toe op doordeweekse aangelegenheden. Niets schijnt aan het chaosdenken te ontsnappen, niet de op het eerste gezicht meest complexe aangelegenheden, van moleculen, over sterrenstelsels tot de maatschappij, maar evenmin het water dat uit een kraan loopt of dat aan het koken gaat.

Bodifée (1988:176) stelt dat chaos overal wroet, dat scheikundigen chaos zien in reactiemengsels, biologen in het gedrag van populaties, economen in beursnoteringen. Chaos treedt op in het neurofysiologische systeem dat het hartritme regelt, en levert daar de fluctuaties die het hart toelaten normaal te functioneren. Wegvallen van de chaos leidt zelfs tot fatale fibrillaties. Een volledig voorspelbaar hartritme, onaangepast aan, bijvoorbeeld, de gemoedstoestand, is fataal. Geofysici menen chaos te ontdekken in de schommelingen van het aardse magnetisch veld, welke schommelingen het resultaat zijn van turbulente stromingen in de vloeibare ijzerkern van de aarde. Klimatologen ontdekken chaos in de variaties van het weer op lange termijn, en meteorologen in de weersveranderingen van elke dag. Het is net de chaos die weersvoorspellingen op langere termijn moeilijk maakt. Astronomen ontdekken chaos in het melkwegstelsel, waar het tempo van stervorming uit de zich samentrekkende interstellaire wolken op een tijdschaal van enkele miljoenen jaren onregelmatige veranderingen ondergaat.

Ruelle (1993:81) geeft een pak andere voorbeelden van de interdisciplinaire toepasbaarheid van de chaostheorie, onder meer op het veld van de

economie en de geschiedenis, en maakt daarbij de bedenking dat de geschiedenis systematisch onvoorspelbare gebeurtenissen met belangrijke gevolgen op lange termijn voortbrengt, en dat bijvoorbeeld grote beslissingen vaak worden genomen door individuele politieke leiders, wier beslissingen vaak een element van willekeur bevatten. Niet alleen voor wat betreft de toepasbaarheid van de chaostheorie op het domein van de humane wetenschappen maar ook op dat van de doordeweekse aangelegenheden, geeft Ruelle (1993:81) nog het voorbeeld van de op het eerste zicht triviale keuze voor de verbrandingsmotor in auto's. De eerste auto's werden namelijk aangedreven zowel door motoren met inwendige verbranding als door stoommachines, en beide even efficiënt. Ten gevolge van een toevallig tekort in de watertoevoer voor door stoommachines aangedreven auto's, liepen die een achterstand op, met het gevolg dat de inwendige verbrandingsmotor meer profijt trok van technologische verbeteringen en tenslotte de stoommachine verving.

Als chaos wroet in een domein dat tot voor kort alleen maar leek te gehoorzamen aan de wetten van orde en noodzaak, namelijk in het door de exacte wetenschappen bestudeerde domein van materie en energie, zou ze dan niet bij uitstek aanwezig moeten zijn in het domein waarvan men aanneemt dat er altijd al een zekere mate van onvoorspelbaarheid optrad, namelijk in het door de humane wetenschappen bestudeerde domein van menselijke psyche en samenleving? Als chaos heerst in zowel materie, energie, de menselijke psyche als de samenleving, zou zij dan ook niet heersen in het domein dat bestreken wordt door de communicatiewetenschap? Het lijkt voor de hand liggend. In elk geval biedt de chaostheorie een nieuw denkkader waarmee thema's uit de communicatiewetenschap in een nieuw daglicht kunnen worden bestudeerd. Men zou immers kunnen stellen dat de communicatiewetenschap, onder meer onder invloed van de zich naar de natuurwetenschappen profilerende empirische sociologie, vaak nog blijft hangen in het oude wetenschappelijke paradigma van het oorzaak-gevolg-denken. Ook al is het strikt deterministisch denken uit de beginperiode verlaten, onder meer, zoals bekend, door aandacht voor intermediaire variabelen in het communicatie-effect of door de zogeheten uses and gratifications-benadering, er blijft een onuitroeibaar oorzaak-gevolg denken onderhuids aanwezig. Het zit, bijvoorbeeld, nog altijd verscholen onder vragen over de effecten van massamedia, in de zin van: bevordert het vele kijken naar geweldprogramma's op televisie agressief gedrag? De cultivatie-analyse stelt nog de vraag of veel televisie kijken de kijk op de wereld verandert. En de empirische communicatiewetenschap is nog altijd op zoek naar de determinerende impact van variabelen als sociale klasse, leeftijd, school-

resultaten, ... op mediaconsumptie (of omgekeerd). Hoe relevant ook dergelijk onderzoek - het zou verkeerd zijn te denken dat niets nog enige voorspelbaarheid heeft en alles aan chaos en toeval onderworpen is - wellicht is de chaostheorie niettemin in staat om de communicatiewetenschapper van nu af andere vragen te laten stellen, in de zin van: hoe komt het dat mensen uit een vrijwel identieke beginsituatie een totaal verschillende levensloop gaan leiden. Zou het niet kunnen dat één fragment uit een film iemand op een gewelddadig of misdadig spoor zet voor de rest van zijn leven? En hoe komt het dat iemand die veel fictief geweld gezien heeft via de media, toch evolueert tot de braafste burger? Het lijkt er in elk geval op dat het chaostheoretisch denken meer belang hecht aan individueel gedrag dan aan door het globale systeem gedicteerde wetten. Eenvoudig gesteld: niet dé samenleving is bepalend, maar beslissingsmomenten van individuen die 'op het juiste moment gekozen', het systeem in een bepaalde richting kunnen duwen. Niet de (sociale) structuren zijn bepalend, wel min of meer door het toeval gedirigeerde individuele keuzen. Sommigen zullen dan ook kunnen opmerken dat de theorie perfect kadert in een 'terugkeer naar het individu'-denken, en dat ze, op haar beurt, kadert in het huidige mentaliteitsdenken.

