



CAS in Bedrijf

“Control is....an emergent property, not an option to be selected”

Pieter van der Ploeg, Gerard Otten, Pier Slump

Inhoudsopgave

1. Samenvatting en leeswijzer
2. Inleiding
3. Wat is een CAS
 - 3.1 Beknopte uitleg van NK Model van Kauffman
 - 3.2 Tweeledig gebruik van het NK-model
 - 3.2.1 Systeemgedrag
 - 3.2.2 Fitness landschap
 - 3.2.3 Starheid, Chaos en de rand van Chaos
 - 3.3 Terminologie
 - 3.4 Algemene kenmerken
 - 3.4.1 Homeostase
 - 3.4.2 Attractie-bekkens en extreme gevoeligheid voor kleine veranderingen
 - 3.4.3 Ruige en glooiende landschappen
 - 3.5 Betekenis voor bedrijfsorganisaties
 - 3.5.1 Waarom zou een bedrijfsorganisatie een CAS kunnen zijn
 - 3.5.2 Hoe groot kan een CAS zijn
4. Bedrijfsorganisaties als Complex Adaptief Systeem
 - 4.1 Een bedrijfsorganisatie als Booleaans netwerk
 - 4.2 Samenvatting van kenmerken
 - 4.3 CAS-kenmerken van een organisatie
 - 4.3.1 Dynamiek
 - 4.4 Positionering van types bedrijven
 - 4.5 Management en leiderschap
5. Toepassing
 - 5.1 Gratis orde
 - 5.2 Verandering van een organisatie-eenheid
 - 5.3 Projectorganisatie
 - 5.4 Centralisatie
 - 5.4.1 Hoe te voorkomen
 - 5.5 Outsourcing
6. En hoe verder

CAS in Bedrijf

Pieter van der Ploeg, Gerard Otten, Pier Slump

“Control is....an emergent property, not an option to be selected”¹

Vaak lukken zaken zoals ze bedoeld waren, soms gaat het flink mis. Je wilt met je organisatie een nieuwe weg inslaan, maar het gaat heel anders dan gedacht.

Wellicht kent u ook de situatie waarin u plotsklaps een situatie in uw organisatie tegenkomt, die zich nog nooit heeft voorgedaan. Wat nu?

Of u beseft dat de greep die u op de situatie dacht te hebben in het geheel niet effectief is. Hoe ga je met die toestand om?

Het zijn aspecten van leidinggeven die zich in deze complexe wereld goed kunnen. Chaos ligt op de loer. Deze complexe situaties vragen een nieuwe benadering. Oude managementtheorieën werken niet meer. Maar wat wel?

In onderstaand artikel presenteren de schrijvers een nieuwe wereld. Een wereld met een benadering die voortvloeit uit de theorie van de zgn. Complexe Adaptieve Systemen (CAS). Nieuwsgierig? Leest u verder!

1. Samenvatting en leeswijzer

In het voorliggende artikel wordt een organisatie- en management-model gepresenteerd dat gebaseerd is op de eigenschappen van zogenaamde Complex Adaptieve Systemen. Sinds de jaren 60 van de vorige eeuw worden dergelijke systemen bestudeerd. Onderzoekers uit verschillende vakgebieden als wiskunde, meteorologie, biologie en organisatiekunde² hebben niet alleen inzicht gekregen in de eigenschappen van Complex Adaptieve Systemen, maar hebben ook ontdekt dat ze de verklaring zijn van veel voorkomende verschijnselen zijn in de natuur en de maatschappij.

De eigenschappen van Complex Adaptieve Systemen betekenen dat vraagtekens gezet kunnen worden bij de als vanzelfsprekend aangenomen uitgangspunten van organisatie en bestuur, dat kleine acties kleine effecten hebben en grote acties grote effecten, dat er eenduidige, voorspelbare causale verbanden bestaan tussen acties (van het bestuur) en reacties (van de organisatie) en dat bestuur noodzakelijk is voor orde. Er zijn redenen om aan te nemen dat organisaties van mensen onder bepaalde omstandigheden Complex Adaptieve Systemen zijn. En er zijn aanwijzingen dat die omstandigheden zich voordoen bij bedrijven waarin machtspolitiek een belangrijke factor bij de besluitvorming is, zoals bijvoorbeeld organisaties met een de facto monopolie positie, en bij bedrijven of afdelingen van bedrijven waar intensieve uitwisseling van informatie tussen medewerkers essentieel is voor het functioneren. De Industriële revolutie heeft een "wetenschappelijke" benadering van management tot leven gewekt. Ten onrechte heeft die de veronderstelling uitgewerkt (maar niet onderzocht) dat als een taak in deeltaken ontleed kan worden en die deeltaken beheerst, dat dan deze deeltaken ook weer samengesteld kunnen worden tot één geheel waarbij de beheersing op systeemniveau intact blijft.

