

Bijlage 1 – Structuur, proces, systeem

Bewerking van het eerste hoofdstuk uit mijn boek 'Bestaan begrijpen'.

Kort gezegd gaat de systeemtheorie er van uit dat de mens pas werkelijk begrepen kan worden in de context van zijn relaties. (Systeemtheorie.nl)

De systeemtheorie is een *denkkader* waarmee je, wat er om je heen en met jezelf gebeurt, kunt begrijpen. Dit denkkader wordt gebruikt om informatie over de werkelijkheid te verwerken en om ermee te communiceren met anderen.

- De systeemtheorie gaat over *informatieverwerking*.

De informatie wordt gegoten in taal, in de vorm van woorden en beelden (plaatjes, tekeningen, voorstellingen, begrippen, symbolen). Sommige termen worden in veel betekenissen gebruikt. Het begrip 'systeem' is zo'n term. Daar zijn dikke boeken over geschreven. Ik beperk me tot een paar opmerkingen, zodat je grofweg weet wat ik bedoel als ik het woord gebruik.

1. Een *systeem* is alles wat benoembaar is en bestaat uit een in principe vaste samenstelling van bepaalde *elementen* die samen, op een in principe benoembare manier, invloed op elkaar hebben en het gedrag van het *geheel* (het systeem) bepalen.
2. Een systeem heeft twee kanten: *structuur* en *proces*.
3. Elk systeem heeft een *systeemgrens*.

Het verschil tussen een structuur en een proces is van fundamenteel belang. Als we ons structuren voorstellen als tekeningen, dan kun je processen voorstellen als muziek.

1. Een *structuur* staat stil en kent geen tijd, een *proces* kan niet zonder de tijd.

2. Een proces heeft een begin en een eind (een doel), met daartussen een tijdsverloop.
3. Een systeem is het statische *beeld* van een *verzameling* bij elkaar horende onderdelen (*elementen*). De onderdelen interacteren direct of indirect met elkaar of vormen samen in elk geval een eenheid.
 - Door de *interactie* van de onderdelen ontstaat *collectief gedrag*, een collectieve functie binnen een groter geheel. De collectieve functie vormt dan het kenmerk van het systeem.
 - Een onderdeel is zelf een systeem, zodat een *hiërarchie-van-systemen* ontstaat (de systemen passen in elkaar), ze zijn van verschillende *steemsniveaus*. Op elk niveau kunnen extra regels gelden die de speciale functie van het-systeem-op-dat-niveau bepalen.
 - Het laagste niveau in de systeemhiërarchie is van fysieke aard.

Eenvoudiger gezegd: alles wat je een *naam* kunt geven en naar 'iets fysieks' te herleiden is, is een 'systeem'. Verzinsels die geen fysiek fundament hebben of hebben gehad, zijn in mijn opvatting geen systeem.

Bestaan en *werkelijkheid* zijn te beschouwen als synoniemen. De beelden (denkaders) van systemen zijn abstracties (*modellen*) van de werkelijkheid.

'*Elementen*' (van een systeem) zijn bijvoorbeeld: de onderdelen van een auto, afdelingen van een bedrijf, mensen, organisaties, en wat je maar wilt.

Een kenmerk van een systeem is dat het een 'binnen' en een 'buiten' heeft.

1. Het binnen heet de '*interne structuur*', '*binnenwereld*' of gewoon kortweg: 'systeem'.
2. Het buiten heet '*omgeving*' of '*buitenwereld*'.
3. Zonder een omgeving (zonder een 'buiten') kan een systeem niet bestaan. Neem je de omgeving weg, dan bestaat het systeem niet meer (systeem en omgeving vormen een eenheid).

4. Tussen de interne structuur en de omgeving loopt een grens: dit wordt de '*systeemgrens*' genoemd.
1. Bij elk systeem treedt een '*entropisch proces*' op (er treedt verval op; een systeem bestaat altijd slechts tijdelijk).
2. Door de entropie neemt de *interne ordening* af, tot een toestand van desorganisatie (*chaos*) is bereikt.

Bij *gesloten systemen* is er in theorie geen interactie tussen de interne structuur en de omgeving. Je kunt je een gesloten systeem voorstellen als een vat zonder openingen. In het vat zit bijvoorbeeld gas. Als er drukverschillen zijn in dat vat, dan is er een ordening. Dat zal niet lang duren. De drukverschillen nemen af, totdat er geen ordening meer is en de druk overal even groot is. Je kunt ook zeggen dat de hoeveelheid *informatie* afneemt. Dit proces wordt (positieve) 'entropie' genoemd.

