

1.1. Positieve en negatieve feedback

Het denken over feedback-loops is begonnen in de jaren veertig van de vorige eeuw in de Verenigde Staten in de cybernetica, een denkstroming die aanvankelijk door de makers ervan werd opgevat als een geheel nieuwe wetenschap.¹ 'Cybernetica' is een alweer ouderwets klinkend woord – als iets wat ooit hip was, en lang alweer is vergaan. Maar de notie van feedback-loops heeft zich wel definitief in het wetenschappelijke denken genesteld. De meest bekende naam voor de wetenschap die zich hiermee bezighoudt is vermoedelijk 'systeemtheorie'.

Een feedback-loop is een systeem waarin de output weer terug het systeem in gevoerd wordt. Basaal is het onderscheid tussen negatieve en positieve feedback. Bij de eerste zorgt het signaal dat opnieuw het systeem ingaat voor een afzwakking ervan, bij de tweede zorgt het juist voor een versterking. Wat ter illustratie van het principe vaak als voorbeeld wordt gegeven is de thermostaat zoals die in veel huiskamers aan de muur hangt. Het is een heel eenvoudig apparaat dat ervoor zorgt dat bij een instelbare temperatuur een schakelaar omgezet wordt. Is de temperatuur in de ruimte waar de thermostaat zich bevindt hoger, dan zal de schakelaar in de uit-stand staan en is het verwarmingsproces stopgezet. Daardoor zal de temperatuur gaan dalen, totdat bij het bereiken van de kritische benedenwaarde de schakelaar weer in de aan-stand springt, en de verwarming aanslaat. Activatie als het kouder wordt en de-activatie als het warmer wordt. Bij negatieve feedback schommelt het proces naar een gemiddelde toe, en bij een thermostaat is dat de ingestelde temperatuur.

Wat zou er gebeuren als de thermostaat met de draadjes verkeerd om in onze huiskamer zou zijn geïnstalleerd? Dan zouden we een positieve feedback-loop krijgen. In de winter zou het koud in huis blijven, totdat, op een mooie lentedag, de verwarming plotseling aan zou slaan. Deze zou doorgaan met verhitten totdat het zweet ons uitbreekt – zweet, ook weer onderdeel van een feedback-loop! Het verhaal lijkt op dat van de versterker en de microfoon – het universum zou niet vergaan, de aarde zal om haar as blijven wentelen, en ons kleine huis zal zelfs niet in brand vliegen. Het enige wat er zou gebeuren is dat er zoveel warmte aan het huis zou worden gegeven als het vermogen van de ketel in staat is te leveren.

Negatieve feedback streeft naar instandhouding van een systeem, terwijl positieve feedback streeft naar oplossing of desintegratie van een systeem. Het zal duidelijk zijn dat in veel gevallen positieve feedback *gevaarlijker* is dan negatieve feedback, explosiever. En ja, een explosief zelf werkt ook volgens de logica van een positieve feedback loop. Een explosief is een systeem dat als doel heeft als zodanig te verdwijnen, 'zichzelf op te blazen'. En dan maakt het niet uit of we het hebben over een vuurpijl of over een atoombom. Het proces is niet oneindig maar wordt, net als bij de microfoon, of net als de verkeerd gemonteerde thermostaat, gelimiteerd door de energie die het systeem bevat. Bij nucleaire wapens is de aanvangsenergie immens groot, maar in systeemtheoretisch opzicht gebeuren er in een nucleaire explosie geen wezenlijk andere dingen dan bij de explosie van een vuurpijl. Een bom zal tijdens een

explosie nooit méér energie afgeven dan er chemisch of nucleair in rusttoestand in opgeslagen ligt. Maar soms gebeurt het dat explosieven *elkaar* aansteken, iets wat in principe niet voorzien is, en waarin een tweede, grotere positieve feedbackloop ontstaat die het systeem van één enkele bom of vuurwerkpijl verreweg te buiten gaat. Dan ontwikkelen zich ware rampen zoals bij de ontploffing van het kruitschip in Leiden op 25 januari 1807, of bij de vuurwerkramp in Enschede op 13 mei 2000.