Het voorliggende artikel gaat over bestuur en bestuurbaarheid van bedrijfsorganisaties die zich gedragen als Complex Adaptief Systeem. Afhankelijk van de gehanteerde definitie van het begrip Complex Adaptief Systeem zou gezegd kunnen worden dat elke bedrijfsorganisatie zich gedraagt als een Complex Adaptief Systeem. In dit artikel wordt echter een definitie gehanteerd die ertoe leidt dat een bedrijfsorganisatie aan bepaalde voorwaarden moet voldoen om Complex Adaptief Systeem genoemd te worden. Zie voor de hier gebruikte definitie de paragraaf "Terminologie".

Voor een goed begrip is het relevant om op te merken dat een bedrijfsorganisatie daarbij wordt beschouwd als een geordende entiteit die bestaat, of ontstaat, om een bepaald probleem op te lossen. Het woord "ontstaat" is met opzet gebruikt in plaats van "ingericht". Een verzameling mensen, medewerkers, kan zichzelf organiseren tot een geordend geheel. De ontstane ordening hoeft niet overeen te komen met dat wat de manager heeft ontworpen of bedoeld, maar is wel de beste of de best haalbare organisatie om in de gegeven omstandigheden het zich voordoende probleem op te lossen. Ook het op te lossen probleem hoeft niet overeen te komen met het probleem dat de manager of bestuurder wilde oplossen. Zo kunnen operationele medewerkers in hun dagelijkse contact met klanten en collegae een ander probleem constateren dan de manager dacht te moeten oplossen bij het ontwerpen van de organisatie en de werkprocedures.

Na de inleiding in hoofdstuk 2 worden in hoofdstuk 3 de eigenschappen van Complex Adaptieve Systemen uitgelegd aan de hand van een model. Die uitleg is wiskundig en technisch van aard; desondanks wordt ook de niet-wiskundig onderlegde lezer geadviseerd het hoofdstuk door te nemen.

In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de betekenis die de theorie van Complex Adaptieve Systemen kan hebben voor bedrijfsorganisaties en het bestuur daarvan. In dat hoofdstuk wordt ook een typologie gegeven van bedrijfsorganisaties in termen van CAS eigenschappen.

Hoofdstuk 5 bevat tenslotte een aantal voorbeelden van praktische toepassing van het model.

2. Inleiding

De wereld was woest en ledig. Goden, demonen en het lot bestuurden geluk en ongeluk, rampen en voorspoed en zon, maan en sterren.

Newton sprak: "Er zij licht". En er was licht en de wereld zag dat het goed was.

In dat licht werden oorzaak en gevolg zichtbaar. De aarde in haar baan om de zon, de maan die om de aarde draaide, de vallende appel en de rollende steen werden door de dezelfde kracht veroorzaakt. Bekende krachten en voorspelbare gevolgen.

Acties en reacties. Kleine acties hadden kleine reacties tot gevolg. En grote acties grote reacties. De wereld werd voorspelbaar, controleerbaar, planbaar en bestuurbaar.

Wetenschappers gingen op basis van de wiskundige techniek die met name Newton en Leibniz hadden ontwikkeld de wereld om hen heen modelleren en in vergelijkingen en formules vatten. Van de beweging van de planeten tot vispopulaties en het verloop van epidemieën; ze bleken allemaal te voorspellen als de juiste oplossingen van de bijbehorende differentiaalvergelijkingen³ konden worden gevonden. En om die oplossingen algebraïsch te kunnen bepalen moesten die vergelijkingen wel "lineair" zijn of gemaakt worden. Die beperking bleek in veel gevallen niet veel afbreuk te doen aan de juistheid en voorspellende kracht van de modellen. En waar de realiteit afwijkingen van het model liet zien, werd dit geweten aan meetfouten en ontbrekende parameters van het model.