## CHAOSTHEORIE

Aan de hand van enkele basisteksten worden nu de voornaamste concepten van de chaostheorie toegelicht.

Om te beginnen, tot welke belangrijke nieuwe inzichten de chaostheorie heeft geleid, leert ons Toffler (voorwoord in Prigogine en Stengers, 1987: 9-22). Hij stelt dat uit het geheel van denkbeelden dat in de zeventiende en achttiende eeuw samenkwam onder het etiket 'klassieke wetenschap' of 'Newtoniaanse wetenschap', een wereld naar voren trad waarin iedere gebeurtenis volkomen was vastgelegd door de beginvoorwaarden, die, in ieder geval in principe, precies konden worden bepaald. Het was een wereld waarin het toeval geen rol speelde, en waarin alle stukken in elkaar pasten als tandwielen in een kosmische machine. We moeten wachten tot het begin van de negentiende eeuw wanneer de thermodynamica vraagtekens begint te plaatsen bij de opvatting dat de wereld een uurwerk is, dat de planeten tijdloos ronddraaien, dat alle systemen in evenwicht zijn en deterministisch functioneren, dat alles onderworpen is aan universele wetten die een waarnemer van buitenaf zou kunnen ontdekken. De thermodynamica begon vragen te stellen bij de tijdloosheid die in het mechanistische wereldbeeld lag ingesloten. Als de wereld een grote machine was, zoals in het Newtoniaanse model werd aangenomen,

dan zou ze vastlopen omdat de nuttig te gebruiken energie weglekte. De thermodynamica toonde aan dat deze grote machine niet eeuwig door zou kunnen blijven lopen. Hierdoor kreeg de tijd een nieuwe dimensie. De volgelingen van Darwin kwamen echter kort daarna met een overweging die hiermee geheel in strijd leek: de wereldmachine kon dan misschien wel aflopen door een verlies aan energie en organisatie, maar biologische systemen liepen op, evolueerden in positieve zin en kregen een steeds hogere in plaats van lagere graad van organisatie. Zijn deze fundamentele contradictorische inzichten nu met elkaar te rijmen? Het lijkt er op dat de chaostheorie een uitweg biedt. In termen van de theorie van Prigogine kunnen we zeggen dat alle systemen subsystemen bevatten die voortdurend 'fluctueren'. Op sommige momenten kan een enkele fluctuatie of een combinatie daarvan door middel van positieve terugkoppeling zozeer worden versterkt dat het de aanvankelijk bestaande organisatie vernietigt. In het geval zich zo'n omwentelingsmoment voordoet - Prigogine en Stengers spreken van een 'singulier punt' of een 'tweesprong' - is het volstrekt onmogelijk om van te voren te bepalen in welke richting het systeem zal gaan veranderen. Het is volstrekt onvoorspelbaar of het systeem tot 'chaos' uiteen zal vallen, dan wel naar een nieuwe, gedifferentieerder, hoger niveau van 'orde' of organisatie zal springen. In het laatste geval wordt van 'dissipatieve structuren' gesproken, omdat ze in vergelijking met de eenvoudiger structuren waarvoor ze in de plaats treden, meer energie nodig hebben om intact te blijven.

Het voorgaande wordt door Toffler nog eens op een andere manier geherformuleerd. Men ging er in het Newton-model van uit dat ieder moment, of dat nu in het verleden, het heden of de toekomst lag, exact gelijk was aan ieder ander moment. Het eindeloze draaien van de planeten - zelfs de werking van een klok of een eenvoudige machine - kon in principe zowel voorwaarts als achterwaarts in de tijd plaatsvinden, zonder dat de grondslagen van het systeem daardoor veranderden. Om deze reden noemen wetenschappers de tijd in Newtoniaanse systemen omkeerbaar. In de negentiende eeuw verschoof het zwaartepunt van het natuurkundig onderzoek van de dynamica naar de thermodynamica, en ontdekte men de tweede hoofdwet van de thermodynamica. Volgens deze tweede hoofdwet gaat er immers onontkoombaar energie verloren in het heelal. En als de wereldmachine inderdaad afloopt en op weg is naar de warmtedood, dan volgt daaruit dat ieder moment niet langer gelijk is aan elk ander moment. De tijd is dus niet meer omkeerbaar. En wellicht is het zo dat de omkeerbare tijd, die is verbonden met 'gesloten systemen' (als zulke systemen inderdaad in werkelijkheid bestaan), het zeldzame en afwijkende verschijnsel is. En zijn onomkeerbare processen

de regel. Prigogine en Stengers gaan zelfs verder en stellen dat onomkeerbare processen de bron van orde zijn. Vandaar de titel van het door Toffler ingeleide boek: Orde uit chaos. Het zijn de processen die met toevalligheid en openheid geassocieerd zijn, die naar hogere organisatie-niveaus zoals dissipatieve structuren leiden. Maar Prigogine en Stengers stoppen niet bij de negentiende-eeuwse thermodynamica. Ze ondernemen ook de conventionele interpretaties van de thermodynamica door aan te tonen dat entropie, in ieder geval onder niet-evenwichtsomstandigheden, orde, organisatie - en dus leven - voortbrengt in plaats van afbreekt. Door strakke beschrijvingswijzen voor allerlei vormen van kwalitatieve verandering te ontwikkelen geven zij ook inzicht in een begrip als, bijvoorbeeld, revolutie.

Toffler (voorwoord in Prigogine en Stengers, 1987:24) stelt als conclusie nog de pertinente vraag, waarbij de immer fascinerende kwestie van het verband tussen kans en noodzakelijkheid aan de orde is, namelijk of, als Prigogine en Stengers gelijk hebben en het toeval rond een tweesprong een bepalende rol speelt, waarna deterministische processen het weer overnemen tot de volgende tweesprong, ze dan niet net het kansbegrip zelf in een deterministisch kader opsluiten. Toffler vraagt zich af of ze het toeval zelf niet ontkansen door er precies een bepaalde rol aan toe te kennen.