De vraag of positieve of negatieve feedback wenselijk dan wel onwenselijk is hangt af van de vraag of de instandhouding dan wel de desintegratie van een systeem gewenst is. Een heel fraai voorbeeld van hoe we 'positieve feedback' *nodig* kunnen hebben treffen we in de rol die het hormoon oxytocine speelt bij de geboorte van een kind. Dit hormoon brengt de weeën op gang, waardoor de vrucht tegen de baarmoederhals gaat drukken. Deze druk stimuleert zelf weer de afgifte van het hormoon. Deze 'positieve feedback-loop' zal de geboorte versnellen en ervoor zorgen dat het 'systeem kind in vrouw' zo snel mogelijk opgeheven of vernietigd zal worden. Woorden als 'systeem' en 'vernietiging' doen, om een geboorte van een kind te beschrijven, misschien nogal vreemd en drastisch aan, maar het gaat uiteindelijk alleen maar om het verdwijnen of overgaan van een samenhangende constellatie naar een nieuwe, andere constellatie, onder het besef dat snelheid geboden is. Het 'systeem' dat zal moeten wijken bij een geboorte is dat van een zwangere vrouw, dit ten gunste van een nieuw 'systeem' van twee afzonderlijke menselijke wezens, moeder en kind. In dit voorbeeld is het woord 'transformatie' op zijn plaats. De zwangere vrouw is 'vernietigd', en weer teruggebracht tot een – hoe noem je dat? – onzwangere vrouw – terwijl een meter verderop een pasgeboren baby ligt te huilen. Na de geboorte is de baarmoeder weer leeg, en – niet onbelangrijk – is de druk op de baarmoederhals verdwenen en komt de secretie van oxytocine tot stilstand en verdwijnen de weeën.

De termen 'positieve en negatieve feedback' uit de systeemtheorie stroken niet altijd met de gevoelswaarde van deze woorden, zoals we die kennen in het alledaagse leven. Iedereen ontvangt graag 'positieve feedback', iedereen ontvangt liever complimenten dan kritiek, maar toch geldt ook daar dat negatieve feedback veelal beschermt en dat positieve feedback, als deze zich in een *loop* blijft herhalen, psychisch waarlijk desastreus kan worden. Bij het ontwikkelen van een talent heb je aan een leermeester die alleen maar complimenten geeft, helemaal niets. Wie weleens ooit een *masterclass* heeft bijgewoond, gegeven door bijvoorbeeld een beroemd pianist, kan versteld staan over hoe scherp en meedogenloos de leerling aan de feedback van de meester wordt onderworpen. Deze schrik zegt alleen maar dat je als argeloze toeschouwer gewend bent aan een rustiger, gewatteerder leven, waar op zichzelf verder niets mis mee is. Maar in een *masterclass* kan het stimulerende deel, het geven van aanmoediging volgens de gedachte – als je geen talent had zou je hier echt niet zitten – gevoeglijk achterwege gelaten worden en kan de leermeester op het scherpst van de snede op het spel van de leerling responderen. Een minieme foute toetsaanslag met de linkerhand kan worden voorgesteld als een fatale uitschuiver die een hele sonate van Beethoven verruïneert. Daar leer je van. Wat een teveel aan positieve feedback met mensen, leerlingen of kinderen kan doen laat ik graag over aan de verbeelding van de lezer.

Naast de positieve feedback-loop, moeten we nog aandacht besteden aan een verwant maar toch wezenlijk andere systeemtheoretische constellatie: de *ontregelde negatieve feedback-loop*. Opnieuw nemen we een voorbeeld uit de fysiologie: diabetes – ja, het menselijke lichaam zit werkelijk vol met feedback loops. Het is een bekend en niet moeilijk te begrijpen voorbeeld waarvan mooie animaties op

Youtube te vinden zijn. In diabetes is de productie van het hormoon insuline te laag geworden, of helemaal tot stilstand gekomen. Het resultaat is een ontregeling van de huishouding van het glucosegehalte in het bloed, de 'bloedsuiker'. Bij diabetespatiënten moet insuline, wat het bloedsuikergehalte naar beneden brengt, kunstmatig worden toegevoegd.