Bij *open systemen* is er juist wél een interactie tussen het systeem en zijn omgeving. Levende systemen zijn per definitie open systemen. Feitelijk is het model van een open systeem een proces dat zich aan ons voordoet als niet-veranderend, als een structuur. Het systeem behoudt gedurende een bepaalde periode ongeveer dezelfde kenmerken. Verandering vindt geleidelijk plaats. Jij blijft wie je bent, hoewel je steeds verandert.

1. Ook open systemen kenmerken zich door 'entropie'. Dat is het proces dat gaat in de richting van dood, desorganisatie en chaos.
2. Bij levende systemen krijgt de entropie gedurende een bepaalde tijd geen kans.

Een open systeem behoudt zijn kenmerken doordat het een toestand van evenwicht weet te handhaven, waarbij de entropie door een tegenkracht geen kans krijgt. Die tegenkracht houdt in, dat voortdurend energie of informatie ('iets') wordt toegevoegd of in stand gehouden. Het proces dat dan plaatsvindt wordt '*negatieve entropie*' genoemd (of: negentropie). Daardoor is evolutie, ontwikkeling en voortbestaan mogelijk.

De interne organisatie van een systeem wordt door de tegenkracht in stand gehouden.

1. Open systemen onttrekken iets aan hun omgeving waardoor het systeem zichzelf in stand houdt.

Bij levende wezens levert onder andere voedsel een tegenkracht. Als je niet meer eet, doet op een gegeven moment de entropie zijn werk en ga je dood. Als een fabriek geen grondstoffen krijgt kan deze niet produceren en gaat failliet. Jij, en de fabriek, zijn voorbeelden van open systemen.

1. De tegenkracht van entropie manifesteert zich, onder andere bij mensen, in '*zelfhandhaving*'.
2. Zolang zelfhandhaving en entropie elkaar in evenwicht houden kan een open systeem 'bestaan'.
3. Entropie en zelfhandhaving zijn fundamentele krachten bij alle levende organismen.
4. Entropie en zelfhandhaving zijn (dialectische) tegenpolen.

De toestand van evenwicht is altijd van tijdelijke aard: elk open systeem kent zijn eigen *levenscyclus*. Aan het eind krijgt de entropie de overhand. Uiteindelijk treedt verval op.

De term 'complex systeem' wordt vaak gebruikt als een 'complex proces' bedoeld wordt.

1. Een *complex proces* is een zelforganiserend geheel en bestaat uit subsystemen die een bijdrage leveren aan een gezamenlijk doel.

Voor de term '*complex systeem*' gebruik ik ook wel het woord '*emergentie*'. De *structuur* van een *complex proces* kan, modelmatig voorgesteld, een *heterarchie* zijn of een *hiërarchie*. (Zie voor een nadere uitwerking van de term 'heterarchie': Bijlage 2.)

Ik gebruik de term 'complex proces' voor onoverzichtelijke processen

die door veel deelsystemen in stand gehouden worden. Als zo'n proces een andere keer plaatsvindt met eenzelfde begintoestand, dan zijn volgende toestanden moeilijk en vaak niet voorspelbaar.

De evolutie van de werkelijkheid kenmerkt zich door het *ontstaan* van steeds complexere gehelen die we een naam kunnen geven. Ik noem zo'n geheel een '*emergentie*' als het specifieke eigenschappen heeft die we niet af kunnen leiden van de onderdelen waaruit zo'n systeem is opgebouwd.

Een *emergentie* kan als een systeem beschouwd worden: het heeft alle kenmerken van een systeem. Dit houdt in dat een emergentie zich, als systeem, op een specifieke manier tot zijn omgeving verhoudt en dat intern speciale regels gelden, onder andere over de vraag hoe de subsystemen zich (hebben te) gedragen. Zo is een groep de emergentie van individuen. Een bos is de emergentie van bomen.

- Een emergentie wil zeggen: er is iets nieuws ontstaan. Hoe doet er niet toe, het is er gewoon, het werd op een gegeven moment herkent en van een naam voorzien.

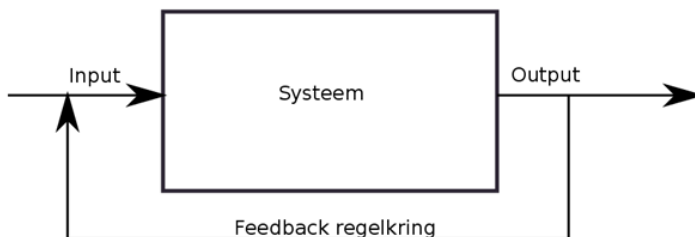
Ik gebruik de term '*meta-emergentie*' als overtreffende trap van 'emergentie': een meta-emergentie is een soort supra-emergentie, het is de emergentie van emergenties.