Het paradigma van de controleerbare en bestuurbare wereld van eenduidige oorzaken en gevolgen heeft aan het begin van de 20ste eeuw ook geleid tot de (tweede) industriële revolutie, met grote fabrieken waarin producten efficiënt en op grote schaal werden geproduceerd door arbeiders aan grote lopende banden. Het probleem om bijvoorbeeld een automobiel te maken werd geanalyseerd; de oplossing van het probleem werd van tevoren ontworpen en beschreven in een formeel en gedetailleerd productieproces met een groot aantal instelbare en meetbare parameters. Managers zorgden voor de beschikbaarheid van mensen en middelen en zagen toe op naleving van instructies en voorschriften; de lopende band zorgde voor de coördinatie van de werkzaamheden van de arbeiders. Vergeten werd, dat het gedrag van het geheel niet altijd de optelsom is van het gedrag van de samenstellende delen.

Hoewel Poincaré⁴ al in de jaren 80 van de 19de eeuw had ontdekt dat oplossingen van bepaalde niet-lineaire vergelijkingen zogenaamde singulariteiten konden bevatten, duurde het tot 1961 voordat men aan een systematisch onderzoek van dergelijke systemen en vergelijkingen begon. Niet-lineaire differentiaalvergelijkingen konden alleen numeriek worden opgelost en de opkomst van elektronische rekenmachines maakte dergelijke rekenpartijen praktisch uitvoerbaar.

In 1961 ontdekte Edward Lorenz⁵ bij de simulatie van de atmosfeer ten behoeve van weersvoorspelling dat onder bepaalde omstandigheden de oplossing van de betreffende differentiaalvergelijkingen extreem gevoelig was voor de gekozen beginwaarden van

variabelen van de vergelijkingen. Dat fenomeen staat nu bekend als het “Vlindereffect”; een vlinder die met zijn vleugels wappert in de Grand Canyon van Noord Amerika veroorzaakt een week later een hoosbui in Scherpenzeel, Gelderland. De ontdekking van die “extreme gevoeligheid voor beginwaarden” wordt wel gezien als het begin van een nieuwe wetenschap⁶.

Inmiddels is van een groot aantal systemen bekend dat ze “niet-lineair” zijn. Voorbeelden⁷ zijn biologische cellen, organismen, de economie, hersenen, populaties van prooi- en roofdieren, embryo's, immuunsystemen, ecosystemen, menselijk groepsgedrag binnen sociale structuren en aandelenmarkten.

De genoemde voorbeelden zijn zogenaamde Complex Adaptieve Systemen; een grote en diverse klasse van niet-lineaire systemen. Er zijn goede, onweerlegbare redenen⁸ om aan te nemen dat bepaalde bedrijfs- en arbeidsorganisaties ook Complex Adaptieve Systemen zijn. Zie bijvoorbeeld de publicaties van Ralph D. Stacey⁹.

Complex Adaptieve Systemen (CAS) hebben een aantal kenmerken gemeen die van belang zijn voor onderwerpen als management, leiderschap, veranderbaarheid en bestuurbaarheid. In de onderstaande hoofdstukken worden die kenmerken opgesomd en toegelicht aan de hand van een voorbeeld, en worden die kenmerken “vertaald” in termen van bedrijfsorganisaties. Vervolgens wordt een model gepresenteerd aan de hand waarvan bedrijfsorganisaties kunnen worden gekarakteriseerd in CAS-termen en wordt de dynamiek van de entiteiten in het model besproken.

Tenslotte is een aantal aanbevelingen gedaan ten aanzien van de manier waarop bestuurders en managers om zouden moeten gaan met organisaties en afdelingen die zich als een CAS gedragen.

3. Wat is een CAS

Het geheel is meer dan de som der delen. Of minder. Dat is waar het bij een Complex Adaptief Systeem om gaat. Als gevolg van interacties tussen de samenstellende delen van een systeem en de feedback-loops die daardoor kunnen ontstaan, gedraagt het geheel zich anders dan de optelsom van de delen zou doen vermoeden. Al in 1967 definieerde de socioloog James D. Thompson¹⁰ drie soorten interdependenties om de interacties en gedragingen binnen een organisatiestructuur te beschrijven.