Diabetici kennen allemaal de ervaring van een ontregeld zijn – een 'te hoog' of een 'te laag' zitten, of respectievelijk een hyperglykemie en een hypoglykemie – en de lichamelijke (en ook geestelijke) effecten die daar gepaard mee kunnen gaan.² Diabeten beheren met apparaatjes en meetinstrumenten het eigen bloedglucosegehalte, voeren in een regiem de dingen uit waar bij 'normale' mensen het lichaam zelf voor zorgt. De meetinstrumenten leveren data op over wat de patiënt in een bepaalde situatie moet doen – suiker innemen bij hypoglykemie, juist afzien van glucose-inname en extra insuline toedienen bij hyperglykemie.

Zowel in het geval van een 'hyper' als een 'hypo' komen de cellen in het lichaam brandstof tekort. Het lichaam vertaalt dit in een zucht naar zoetheid. Het signaal wordt uitgezonden wanneer er een glucosetekort in het bloed bestaat, een situatie waarin het raadzaam is aan die zucht toe te geven. Maar ook bij een te hoge bloedsuiker blijven de cellen nog steeds vanwege een tekort aan insuline verstoken van glucose, en zendt het lichaam hetzelfde signaal uit, waardoor er opnieuw een zucht naar suiker kan ontstaan. In deze situatie echter moet de diabeticus deze zucht juist weerstaan. Een van de effecten van het stoppen van de afgifte van insuline is dat het lichaam 'verkeerde' signalen gaat afgeven en, net zoals bij een 'echte' positieve feedbackloop, handelingen gaat stimuleren die de situatie verergeren.

Positieve feedback-loops en ontregelde negatieve feedback-loops, dat is *serious business*. Om hier alvast een paar suggesties te doen, geef ik twee citaten uit boeken over systeemtheorie waarin iets gezegd wordt over positieve feedbackloops. Het eerste komt uit het boek *Mutual Causality in Buddhism and General Systems Theory* van Joanna Macy. Het voorbeeld dat zij geeft gaat over culturele ontwikkelingen, maar gaat moeiteloos over op echtelijke twisten en wapenwedlopen:

De werking van positieve feedback is ook waarneembaar in de verschuivingen in en het ontstaan van culturele paradigma's. Aangezien denkers, of ze nu wetenschappers zijn of theologen, ideeën tegen elkaar uitspelen, krijgt het nieuwgewonnen inzicht stuwkracht [*momentum*], gaat het zich versnellen. Iedere denker versterkt de intuïties of afwijkingen van de anderen en vaak is het onmogelijk de oorspronkelijke bedenker van een idee aan te wijzen. Zoals in het geval van een wapenwedloop of van echtelijke twisten, is het nutteloos te proberen te bepalen wie er mee begonnen is, omdat in een wederkerige causaliteit iedere partij bijdraagt aan de spiraal. Soms kan de eerste zet historisch bepaald worden, maar het kan dan niet beschouwd worden als een definitieve oorzaak, die voor alles verantwoordelijk is. Zoals de veldslag die verloren werd 'vanwege het ontbreken van een nagel' in een hoefijzer van een paard, staan de gevolgen totaal niet in verhouding tot de gebeurtenis waarmee het begon. De werkelijke oorzaak ligt in de dynamiek die speelt.³

Het andere citaat komt uit het handboek van John H. Miller en Scott E. Page *Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life*. In dit boek wordt een onderscheid gemaakt tussen drie werelden, dat wil zeggen tussen een wereld zonder loopbacks, een wereld met alleen negatieve loopbacks en een wereld waarin ook positieve loopback systemen een rol mogen spelen:

De wereld zou veel gemakkelijker te begrijpen zijn als we onze aandacht zouden kunnen beperken tot deze twee eerste scenario's, dat wil zeggen, als de *agents* ofwel directe interactie met elkaar zouden vermijden, ofwel op een dergelijke manier met elkaar zouden interageren dat een sterke negatieve feedback zou resulteren in een stabiel evenwicht. Helaas focust de grote meerderheid van de sociale wetenschap zich precies op deze twee mogelijke uitkomsten. Niettemin zijn er vele standaardvoorbeelden van 'grote gebeurtenissen' die opkomen in sociale systemen, zoals beurscrashes in de aandelenmarkt, rellen, uitbraken van oorlog en vrede, politieke bewegingen en verkeersopstoppen. Deze gebeurtenissen worden aangedreven door positieve feedback [...].⁴