We wenden ons nu tot Prigogine en Stengers (1987) zelf voor de omschrijving van de voornaamste concepten uit de theorie waarvoor zij zelf mee de fundamenteen legden (en waarvoor Prigogine in 1977 trouwens een Nobelprijs kreeg). Prigogine en Stengers (1987:36-43) stellen dat omkeerbaarheid en determinisme slechts blijken op te gaan in een aantal speciale limietgevallen, terwijl onomkeerbaarheid en willekeurigheid de regel schijnen te zijn. Onomkeerbare processen vond men in de negentiende-eeuwse evenwichtsthermodynamica alleen maar lastig. Ze werden afgedaan als storingen die niet de moeite waard waren om wetenschappelijk onderzocht te worden. Tegenwoordig ligt dat, volgens de auteurs, totaal anders. Men weet nu dat nieuwe soorten structuren spontaan kunnen ontstaan onder omstandigheden waarin er van evenwicht geen sprake is. Onder dergelijke omstandigheden kan het gebeuren dat orde ontstaat uit wanorde. Om de constructieve rol te benadrukken, die bij het ontstaan van deze nieuwe structuren door dissipatieve of verstrooiende processen gespeeld wordt, hebben Prigogine en Stengers ze dissipatieve structuren genoemd. Kennelijk valt de dissipatieve structuur niet meer te omschrijven als chaotisch gedrag. Er is een nieuw soort orde ontstaan. Het systeem is op een of andere manier samenhangend. Men kan zeggen dat er een mechanisme is waarmee de moleculen 'communiceren' (Prigo-

gine en Stengers hebben het over moleculen in chemische reacties, maar het lijkt mogelijk de ordenende kracht van communicatie als een universele kracht op te vatten). Van belang is dat dit soort communicatie uitsluitend gebeurt als het systeem ver uit evenwicht is. De auteurs vinden het interessant te bedenken dat dergelijke communicatie in de biologische wereld de regel lijkt te zijn. Compleet in de geest van de vlindertheorie stellen Prigogine en Stengers nog dat een kleine beweging een nieuwe evolutie op gang kan brengen, die het macroscopisch gedrag van het systeem ingrijpend verandert. De analogie met sociale verschijnselen, zelfs met de geschiedenis, noemen zij onweerstaanbaar. Ze vinden dat 'toeval' en 'noodzakelijkheid' elkaar hier niet uitsluiten, maar dat ze integendeel allebei van belang zijn bij het beschrijven van systemen die ver uit evenwicht zijn.

Terugkomend op het leven en de evolutie wordt door Prigogine en Stengers (1987:193) de rol van het individueel gedrag boven dat van een overkoepelende structuur benadrukt. Men kan een ver-uit-evenwichtssysteem georganiseerd noemen, niet omdat het een of ander plan uitvoert dat vreemdsoortig is aan de elementaire activiteiten van dat systeem, of ze overstijgt, maar omdat een microscopische fluctuatie die op het 'juiste moment' optreedt, versterkt wordt, en daardoor juist één van de vele mogelijke reactiepaden wordt ingeslagen. Het belang van individueel gedrag wordt door de auteurs nog eens extra onderstreept door te stellen dat onder bepaalde omstandigheden het individuele gedrag een doorslaggevende rol speelt. In het algemeen is het zo, stellen zij, dat het gedrag van het systeem als geheel de elementaire processen waaruit het is samengesteld, op geen enkele manier overheerst.

Dat het verkeerdt zou zijn omwille van de belangrijke rol die chaos speelt elke vorm van determinisme uit te sluiten, wordt door de auteurs als volgt uitgelegd. Zelforganisatieprocessen in ver-van-evenwichtsomstandigheden kennen een gevoelige wisselwerking tussen kans en noodzakelijkheid, tussen fluctuaties en deterministische wetten. De auteurs verwachten dat fluctuaties of toevalsfactoren een belangrijke rol in de buurt van het vertakkingspunt zullen spelen, terwijl in de gebieden tussen de tweesprongen de deterministische aspecten bepalend zijn.

Zich kerend naar de humane wetenschappen vragen Prigogine en Stengers (1987:206-207) zich af hoe het dan mogelijk is dat systemen van een dergelijke ingewikkeldheid als ecologische en menselijke organisatievormen (en waarin veel talrijker fluctuaties de stabiliteit bedreigen) zelfs maar bestaan? Hoe slagen ze erin om een toestand van voortdurende chaos te ontlopen? En dan komen zij tot de voor communicatiewetenschappers buitengewoon interessante conclusie dat het stabiliserende

effect van communicatie, van diffusieprocessen, wel eens een deel van het antwoord op deze vraag kan zijn. Volgens hen zijn diffusie en communicatie tussen de verschillende delen van het systeem waarschijnlijk erg doeltreffend in ingewikkelde systemen, waarin soorten en individuen op talloze manieren met elkaar in wisselwerking treden. Daarbij treedt er een strijd om de hegemonie op tussen stabilisatie door middel van communicatie en instabiliteit door middel van fluctuaties. De grens van de stabiliteit wordt bepaald door wie deze strijd wint. Men kan het probleem van de stabiliteit van het systeem ten opzichte van veranderingen ook nog als volgt formuleren: de nieuwe bestanddelen, die in kleine hoeveelheden in het systeem binnenkomen, veroorzaken een aantal nieuwe reacties tussen de delen waaruit het systeem is samengesteld. Deze nieuwe reacties gaan een concurrentieslag aan met de wijze waarop het systeem daarvoor functioneerde. Als het systeem 'structureel stabiel' is voor zover het deze indringing betreft, zal de nieuwe wijze van functioneren zich niet kunnen handhaven en zullen de 'vernieuwers' het niet overleven. Wanneer de structurele fluctuatie zich echter wel weet te handhaven - bijvoorbeeld wanneer de snelheid waarmee de 'vernieuwers' zich vermenigvuldigen groot genoeg is om het systeem te kunnen overweldigen in plaats van uitgeroeid te worden - zal het hele systeem op een nieuwe wijze gaan functioneren. Prigogine en Stengers gebruiken uitdrukkelijk een taalkundige notie om te omschrijven wat hier gebeurt, door te stellen dat de activiteiten voortaan bepaald worden door een nieuwe 'syntaxis'.