De ideeën van Thompson werden, overigens voor een ander doel, geoperationaliseerd in het werk van Stuart Kauffman¹¹, een Amerikaanse theoretisch bioloog en onderzoeker van complexiteit en complexe systemen. In het voorliggende artikel worden de effecten van interdependentie in bedrijfsorganisaties uitgelegd en geduid met behulp van het door Kauffman ontwikkelde model van Complex Adaptieve Systemen.

3.1. Beknorte uitleg van NK Model van Kauffman

Er is veel literatuur over niet-lineaire systemen¹² beschikbaar. Een Google search met de termen “complex adaptive systems” levert ongeveer 6 miljoen referenties op. Het valt buiten de scope van dit artikel om uitgebreid in te gaan op alle details van dergelijke systemen; daarom wordt volstaan met een korte uiteenzetting van een dergelijk model; het zogenaamde NK-model¹³ van Stuart Kauffman, één van de meest bekende non-lineaire systemen. Opgemerkt moet worden dat het model van Kauffman een simpele, soms te simpele, weergave van de realiteit geeft. Desondanks heeft het kenmerken die typerend zijn voor alle Complex Adaptieve Systemen en dat is de reden waarom dat model in dit artikel wordt aangehaald.

Het NK-model van Kauffman bestaat uit N cellen in een vierkant rooster. In de Booleaanse variant van het model heeft elke cel een waarde van 0 of 1. Elke cel is dan te vergelijken met een “lampje” dat aan of uit is. Of een lampje/cel aan of uit is wordt bepaald door een aantal (aangeduid met de letter K) willekeurig gekozen andere cellen, volgens bepaalde Booleaanse regels. Die Booleaanse regels worden aan het begin van de simulatie willekeurig gekozen en vormen de geformaliseerde versie van interacties tussen de cellen. Bij elke cel horen dus K andere cellen en voor alle mogelijke combinaties van aan/uit van die K andere cellen bepaalt een Booleaanse regel of die cel aan of uit is. Vervolgens wordt aan elke cel een willekeurig gekozen beginwaarde van 0 of 1 toegekend en wordt een groot aantal iteraties uitgevoerd waarbij een aantal systeemeigenschappen wordt bepaald, zoals bijvoorbeeld het aantal cellen dat niet van waarde verandert. De simulatie wordt daarna met andere beginwaarden en een andere waarde voor de parameter K opnieuw uitgevoerd. De gekozen opzet zorgt ervoor dat er in het systeem niet-lineaire feedback loops ontstaan. Elke cel beïnvloedt een aantal andere cellen en wordt op zijn beurt beïnvloed door K andere cellen. En die K andere cellen oefenen heel vaak een tegenstrijdige invloed uit. Sommige interacties zouden op zichzelf leiden tot een waarde 1 en andere tot een waarde 0 van de betreffende cel. Niet-lineaire feedback en onderling strijdige interacties zijn een belangrijk kenmerk van Complex Adaptieve Systemen.

3.2. Tweeledig gebruik van het NK-model

Het NK-model van Kauffman kan, net als overigens andere modellen van Complex Adaptieve Systemen, op twee manieren worden gebruikt die in de volgende twee paragrafen worden beschreven.

3.2.1. Systeemgedrag

Door in het NK-model de parameters K , N , de interacties en de beginwaarden te variëren kunnen de eigenschappen van het systeem statistisch worden bepaald. Het gedrag van het NK-systeem wordt gekenmerkt door het al of niet bereiken van een stabiele, maar niet noodzakelijk geordende toestand, de snelheid (lees: het aantal iteraties) waarmee die toestand wordt bereikt en de voor die toestand kenmerkende eigenschappen.

Afhankelijk van het beschouwde systeem zijn verschillende grootheden kenmerkend voor de toestanden van het systeem. In geval van het Booleaanse NK-model zijn dat bijvoorbeeld de verhouding tussen het aantal niet veranderende cellen en het aantal “knipperende” cellen, en/of de verdeling waarmee cellen “knipperen”. Bij biologische cellen zullen de betrokken macromoleculen en de functies van die moleculen in het systeem van belang zijn. Bij het weer zijn zaken als temperatuurverdeling, luchtdrukverdeling, het voorkomen van wervelingen kenmerkende grootheden.