Er zijn in mijn opvatting in de loop van de geschiedenis vier meta-emergenties te onderscheiden, samen vormen ze mijn *evolutiemodel*:

- Van niets naar iets. De fysieke werkelijkheid was er plotseling: het *eerste evolutieniveau*. (Ik noem dit ook wel 'de eerste *dimensie*'.)
- Op een volgend moment *bestond* leven. (Tweede evolutieniveau. Tweede dimensie.)
- Mensen vormen het derde evolutieniveau. (*Historisch Bewustzijn*, in vrijheid en verstandig je eigen gedrag kunnen bepalen, verantwoordelijkheid dragen, samen kunnen werken met vreemden...)
- Mogelijk bestaat er al een vierde dimensie (of komt die er).

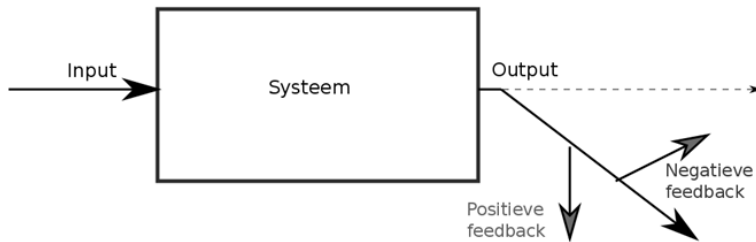
De meta-emergentie op het tweede evolutieniveau kenmerkt zich door allerlei wetmatigheden die op fysiek niveau onbekend zijn en er niet uit afgeleid kunnen worden. Op het derde niveau kunnen mensen zaken overzien die de andere dieren niet overzien, waardoor mensen verantwoordelijk zijn voor hun eigen gedrag. Er is geen enkel dier dat macht uitoefent over soortgenoten die hij niet kent. Er is geen enkel dier dat deel uitmaakt van een netwerk dat groter is dan de leden van de eigen groep.

Elke dimensie veronderstelt de lagere dimensie(s); vanaf de tweede dimensie is elke dimensie als het ware gebouwd bovenop alle lagere dimensie(s). Elke dimensie heeft de eigenschappen van de lagere en voldoet aan de 'wetmatigheden' (regels) die daar gelden. Dit geldt van hoog richting laag, maar een lagere dimensie heeft niet alle eigenschappen en volgt niet de regels die specifiek zijn voor een hogere dimensie. Het één komt uit het andere voort, en niet omgekeerd.



Bij open systemen kan de wisselwerking met de omgeving twee kanten op gaan:

- Van buiten naar binnen, en heet dan 'input'.
- Van binnen naar buiten, en heet dan 'output'.
- Tussen output en input kan een regelkring bestaan.
- Het terugkoppelen van *informatie* in een regelkring, van output naar input, heet '*feedback*'.



Bij '*negatieve feedback*' wordt via een regelkring een afwijking van de norm gemeten en doorgegeven als input. Er treedt dan een corrigerend proces op, totdat er geen afwijking meer is. Voorbeelden van negatieve feedback zijn: onze lichaamstemperatuur; het besturen van een auto; de centrifugaalregelaar van een stoommachine. Wie schulden heeft, gaat zuiniger leven of probeert meer inkomen te verwerven, waardoor de schuld weer afneemt. Negatieve feedback werkt regulerend, balancerend rond een norm, evenwicht zoekend.

- Bij '*positieve feedback*' wordt de afwijking tot de norm steeds groter.

Voorbeelden van positieve feedback: het viraal gaan van een boodschap op social media; weeën bij de geboorte; het stollen van bloed; aandelenprijzen aan het begin van een bubbel. Wie te veel schulden heeft, maakt brieven niet meer open waardoor de schulden extra oplopen (door deurwaarderskosten, boetes). Wie voor het eerst drugs gebruikt, loopt kans in een proces terecht te komen dat van kwaad tot erger gaat. Een ontmoeting tussen hooligans en politie kan escaleren.

Positieve feedback werkt versterkend, exponentieel, uit de hand lopend.

- Positieve feedback betekent dus nadrukkelijk niet: het geven van complimenten.
- 'Een compliment geven' is iets wat zich afspeelt *tussen* systemen (mensen).

- (Positieve) feedback is iets wat zich afspeelt *binnen één* en hetzelfde systeem.
- Het beeld met een feedback regelkring belicht de proceskant van een systeem en beschrijft de structuur van het model van dit proces.

Een beschrijving van een systeem geeft de toestand van het systeem-op-een-bepaald-moment weer.

- Een systeem wordt vaak voorgesteld als een statisch geheel: de beschrijving ervan is dan morgen dezelfde als vandaag; het is ook na verloop van tijd herkenbaar.
- De statische kant van een systeem is een *structuur*.