Het toeval in de chaostheorie, ook wel onderzoek van niet-lineaire processen genoemd, wordt in verband gebracht met wat men noemt 'systemen met sterke afhankelijkheid van de begintoestand'. Om dat te illustreren vertrekt Ruelle (1993:30-31) eveneens van de mechanica van Newton. Volgens deze geldt dat wanneer we de toestand van een natuurkundig systeem (voor wat betreft zijn posities en snelheden) op een bepaald tijdstip kennen - men kan dit het begintijdstip noemen - we de toestand ook kennen op elk ander tijdstip. Deze theorie geeft een volledig deterministisch beeld van de wereld: zou de toestand van het heelal op een willekeurig gekozen tijdstip bekend zijn, dan zouden we in staat zijn om de toestand op elk ander moment te weten te komen. In de praktijk is de begintoestand van een systeem echter nooit volmaakt precies bekend; we moeten rekening houden met een zekere mate van willekeurigheid in deze begintoestand. Deze sterke afhankelijkheid van de begintoestand betekent dat een kleine verandering in de toestand van het systeem op tijdstip nul op een later tijdstip een verandering tot gevolg heeft die exponentieel met de tijd toeneemt. Het vlinder-effect wordt door



Ruelle (1993:40-42) op een andere manier treffend geïllustreerd, namelijk door de baan van biljartballen op een biljarttafel. Als we op een biljarttafel met bolle obstakels tegelijkertijd de bewegingen waarnemen van de 'echte' bal en van een 'imaginaire' bal met iets verschillende beginvoorwaarden, dan zien we dat de twee bewegingen in het algemeen een tijdlang exponentieel met de tijd uiteenlopen. Vervolgens raakt de ene bal een obstakel dat de andere mist, en vanaf dat moment hebben de twee bewegingen niets meer met elkaar te maken. Een sterke afhankelijkheid van de begintoestand maakt dus dat na een tijd quasi gelijkmatige bewegingen omslaan in extreem verschillende.

## COMMUNICATIE TUSSEN CHAOS EN ORDE

Uit het bovenstaande zou men verkeerdelijk de conclusie kunnen trekken dat aangezien willekeur en toeval een belangrijke rol spelen in allerhande processen, de speurtocht naar enig 'wetmatig' of ordelijk gedrag onmogelijk wordt. Niets is minder waar. Bodifée (1986) - en Prigogine en Stengers (1987) hebben er ook al op gewezen - heeft mooi omschreven dat er een tegenkoppeling mogelijk is tegen de oprukkende chaos, onder meer via communicatie. Deze mogelijkheid om 'orde op zaken' te stellen mag zelfs beschouwd worden als een typisch menselijke activiteit. Tegenover de dodende rust, het berustende klimaat, de toestand van chemisch evenwicht op de planeten, staat de niet evenwichtstoestand van de aarde en van het leven: leven is, aldus Bodifée (1986:71-75), stroomopwaarts roeien. Het leven van elk levend wezen, bacterie, plant, dier of mens, is een strijd tegen de anorganische natuur, een strijd die als hij gewonnen wordt, leidt tot vreemde vormen en onvoorspelbare handelingen, die nergens worden aangetroffen waar enkel simpele natuurwetten hun gang gaan.

Geheel in overeenstemming met de cybernetische visie wordt door Bodifée (1986:77) als inherent kenmerk van het leven haar teleologisch karakter onderstreept en de creatie van een zekere orde in de chaos. Er moeten immers mechanismen werkzaam zijn die de omstandigheden binnen het aardse milieu actief regelen en bijsturen, als een cybernetisch systeem onder invloed van terugkoppelingseffecten. Chaos is dus voor de auteur niet in contradictie met doelgerichtheid. Wat ook de mechanismen zijn, het leven zelf neemt in deze terugkoppelingen blijkbaar het eigen lot actief en doelgericht in handen. In de plaats van met het oorzakelijk verleden is het leven bezig met het project van de toekomst. Chaos is voor Bodifée (1986:85) evenmin in strijd met een notie als vrijheid. Hij houdt voor dat we het leven op aarde zouden kunnen beschouwen als een voor-

val dat wezenlijk door vrijheid en onvoorspelbaarheid bepaald wordt. Leven zou inherent onbegrijpbaar kunnen zijn want niet terug te voeren tot wel te omschrijven regels.

Op de onverzoenbaarheid van het gedrag van de levensloze en de levende materie werpt het onderscheid tussen gesloten en open systemen enig licht. Bodifée (1986:127-129) vertrekt van de gedachte dat de tweede wet van de thermodynamica - zo goed als de eerste wet - enkel voor gesloten systemen geldt. Bij een open systeem is het echter mogelijk dat de geproduceerde entropie weer wordt afgevoerd, zodat het niet uitgesloten is dat de entropie van het systeem uiteindelijk misschien zelfs daalt! Bij een gesloten systeem neemt de entropie van het systeem zelf toe. Bij een open systeem is het de som van de entropie van het systeem en zijn omgeving die toeneemt. Als er meer entropie wordt afgevoerd dan geproduceerd, daalt de entropie van het systeem, maar stijgt die van het heelal toch. De toegenomen orde binnen een systeem gaat steeds ten koste van die van de omgeving. Belangrijk te zien is dat levende wezens, zonder uitzondering, open systemen zijn. Ze nemen voedsel op uit hun omgeving en verspreiden onbruikbaar geworden stoffen opnieuw in de omgeving. Er is een constante doorstroming van materie en energie. Elke cel is een open systeem. De auteur (1986:151-152) legt dan de band naar het ontstaan van de dissipatieve structuur. Onder invloed van irreversibele niet-lineaire processen wordt entropie geproduceerd en afgevoerd. Het systeem verrijkt zich aan z'n omgeving. De dissipatieve structuur die ontstaat, is, hoewel niet noodzakelijk standvastig en zeker niet in evenwicht, blijvend.