3.2.2. Fitness landschap

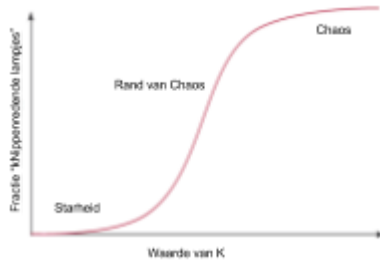
Bij de tweede manier van gebruik van het NK-model wordt aan het hele systeem een waarde toegekend, de zogenaamde “fitness”. Die waarde wordt berekend als de som van de bijdragen van elke cel. De bijdrage van elke cel bestaat uit een waarde die door de toestand van de cel zelf wordt bepaald, en de bijdragen van K andere cellen. Voor elke cel worden die K andere cellen willekeurig bepaald, evenals de bijdragen van die K andere cellen op de bijdrage van die ene cel aan het geheel.

De beste manier om dit weer te geven is in termen van een configuratieruimte. Als elke cel twee toestanden kan aannemen (in casu “aan” of “uit”) dan zijn er voor een systeem van N cellen als geheel in totaal 2^N configuraties mogelijk. Ter illustratie, het aantal mogelijke configuraties van een systeem van 400 cellen (20 bij 20) bedraagt meer dan 2×10^{120} (een 2 met 120 nullen). Elk van die configuraties heeft een bepaalde fitness-waarde en lijkt zich te bevinden in een landschap van pieken en dalen van fitness waarden.

Beginnend bij een willekeurig bepaalde beginconfiguratie kan vervolgens door het veranderen van de waarde van een willekeurig gekozen cel een stap in het landschap worden gezet. De stap wordt geaccepteerd als de fitness van het hele systeem er door verbetert. De procedure wordt herhaald totdat het systeem zich op een lokale fitness-piek bevindt; elke volgende stap zal dan leiden tot een verslechtering van de fitness en niet worden geaccepteerd. De optimalisatie lijkt op een wandeling door het fitness landschap waarbij elke stap omhoog moet voeren.

3.2.3. Starheid, Chaos en de rand van Chaos

Door in het NK-model de parameter K te variëren van klein naar groot doorloopt het systeem drie fasen. Die fasen worden gekenmerkt door het gedrag van de waarden van individuele of



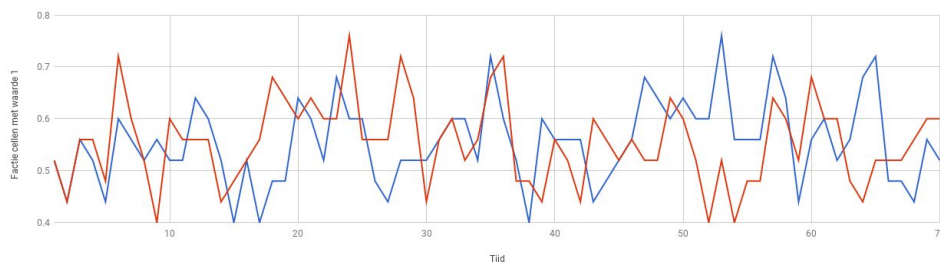
groepen cellen. Bij kleine K bereikt elke cel, en daarmee het hele systeem, na slechts enkele iteraties een bepaalde waarde die daarna niet meer verandert. Een cel/lampje is aan of uit en blijft aan of uit. Als een cel kunstmatig van toestand wordt veranderd, van aan naar uit of omgekeerd, dan herstelt de cel zich na een paar iteraties. De verandering heeft zeer beperkt gevolgen voor andere cellen en dooft snel uit.

Bij een grote waarde van K verandert de waarde van de cellen volstrekt chaotisch, dat wil zeggen zonder een herkenbaar patroon. Een kunstmatig aangebrachte verandering van de waarde van één cel cascadeert door het hele systeem op een volstrekt chaotische manier.

Gebleken is dat bij grote waarden van K toch een geordend systeem ontstaat als er in het systeem zogenaamde kanaliserende Booleaanse functies actief zijn. Van een kanaliserende functie is sprake als één input bepalend is voor de waarde van een cel, ongeacht de waarde van de andere inputs.