Een *proces* kan een bepaalde structuur kan hebben. Een specifieke opeenvolging van fasen of stadia die steeds hetzelfde is, kan als een structuur gezien worden. Dit is de manier waarop de klassieke wetenschap de tijd buiten spel zette. Een systeemmodel kan dus wel de structuur van een proces weergeven, maar is dan zelf niet een procesmodel. Een feedback regelkring is een voorbeeld van zo'n model van een processtructuur binnen de systeemtheorie.

Een systeem wordt een '*black box*' genoemd, als niets bekend is over de binnenkant. Het gedrag van de onderdelen waaruit het systeem is opgebouwd, is dan niet bekend of interesseert ons niet.

- Bij een black box is het gedrag van de deelsystemen waaruit het systeem is opgebouwd, onbelangrijk.

De beschrijving van de relatie tussen input en output is bij een black box voldoende om te weten. Die relatie volgt het als/dan-principe: als ik de thermostaat op 20 zet (de norm), dan wordt de temperatuur in de kamer 20 graden Celsius. Hoe dat tot stand wordt gebracht is onbelangrijk.

- Bij een black-box-model gaat het om de relatie tussen input en output en niet om de interne structuur van het systeem.

Bij het *nadenken* kunnen we de werkelijkheid opvatten als opgebouwd uit systemen. Systemen kunnen bestaan uit deelsystemen (subsystemen). Het systeem is dan van een hoger systeemniveau dan het subsysteem. Het subsysteem kan op zich weer 'een systeem' zijn, maar dit is dan een systeem op een lager *systeemniveau*.

Zo is de plaatselijke overheid van een lager systeemniveau dan de landelijke overheid. De organen in je lichaam zijn van een lager systeemniveau dan je lichaam. Een groep of een samenleving is van een hoger niveau dan een individu. Op deze manier ontstaat een hiërarchie van systemen.

- De systeemtheorie is recursief: de onderdelen (subsystemen) kunnen ook als een systeem opgevat worden.
- Een systeem binnen een systeem wordt '*substysteem*' genoemd.
- Een systeem kan een onderdeel zijn van een ander systeem. Dat grotere systeem wordt dan '*suprasysteem*' genoemd.

Het onderscheid in systeemniveaus is belangrijk. Op elk niveau gelden andere wetmatigheden, andere kenmerken, andere spelregels...

Een voorbeeld van niveauverschil: je kunt denken dat een systeem bestaat uit werknemers. 'Bedrijf' is dan van een hoger systeemniveau dan 'werknemer'.

Nog een voorbeeld: een overheid (hoger systeemniveau van 'burgers') heeft het mandaat van de burgers gekregen om over sommige zaken te beslissen.

- Een fundamentele denkfout wordt gemaakt als systeemniveaus door elkaar gehaald worden (*niveauperhaspeling*).

Een voorbeeld van niveauperhaspeling: een landelijke overheid kan zich bijvoorbeeld bezighouden met de bestrating van een binnenstad. Als dit tot de competentie van de plaatselijke overheid behoort, moet de landelijke overheid zich er niet mee bemoeien.

Het is mogelijk om alleen een deel van de relaties binnen een systeem in ogenschouw te nemen. Zo kun je van het systeem 'bedrijf' alleen de sociale relaties in beeld brengen.

- Een *aspectsysteem* neemt slechts een bepaald soort relaties (*informatie*) van een systeem in ogenschouw.

Het begrip '*netwerk*' wordt wel in verband gebracht met de term 'complex systeem' (emergentie). In feite is een netwerk een suprasysteem: een geheel dat bestaat uit meerdere systemen die met elkaar in verbinding staan. Het aantal systemen kan zo groot zijn dat het aantal inputs en outputs te groot is om te overzien: het systeem is dan 'complex'. Een systeemgrens is bij grote netwerken niet of moeilijk herkenbaar. Als een netwerk een zekere grootte overschrijdt, krijgt het de kenmerken van een emergentie en spelen zich complexe processen af.

Het systeemdenken past goed in het denken van klassieke wetenschappers. Een kenmerk van het *klassieke denken* is het niet accepteren van verandering: wat vandaag geldt, zal morgen ook gelden. Het liefst wordt in de klassieke wetenschappen de werkelijkheid uitgedrukt in formules, waarbij de vergelijking als hoogste goed geldt. Dit zijn dan varianten op de vergelijking $A = A$.

- Als ik het woord 'systeem' gebruik bedoel ik: 'open systeem'.

Hieronder nog een voorbeeld van een hiërarchie van systeemniveaus zoals die werd opgesteld door K.E. Boulding (1956):

- Niveau 1, het raamwerk.
- Niveau 2, het uurwerk.
- Niveau 3, het regelsysteem.
- Niveau 4, de cel.
- Niveau 5, het levend organisme.
- Niveau 6, het dier.
- Niveau 7, de mens.

Niveau 8, het sociaal systeem.

Niveau 9, het transcendentale systeem.