De problematiek van de onder meer in de cybernetika gepostuleerde doelgerichtheid wordt door Bodifée (1988:185-187) verder nog als volgt uitgewerkt. Om tot een beter begrip van het verschijnsel van het leven te komen, moeten de newtoniaanse formalismen vervangen worden door een natuurbeeld dat rekening houdt met het onomkeerbare, het verrassende en creatieve van de tijd. Daarbij komt onvermijdelijk de tweede wet van de thermodynamica om de hoek kijken. Deze heeft lang een bedenkelijke reputatie gehad. Zij is immers verantwoordelijk voor wrijving en slijtage van zelfs de best geoliede mechanieken, een prijs die betaald moet worden voor de nuttige arbeid die de machine levert. Bijna een eeuw lang beperkten de thermodynamici zich vooral tot de studie van systemen nabij evenwicht, waar de entropieproductie minimaal is. Pas in de tweede helft van de twintigste eeuw werd een thermodynamica van niet-evenwichtssystemen ontwikkeld. En het is pas op dat ogenblik dat men de constructieve rol die de entropieproductie kan spelen, beseft. Prigogine en zijn Brusselse school leverden innoverend werk, doordat

systemen bestudeerd werden waarin niet-lineaire processen optreden. Niet-lineariteit drukt een niet-evenredigheid uit tussen oorzaak en gevolg. Essentieel nu is dat naarmate een systeem verder uit evenwicht verkeert, het, in bepaalde omstandigheden, een kritisch punt van een bifurcatie-instabiliteit nadert. Eenmaal deze drempel bereikt, wordt het verloop onvoorspelbaar. Op het kruispunt zelf legt geen enkele wet een richting op. Een infinitesimale fluctuatie, in welke zin ook, kan de doorslag geven. En een nieuw systeemgedrag in gang zetten dat Prigogine de dissipatieve structuur noemde. Deze dissipatieve structuur is haast een *contradictio in terminis*. Dissipatie is entropieproductie en betekent afbraak van structuur; het tegendeel dus van wat orde voortbrengt. Maar de term 'dissipatieve structuur' drukt nauwkeurig uit wat zich afspeelt: een grootschalige coherentie gerealiseerd door middel van entropieproducerende processen. Bodifée (1988:190) durft het aan van vrijheid te spreken, zelfs in de fysische wereld, door te stellen dat net binnen deze dissipatieve structuren aan een noodzakelijke voorwaarde wordt voldaan voor de mogelijkheid van authentieke spontaneïteit en keuzevrijheid in de macrofysische wereld. Verder wil hij de dissipatieve structuur opvatten als een semi-stabiel regime dat balanceert tussen de rust van het evenwicht en de chaos van een uit de hand gelopen on-evenwicht.

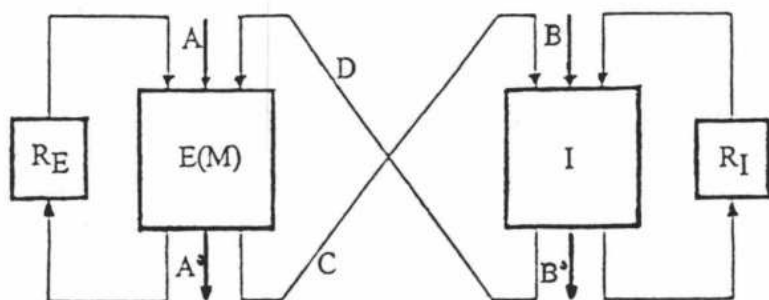
Weer komt Bodifée (1988:208) terug, na het aspect van vrijheid onderstreept te hebben, op de problematiek van de teleologie. Dat in eenvoudige mechanische systemen geen wezenlijk onderscheid gemaakt kan worden tussen causaliteit of teleologie, is, volgens de auteur, het gevolg van het deterministische karakter van dergelijke systemen. Het maakt dan geen verschil uit of een gebeurtenis door een oorzaak wordt voortgeduwd, of naar een doel wordt getrokken. In beide gevallen volgt het systeem dezelfde baan. Het heeft geen keuze. Een onderscheid kan pas blijken indien een proces een niet vooraf bepaald verloop kent, en het vanuit een bepaalde begintoestand in één van de verschillende mogelijke eindtoestanden terechtkomt. In de klassieke mechanica is dat uitgesloten, maar in de niet-lineaire mechanica kunnen dergelijke onbepaaldheden optreden. Oorzakelijkheid betekent dan een ontoereikende oorzaak, en dus een onvoldoende sturing van het proces, met willekeur als gevolg. Doelgerichtheid bij een niet gedetermineerd proces daarentegen impliceert dat een doel dat in de toekomst ligt, nog niet vaststaat. Er liggen open mogelijkheden langs de gevolgde weg, waaruit een keuze gemaakt kan worden. De combinatie van doelgerichtheid en onbepaaldheid levert keuzemogelijkheid op.

Het hoeft nauwelijks gezegd dat, ondanks het vooruitzicht op de finale (hitte)dood, naast een al met al optimistisch visie als deze van Bodifée (1986, 1988) ook een waarschuwende (Wiener, 1950) tot zelfs een pessimistische visie mogelijk is, zo onder meer door Rifkin (1980) in zijn ecologisch gemotiveerd pleidooi voor een lage entropie-cultuur. Maar daar wordt hier niet verder op ingegaan.