Tussen die twee fasen in, bij een tussenliggende waarde van K, hebben grote groepen cellen een vaste of periodiek veranderende waarde. Die grote gebieden worden gescheiden door kleinere "kanalen" van cellen waarvan de waarde willekeurig en aperiodiek verandert. Een kunstmatig aangebrachte wijziging van een cel cascadeert door die "kanalen" maar laat de grote stabiele gebieden onveranderd. In die fase bevindt het systeem zich "aan de rand van chaos" (of "aan de rand van starheid") en kan zich aan veranderingen aanpassen met behoud van de globale structuur en kenmerken.

Ter illustratie: de figuur hieronder toont een simulatie van een systeem met 25 cellen. Van de 25 cellen worden er 2 door 2 andere cellen bepaald, en 23 cellen worden door 3 andere. Het systeem bevindt zich vrijwel in de chaotische fase. Het verschil tussen de 2 grafieken is één cel in de begintoestand die een andere waarde heeft (nul in plaats van één). Op de verticale as staat de fractie van de cellen met de waarde 1.

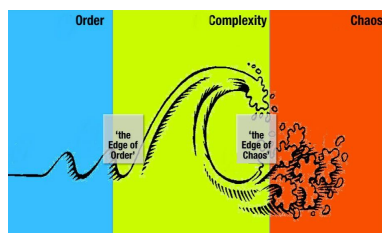


3.3. Terminologie

Het begrip “Complex Adaptief Systeem” (CAS) is niet streng formeel wiskundig gedefinieerd en heeft in de literatuur betekenissen die onderling in detail van elkaar verschillen. Om misverstanden te voorkomen en omwille van eenduidigheid wordt in deze paragraaf een omschrijving van de in dit artikel gebruikte betekenis van de term gegeven.

De naam CAS wordt gegeven aan een verzameling van niet-lineaire systemen. Een systeem is een verzameling entiteiten (deeltjes, cellen, mieren, mensen, enz) waarvan de werking en het macroscopische gedrag mede afhankelijk is van de interactie tussen de entiteiten. Die interactie bestaat uit de uitwisseling van energie, materie en/of informatie tussen de entiteiten in het systeem. Het systeem is niet-lineair als de verandering van het gedrag van een entiteit door middel van feedback-loops meer dan lineair (bijvoorbeeld kwadratisch) afhangt van het gedrag van zichzelf op een ander tijdstip. Bijvoorbeeld: Entiteit 1 (E1) interacteert met E2, die op zijn beurt interacteert met E3, die op zijn beurt interacteert met E1.

Niet-lineaire systemen vertonen de drie fasen die in de voorgaande hoofdstukken zijn genoemd: Bevroren, Chaotisch en ‘iets wat daar tussen in ligt’. Die laatste fase heeft kenmerken zoals homeostase en aanpassingsvermogen. De door de auteur Nassim Nicholas Taleb bedachte term “anti-fragiel”¹⁴ lijkt ook toepasselijk. Anti-fragiel is niet fragiel, maar ook niet robuust.



In het voorliggende artikel wordt de term Complex Adaptief Systeem gebruikt voor een systeem in de fase tussen Bevroren en Chaotisch.

“Aan de rand van chaos” is een in de literatuur veel gebruikte omschrijving omdat aannemelijk gemaakt kan worden dat evolverende, niet-lineaire systemen zoals bijvoorbeeld

bacteriën niet kunnen overleven in de Bevroren en de Chaotische fase en door selectiedruk naar de tussenliggende fase, aan de rand van chaos, worden gedreven.

Opgemerkt moet worden dat de term “chaos” in dit artikel niet moet worden gelezen met de gebruikelijke negatieve maatschappelijke connotatie van oproer en bloedvergieten. Chaos in de betekenis van dit artikel wil zeggen: kleine veranderingen propageren snel door het hele systeem en het bijbehorende fitness landschap van configuraties heeft veel pieken en dalen die dicht bij elkaar liggen. Dat laatste wil zeggen dat een kleine verandering een optimaal functionerend systeem kan veranderen in een heel anders functionerend systeem.

“Chaotisch” houdt in deze context geen waardeoordeel in, alsof het een onwenselijke toestand is. Chaos is net zo goed een ordening van een systeem, alleen is het voor de waarnemer minder betekenisvol.