In de echt grote dingen, in de dingen waar we echt bang voor zijn, zijn dergelijk feedbackloops dus vaak operatief. Denk aan gevaarlijke ziekten – kanker bijvoorbeeld –, ontregelingen als een psychose, maar ook sociale onrust, vormen van geweldsescalatie, tot en met een nucleaire oorlog van werkelijk apocalyptische afmetingen. Hofstadter vraagt zich af, vanwaar die angst voor die terugkoppelings-systemen? Maar wat we eigenlijk zouden moeten verklaren – en dat zullen we in het volgende hoofdstuk over de mimetische theorie van René Girard ook niet nalaten te proberen – is hoe het mogelijk kan zijn dat mensen *niet* bang kunnen zijn van deze *loops*.

1.2. Woorden en metaforen

[...] De woorden ‘oorzaak’ en ‘gevolg’ horen sterk bij een mechanistische logica, met als een van de bekendste beelden die van de biljartbal. Met een keu wordt een stoot tegen een witte bal gegeven, een stoot die ervoor zorgt dat de bal gaat rollen. Eén gebeurtenis, met één oorzaak en één gevolg. Soms wordt er over alternatieve vormen van logica gepraat, iets wat dan ook regelmatig geassocieerd wordt met zweverigheid, maar tussen de biljartballenlogica en de feedback-logica bestaat geen fundamenteel conflict. Wat in de eerste als een hele reeks verschijnselen wordt gezien, verschijnt in de tweede als één enkel circulair fenomeen.

Die andere logica van de feedbackloop kan heel goed beschreven worden. Laten we beginnen te zeggen dat zo’n feedback-loop niet zozeer veroorzaakt, maar *getriggerd* wordt. Het woord ‘*trigger*’ is niet zo gemakkelijk te vertalen, maar het is steeds iets dat een proces op gang brengt. Een *trigger* draagt niet de volle verantwoordelijkheid van de oorzakelijkheid, maar zet iets in gang dat zichzelf weer kan voortzetten en versterken, tot aan effecten die volledig disproportioneel zijn met de *trigger* zelf. Iets van een *trigger* is aanwezig als mensen het onderscheid maken tussen ‘aanleiding’ en ‘oorzaak’. Een ander, heel mooi Nederlands woord is ‘haard’, zoals bij de haard van een brand of van een epidemie. In wat volgt zal ik het Engelse woord ‘*trigger*’ blijven gebruiken. Als ik dit woord inzet betekent dit dat ik in termen van feedback-loops aan het denken ben.

Een ander, opnieuw moeilijk te vertalen woord is ‘*containment*’. *Containment* is het verschijnsel dat een positieve feedbackloop aftopt. Ondanks het bestaan van talloze positieve feedbackloops is de wereld nog steeds niet vergaan, omdat deze eindeloos lijkende spiralen toch zelf weer hun eindigheid blijken te hebben. Een voorbeeld van bewust gestructureerde vormen van *containment* zijn de brandgangen in een bos. Deze zorgen ervoor dat slechts een gedeelte en niet het hele bos zal afbranden. Het zal duidelijk zijn dat je een epidemie of een bosbrand niet bestrijdt door haar haard op te sporen. In het geval van een epidemie vindt *containment* plaats in de vorm van *quarantaine* of wat sinds de coronapandemie, die op het moment dat ik dit schrijf nog volop woedt, ook *social distancing* heet. *Containment* heeft te maken met het doen van pogingen het verdere voortwoekeren van de loopback zoveel mogelijk te bestrijden, dan wel haar terug te brengen tot aanvaardbare grootte. Ook dit woord zal ik steeds in het Engels gebruiken.⁵

En ook de derde term die ik wil gebruiken en die ik in het citaat van Joanna Macy nog als ‘stuwkracht’ heb vertaald, zal ik steeds in haar Engelse variant gebruiken. Ik heb het over het woord ‘*momentum*’. *Momentum* is datgene wat het vliegwiel van een feedback-loop in beweging kan zetten en verder kan aanzwengelen. Bij een bosbrand wordt het *momentum* voor een groot deel bepaald door de droogte van het bos. Bij een epidemie onder andere door de besmettelijkheid van de ziektedrager, of de agressiviteit van het virus.