## HET VLINDER-COMMUNICATIEMODEL

Om de inzichten van zowel de chaostheorie als de cybernetica tot hun recht te laten komen, is een nieuw communicatiemodel nodig. Uitgangspunt is het door Vermeersch (1967:197) voorgestelde model:

Figuur 1: Het model van Vermeersch



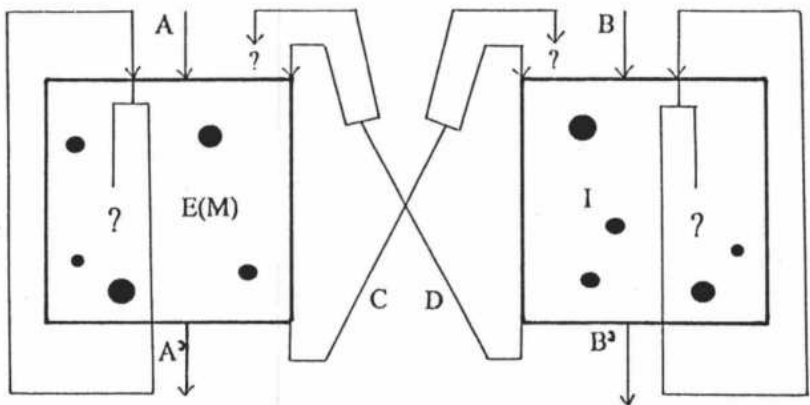
Vermeersch (1967:196) commentarieert zijn model als volgt. Het is nuttig een onderscheid te maken tussen informatieverwerkende systemen, I-systemen, en energieverwerkende systemen, E-systemen. Om volledig te zijn zou men daaraan nog M-systemen kunnen toevoegen: materie-verwerkende systemen. Al deze systemen hebben dit gemeen dat ze informatie (resp. energie, materie) kunnen opnemen, in een andere vorm omzetten (transformeren) en weer uitsturen. Dikwijls kunnen ze die ook in voorraad houden (opslaan). Als voorbeeld van een I-systeem noemt Vermeersch (1967:196-197) een radio (I-input: radiogolven, I-output: luchtrillingen). Als voorbeeld van een E-systeem, een elektrische motor (E-input: elektrische energie, E-output: bewegingsenergie) Een hoogoven zou een voorbeeld van een M-systeem kunnen zijn (M-input: kolen en ijzererts, M-output: ijzer). In veel gevallen is het moeilijk een M-systeem van een E-systeem te onderscheiden, daar energie dikwijls onder de vorm van materie wordt opgenomen, en daar voor iedere transformatie

van materie energie nodig is. Vooral bij levende wezens is het energie- en het materie-aspect onafscheidelijk verbonden. Men zou in dat geval dan ook kunnen spreken van EM-systemen, of zelfs IEM-systemen. Terug nu naar het communicatiemodel van Vermeersch (1967:197). E(M) is het energie- (en materie-) verwerkend systeem, I is het informatieverwerkend systeem. A stelt de input van energie en materie uit de omgeving voor, A' de output van energie en materie, die het milieu beïnvloedt. Men kan hier, aldus de auteur, denken aan voedsel dat door een levend wezen opgenomen wordt en de arbeid die gepresteerd wordt; verder, aan de informatie die wordt opgenomen via de zintuigen over de omgeving, en die aan die omgeving wordt meegedeeld onder de vorm van signalen, de menselijke taal. Voor de volledigheid maar minder belangrijk infra kan nog gesteld worden dat beide deelsystemen een reservoir hebben: Re voor energie, b.v. onder de vorm van glucogeenreserves in het lichaam; Ri onder de vorm van geheugen. Verder - en dit is essentieel - is het systeem autoregulerend, omdat de output van E: C, door het I-systeem verwerkt wordt, en als D de werking van E regelt. Dit model kan gehanteerd worden in evenwichtssituaties allerhande. Het E(M)-systeem (en ook het I-systeem) op zichzelf is al onderhevig aan terugkoppeling. Bijvoorbeeld: onvoldoende voedsel veroorzaakt een hongergevoel dat op zijn beurt de zoektocht naar voedsel in gang zet, enzovoort. Maar het is de combinatie van het E(M)- en het I-systeem en de terugkoppelingen tussen beide, die de kracht uitmaken van dit model. Bijvoorbeeld: men kan zijn maximaal lichaamsgewicht op een willekeurige norm stellen en dagelijks via de informatie aangereikt door de weegschaal bijsturen. Het I-systeem verschaft het E(M)-systeem een zekere 'visie'. Andere voorbeelden zouden nog de volgende kunnen zijn. Het intrapersoneel informatiesysteem noteert wanneer een norm wordt overschreden inzake consumptie van gezondheid beschadigende produkten, of roken, bijvoorbeeld, zodat tijdig kan worden teruggekoppeld en het lichaam weer voor een tijdje van de dood wordt gespaard. Snuffelpalen signaleren een teveel aan schadelijke afvalstoffen van een fabriek, waardoor de produktie van produkten en van schadelijke stoffen kan vermindert worden zodanig dat de omgeving niet gepolueerd wordt. Wanneer ozonconcentraties boven een bepaalde afgesproken grens stijgen, wordt het autotrafiek in de steden stilgelegd of ozon producerende spuitbussen verboden zodanig dat de hittedood weer een tijd wordt uitgesteld. De massamedia signaleren de burgers omkoopschandalen zodat ze via hun stemgedrag kunnen tegenkoppelen en zo het land van de chaos redden. Of net niet! We hebben in al deze voorbeelden inderdaad te maken met toestanden waarin een evenwicht wordt verondersteld. Model is hier het

homeostatische systeem van de thermostaat. Bij voldoende aanvoer van brandstof kan energie geproduceerd worden in zodanige mate dat een vooraf vastgestelde norm van warmte wordt aangehouden ad finitum. Het informatiesysteem wordt altijd perfect geïnformeerd over de temperatuur en kan via nooit aflatende tegenkoppelingen bijsturen. De chaostheorie heeft er nu echter op gewezen dat niet-evenwichtstoestanden net zo relevant zijn. Een achteruitgaande gezondheidstoestand wordt, zoals de ervaring leert, niet altijd tegengekoppeld, of te laat teruggekoppeld. Net zo voor pollutie en ozonconcentraties. En kiezers keuren via hun stemgedrag lang niet altijd politici af die in een schandaalsfeer betrokken waren.