3.4. Algemene kenmerken

3.4.1. Homeostase

Een Complex Adaptief Systeem is een niet-lineair systeem dat zich aan de rand van chaos bevindt, tussen de starre en de chaotische fase in. Een belangrijke eigenschap van een Complex Adaptief Systeem is homeostase. Dat wil zeggen dat het systeem in staat is zich aan te passen aan veranderende omstandigheden en externe prikkels, met behoud van macroscopische emergente eigenschappen, door de functie van sommige van de samenstellende delen kwalitatief en kwantitatief te veranderen. Die veranderingen worden “gestuurd” door regelkringen die het gevolg zijn van de interacties tussen - en de configuraties van - de samenstellende delen van het homeostatische systeem. In die fase is dus sprake van stabiele, dynamische zelfordening die spontaan ontstaat.

Het ontstaan en de handhaving van die orde kost energie; daarom is er bij Complex Adaptieve Systemen in de fysieke wereld altijd sprake van uitwisseling van energie en materie tussen het systeem en zijn omgeving. Denk bijvoorbeeld aan biologische organismen die hun interne orde alleen kunnen handhaven door de inname van voedsel. Het verschijnsel is op een heel fundamenteel niveau onderzocht en beschreven door Nobelprijswinnaar Ilya Prigogine¹⁵

Een gevolg van homeostase is dat het Newtoniaanse paradigma “kleine acties - kleine reacties, grote acties - grote reacties” niet langer geldig is. Systemen die homeostase vertonen reageren in veel gevallen zodanig op externe prikkels dat het effect van die prikkels wordt geneutraliseerd.

Er zijn echter ook situaties waarin kleine acties grote gevolgen kunnen hebben. Dat fenomeen wordt beschreven in de volgende paragraaf.

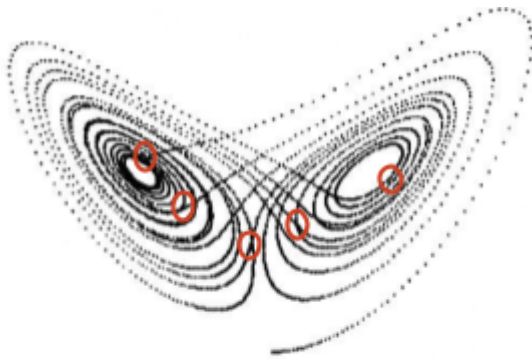
3.4.2. Attractie-bekkens en extreme gevoeligheid voor kleine veranderingen

Zoals eerder is opgemerkt is het aantal mogelijke configuraties van zelfs een zeer eenvoudig Complex Adaptieve Systeem al gigantisch. Onderzoek heeft echter laten zien dat heel veel van die configuraties na een zeer korte tijd convergeren naar slechts een beperkt aantal stabiele eindconfiguraties. Het is alsof een Complex Adaptief Systeem bestaat uit een beperkt aantal grote bekkens waartoe een groot aantal configuraties behoren die lijken te worden aangetrokken door die eindconfiguraties. Een bekken hoeft niet alleen uit één statische configuratie te bestaan. Afhankelijk van de interne samenhang, randvoorwaarden en beginconfiguratie zijn ook periodieke reeksen van configuraties mogelijk.

Attractie-bekkens in Complex Adaptieve Systemen leiden tot het eerder genoemde homeostatische gedrag. Verschillende attractie-bekkens leiden tot verschillende macroscopische eigenschappen van het Complex Adaptief Systeem.

Er zijn ook attractoren, die in het (bijna) chaotische gebied van een non-lineair systeem voorkomen. Dergelijke attractoren hebben de eigenschap dat twee start-configuraties die willekeurig dicht bij elkaar liggen, na een aantal iteraties heel erg ver uit elkaar raken. Zeer kleine verschillen worden door de dynamiek van het systeem als het ware enorm uitvergroot.