Trigger, *momentum* en *containment* dus. Met deze drie Engelse woorden geven we steeds aan dat we eigenlijk in termen van positieve feedback-loops aan het denken zijn. Je kunt je afvragen wat de oorzaak is van deze of gene bosbrand – maar een bosbrand wordt niet zozeer veroorzaakt, maar kan *getriggerd* worden door één enkele uit een autoraampje gegooide sigarettenpeuk, die als het *momentum* groot is, in een periode van grote droogte dus, een heel bos in brand kan zetten dat, als er geen brandgangen aangelegd zouden zijn die voor een *containment* zorgen, zich tot een heel natuurgebied zou kunnen

verspreiden.⁶ Daartegenover, als het *momentum* heel laag is – als het een aantal dagen geregend heeft – dan kan zelfs een blikseminslag beperkt blijven tot een brand in één boom.

Feedback-fenomenen plooiën zich veel beter naar de drie hier genoemde woorden dan naar die waarmee biljartballenlogica zich omgeven weet. Sowieso geldt dat, wanneer je deze woorden in een Engelstalige tekst tegenkomt, er – ook al houdt de auteur zich er niet expliciet mee bezig (en de mogelijkheid bestaat zelfs dat de auteur er zich in het geheel niet bewust van is) – sprake kan zijn van fenomenen met een onderliggend feedback systeem. Deze woorden, en ook een hele reeks metaforen, waarvan de brand en de epidemie waarschijnlijk de twee belangrijkste zijn, kunnen als indicatoren fungeren voor welke logica ten grondslag ligt aan de verschijnselen waarover geschreven wordt. Ik noem nog wat andere termen: een lopend vuurtje, een kettingreactie, een sneeuwbaaleffect, een lawine, een spiraal, een hype, *going viral*, escalatie, infectie, besmetten, aansteken.

Bij een woord als ‘epidemie’ en de woorden die daarmee samenhangen is het vaak niet duidelijk wanneer deze in letterlijke zin en wanneer deze in overdrachtelijke zin worden gebruikt. In onze tijd – en hierbij loop ik al vooruit op een inzicht uit de mimetische theorie van René Girard – beschikken wij over een uitgebreide medische kennis, waardoor we weten dat diabetes niet, en griep wel besmettelijk is. Als we van een griepepidemie spreken, dan menen we het woord ‘letterlijk’ te gebruiken, terwijl als we het toepassen op mensen die een in bepaalde kledij gaan lopen, zoals met gele hesjes, of met oranje hoofdtooi, er sprake zou zijn van ‘metaforisch’ gebruik.⁷ Maar in ‘primitievere’ gemeenschappen, waar een dergelijke medische kennis ontbreekt, kan het in die gemeenschap bestaande woord voor ‘epidemie’ gebruikt worden voor allerlei verschillende verschijnselen waarin het is alsof mensen elkaar ergens mee aansteken – wat daar alleen maar telt is dát het gebeurt: de vraag of het een medisch of niet-medisch verschijnsel is doet dan niet ter zake.

¹ Een fascinerende geschiedenis van de cybernetica vinden we in *On the Origins of Cognitive Science* van Jean-Pierre Dupuy, 2009 [1994].

² Insuline is ook te vinden op de lange lijst van stoffen die gebruikte worden voor geestelijke avonturen. Ook is met insuline geëxperimenteerd om psychoses te bestrijden, de zogenaamde ‘insuline shocktherapie’. Een hoge dosis insuline verstoort de verbranding van glucose in de hersenen.

³ Macy, 1991, 99.

⁴ Miller & Page, 2007, 51-52.

⁵ Het woord ‘*containment*’ komt ook voor in het denken van de psychoanalyticus Wilfred Bion. Het heeft daar in eerste instantie te maken met het voor kinderen hanteerbaar maken van emoties, door de wijze waarop ze door ouders worden aangereikt. In mijn gebruik van deze term wordt verder niet naar het werk van Bion verwezen en gaat het steeds om psychoses en *feedback-loops*.

⁶ Tijdens het schrijven van deze tekst is bekend geworden dat de grootste bosbrand ooit in Californië is ‘veroorzaakt’ door een vonk bij een slag van een hamer op een stuk metaal, zie NOS-website, 7 juni 2019.

⁷ Hier zou ik een verwijzing willen inlassen naar *Black Lives Matters*.