Het bovenstaande model is perfect in staat om de menselijke ingreep tegen de onvermijdelijke entropietoename, om de creatie van orde tegen de oprukkende chaos te verklaren voor evenwichtssituaties. Om echter ook de inzichten uit de chaostheorie voor niet-evenwichtssituaties in het model te brengen wordt het door Vermeersch (1967:197) voorgestelde model omgevormd tot een 'vlinder-communicatiemodel'. We noemen het vlinder-model, niet alleen omdat het, mits enige verbeelding, een zekere gelijkenis vertoont met een vlinder, maar vooral om er de vlindertheorie over 'kleine oorzaken met grote gevolgen' mee te illustreren voor het domein van de communicatie.

Figuur 2: Het vlinder-communicatiemodel



In dit model wordt geïllustreerd dat voor  $E(M)$  nu geldt dat ofwel de terugkoppeling erin slaagt perfect de norm te houden - zoals in het klassieke model - , ofwel - en dit is nieuw - dat een kleine afwijking in de terugkoppeling, omwille van een miniem tijdsuitstel of kleine of grote

obstakels (de circelvormige vlekken), een min of meer grote afwijking tot gevolg kan hebben, waardoor achter de toekomstige evolutie van het systeem een vraagteken (?) wordt geplaatst. Bij een volgende terugkoppeling kan deze afwijking hersteld worden, tot een verandering van de norm leiden (waardoor het systeem zich verder kan handhaven), maar, eventueel via een 'botsing' met een obstakel, ook tot een nog grotere, niet lineaire afwijking leiden, die tenslotte kan resulteren in een fatale meekoppeling. Hetzelfde geldt voor I afzonderlijk.

Tot nog toe is dus verondersteld dat binnen het E(M)-systeem of het I-systeem zelf de norm niet meer wordt bijgestuurd zoals het hoort, omwille van een (klein) tijdsuitstel in de terugkoppeling, of een of andere ruisbron op het kanaal of een of ander obstakel (zo'n obstakel zou in het geval van het roken ook 'geestelijk' van aard kunnen zijn, in de vorm van allerhande vooroordelen, bijvoorbeeld). Maar meest voor de hand liggend is dat hetgeen zich binnen elk van deze systemen op de bifurcatiepunten heeft afgespeeld, het gevolg is van een mankement in de terugkoppeling van E(M) naar I en omgekeerd. Wanneer I niet voldoende meer ingelicht wordt over de toestand van E(M), verkeerd of te laat wordt ingelicht, is de mogelijkheid van een fatale meekoppeling in zicht. Dat hoeft niet noodzakelijk zo te evolueren natuurlijk. Het is best mogelijk dat het systeem uit de op til zijnde chaos opnieuw orde creëert en zichzelf opnieuw voor een tijdje in stand kan houden. Maar steeds opnieuw ligt het toeval op de loer, dienen keuzen te worden gemaakt op de bifurcatiepunten en bestaat de mogelijkheid dat het in een niet lineaire beweging in de richting van de wanorde wordt geduwd.

De fatale meekoppeling, waarvan sprake, zou als volgt kunnen verlopen. In fase één is het systeem in stabiel evenwicht. In fase twee wordt het informatiesysteem (infinitesimaal klein) te laat ingelicht via C over de output van het energetisch-materieel systeem, wat resulteert in een (lichtjes) verschillend aanknopingspunt van terugkoppeling D. Dit heeft dan weer een gevolg op de input van E(M), die niet 'juist' wordt teruggekoppeld en die maakt dat op een tweesprong een andere weg gekozen wordt. Dat resulteert in een lichtelijk verschillend aanknopingspunt van de terugkoppeling binnen E(M), en er ontstaat daar een nieuw terugkoppelingscircuit. In fase drie botst de terugkoppeling tegen een obstakel aan - men herinnere zich de situatie van de biljarttafel - en de afwijking van de oorspronkelijke beginsituatie wordt zo groot dat het systeem in mekaar stort (het terugkoppelcircuit is losgehaakt van E(M) en het heeft er geen enkele vat meer op). Het systeem is, met andere woorden, sterk afhankelijk van de begintoestand: een kleine wijziging op tijdstip nul kan, na zekere tijd, een vlindereffect veroorzaken.

## TER AFSLUITING, EEN PROEVE VAN TOEPASSING: CHAOSTHEORIE EN DE POSITIE VAN DE OPENBARE OMROEP

In de inleiding is het al gezegd: de chaostheorie lijkt tot interessante nieuwe vraagstellingen te kunnen leiden op velerlei gebieden die traditioneel door de communicatiewetenschap worden bestreken. Ter afsluiting nog een proeve van toepassing van het chaosdenken op, bijvoorbeeld, de situatie van de openbare televisie-omroep in Vlaanderen sinds de opkomst van de commerciële zenders. Tot de komst van de commerciële zenders heeft de openbare omroep in een zekere vorm van zelfgenoegzaamheid programma's gemaakt. In elk geval diende ze geen rekening te houden met kijkcijfers. Die kunnen beschouwd worden als een norm waarover het I-systeem beschikt om het E(M)-systeem terug te koppelen. De openbare omroep is natuurlijk zelf een I-systeem, maar kan ook gelijkgesteld worden met een E(M)-systeem voor wat betreft de input van mensen, geldmiddelen, ... en de output in de vorm van programma's. Tot op het ogenblik van de opkomst van de commerciële zenders kon de openbare omroep zichzelf tegenkoppelen, en diende ze dus geen rekening te houden met de informatie gegeven door de lijst van dichtst bekeken programma's. De openbare omroep functioneerde bijna als een gesloten deterministisch systeem, bijna als een newtoniaanse machine waarvan de tandwielen perfect in elkaar pasten. Ze diende in elk geval geen rekening te houden met de omgeving. De openbare omroep leefde, met andere woorden, in een evenwichtssituatie, waar zij zelf kon beoordelen hoe de opdracht, namelijk informatie, educatie en ontspanning brengen - toen de enige vage norm - moest worden tegengekoppeld. Met de komst van de commerciële zenders werd de openbare omroep plots een systeem dat afhankelijk is van de beginsituatie, een systeem ook waarin niet-evenwicht een rol zou gaan spelen. In de plaats van dat uit de chaos een nieuwe vorm van orde te voorschijn zou komen, zou al vlug blijken hoe kleine veranderingen uiteindelijk geleid hebben tot fatale meekoppelingen. In een poging om zich op de norm van de kijkcijfers in te stellen (een zeer concrete norm in de plaats van de vage van haar opdrachtverklaring), begon de openbare omroep aan terugkoppelingen. Geplaatst voor tweesprongen als 'maken we van het tweede net een getto-cultuurzender, een gespecialiseerde zender of een tweede eerste net?' of 'moeten we investeren in drama van eigen bodem?' of 'wanneer moet wat worden geprogrammeerd?' werden keuzen gemaakt. Het is van belang te onderstrepen dat het daarbij om individuele beslissingen ging van de directie. Men mag veronderstellen dat communicatie, het



middel bij uitstek om te ontsnappen aan de zich opstapelende chaos, onvoldoende aanwezig was. Dit wordt trouwens bevestigd door niet aflatende kritiek op de leiding door het voetvolk. Het was al vlug duidelijk dat de chaos rond deze momenten van tweesprong tot onvoorspelbare gevolgen zou leiden. In de plaats van dat de terugkoppelingen opnieuw orde zouden creëren in een nieuwe dissipatieve structuur, sleurden ze het systeem voorlopig alleen maar verder in de richting van de chaos. Alom werd de vraag gehoord hoe de openbare omroep nog kon worden gered. Binnen de openbare omroep zorgden allerhande obstakels (ambtenarenstatuut, vakbonden, administratieve logheid, vastgeroeste vriendendiensten ...) nog voor extra obstakels die maakten dat na het tijdstip nul, dit is: de komst van de commerciële zender, de chaos alsmaar groter werd. De onmogelijkheid van het E(M)-systeem om terug te koppelen naar het I-systeem - de onmogelijkheid om zich naar de norm te richten - maakte dat terugkoppelingen binnen het E(M)-systeem te laat kwamen, hun aangrijpingspunt misten en uiteindelijk resulteerden in steeds minder terugkoppelende bewegingen, zodanig dat het systeem finaal tenonder dreigde te gaan in een fatale meekoppeling. Zelfs de input van het systeem, talent, werd in steeds mindere mate een vanzelfsprekendheid: terwijl de openbare omroep er maar niet in slaagde om de entropie tegen te gaan - door in de omgeving naar nieuw talent te gaan zoeken - moest ze zien hoe de input zelf aan mensenpotentieel, ideeën ... uitdroogde. De openbare omroep slaagde er maar niet in de vroegere evenwichtssituatie van berusting en dodende rust te doen omslaan in een levendige, creatieve doelstelling in de nieuwe niet-evenwichtssituatie. De proeve van toepassing illustreert hopelijk de mogelijkheden van het chaos-denken in de communicatiewetenschap. Zij dient wellicht niet zozeer opgevat te worden als een illustratie van hoe een kleine oorzaak grote onvoorziene gevolgen kan hebben. De komst van de commerciële zender kan wellicht moeilijk als een kleine oorzaak omschreven worden. Toch dient daar onmiddellijk aan toegevoegd dat de komst van de commerciële zender aanvankelijk door de openbare omroep zelf is geminimaliseerd en als een niemendalletje opgevat werd. De proeve van toepassing kan zeker opgevat worden als een voorbeeld van het mislukken van het creëren van orde uit chaos, met andere woorden, als een voorbeeld van het falen van het tot stand brengen van een dissipatieve (openbare omroep)structuur.

## LITERATUURLIJST

- Bodifée, G. (1986) *Het Vreemde van de Aarde*. Kapellen: DNB.
- Bodifée, G. (1988) *Ruimte voor Vrijheid*. Kapellen: DNB.
- Prigogine, I. & Stengers, I. (1987) *Orde uit Chaos. De Nieuwe Dialoog tussen de Mens en de Natuur*. Amsterdam: Bert Bakker.
- Rifkin, T. (1981) *Entropy. A New World View*. New York: Bantam.
- Ruelle, D. (1993) *De Wetten van Toeval en Chaos*. Bloemendaal: Aramith.
- Tritton, D. (1986) 'Chaos in the swing of a pendulum', *New Scientist*, 24 juli.
- Van Bendegem, J.P. (1995) 'Kleine Oorzaken hebben Grote Gevolgen', *De Morgen*, 27 mei.
- Vermersch, E (1967) *Epistemologische Inleiding tot een Wetenschap van de Mens*. Rijksuniversiteit Gent.
- Wiener, N. (1961), *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Cambridge.

De bijdragen in dit nummer zijn van:

Katrien Denef, licentiaat Communicatiewetenschap, Katholieke Universiteit Leuven

Gust De Meyer, hoofddocent, Departement Communicatiewetenschap, Katholieke Universiteit Leuven

Janneke Dubbelboer, licentiaat Algemene Letteren, Latijns-Amerika Studies, Universiteit Utrecht

Vivian Paulissen, licentiaat Algemene Letteren, Latijns-Amerika Studies, Universiteit Utrecht

Luc Van Poecke, hoogleraar, Departement Communicatiewetenschap, Katholieke Universiteit Leuven