In die situaties kan een zeer kleine dus zeer grote gevolgen hebben, een fenomeen dat het Vlindereffect wordt genoemd. Het Vlindereffect betekent dus dat het Newtoniaanse



Het vlindereffect: de afbeelding laat een CAS zien op de rand van chaos. Het systeem doorloopt een reeks configuraties en heeft twee attractie-bekken. Sommige configuraties van het ene bekken liggen heel dicht bij configuraties van het andere bekken (rode cirkels). Een zeer geringe verstoring van zo'n configuratie is voldoende om het systeem van het ene in het andere bekken te duwen.

paradigma "kleine acties - kleine reacties" niet meer geldt. Complex Adaptieve Systemen vertonen dus homeostatische, stabiele orde maar kunnen tegelijkertijd soms extreem gevoelig zijn voor kleine veranderingen. Los daarvan zal een Complex Adaptief Systeem, aan de rand van chaos, in de richting van chaos kunnen worden geduwd, bijvoorbeeld als het aantal interacties (de K-parameter in het NK-model) groter wordt en daarmee ook het aantal tegenstrijdige interacties (d.w.z. meer positieve en meer negatieve feedback loops). Er ontstaan dan meer attractie-bekken die een kleiner bereik hebben. Het systeem reageert dan in toenemende mate chaotisch en onvoorspelbaar op zelfs hele kleine veranderingen.

3.4.3. Ruige en glooiende landschappen

$K = 0$



$0 < K < N-1$



$K = N-1$



Zoals hierboven is genoemd kan een Complex Adaptief Systeem worden weergegeven in termen van fitness-waarden in de configuratie-ruimte. Elke mogelijke configuratie bevindt zich in een fitness-landschap. Door met een bepaalde configuratie te beginnen en vervolgens per iteratie de toestand van één cel te veranderen kan een "wandeling" van het systeem door de configuratieruimte worden gesimuleerd. Als dan ook nog een verandering van de toestand van één cel alleen wordt geaccepteerd als die verandering de fitness-waarde van het hele systeem doet toenemen, kunnen processen als bijvoorbeeld biologische evolutie en organisatie-ontwikkeling¹⁶ in bedrijven worden nagebootst.

Het karakter van het fitness-landschap wordt bepaald door de parameters van het betreffende systeem; in het NK-model is dat de waarde van K. Onderzoek¹⁷ heeft laten zien dat voor kleine waarden van K het fitness landschap bestaat uit één of slechts een paar relatief hoge pieken. Bij een "wandeling" door zulk een "Mount Fuji" landschap zullen stappen vanuit vrijwel elke beginsituatie leiden tot een hogere fitness-waarde en er zijn relatief veel stappen nodig om het maximum te bereiken.

bereiken.

In het chaotische gebied van het systeem, bij grote waarden van K, bestaat het landschap uit veel scherpe pieken en dalen die niet erg hoog of diep zijn. Een systeem in dat gebied dat streeft naar maximalisatie van de "fitness" zal heel snel een lokale, relatief lage piek bereiken. Daarna is vrijwel elke volgende stap een verslechering en zal het systeem niet verder veranderen. De locaties (in de configuratieruimte) van de pieken en de dalen zijn niet gecorreleerd; het landschap is volkomen willekeurig.

Tussen het willekeurige en het Mount Fuji landschap ligt een gebied waarin de locaties van de pieken gecorreleerd zijn. Die pieken zijn enigszins glooiend en vergeleken met met chaotische gebied hoog, maar niet zo hoog als Mount Fuji. Als een stap in dat landschap leidt tot een betere fitness waarde zullen veel volgende stappen ook een verbetering opleveren. Een lokale, relatief hoge piek wordt vergeleken met het Mount-Fuji landschap snel bereikt.

Zoals hierboven uiteengezet zal een optimaliserend systeem dat een lokale piek in het fitness-landschap heeft bereikt daar blijven steken. Nabijgelegen hogere pieken kunnen niet worden bereikt zonder eerst een verslechtering te accepteren.

In de evolutie van levende organismen is een verslechtering vaak dodelijk.

Voor andere organisatievormen kan een tijdelijke verslechtering acceptabel zijn en kunnen daarna hogere pieken bereikt worden; vooral in gecorreleerde landschappen liggen pieken bij elkaar in de buurt en zou een hogere piek snel gevonden moeten kunnen worden.

Onderzoek laat zien dat het opsplitsen van een Complex Adaptief Systeem in delen (patching) het systeem als geheel een hogere fitness-waarde kan bezorgen.

Die patches beïnvloeden elkaar wel, maar een stap in het landschap wordt nu ook geaccepteerd als die stap voor de betreffende patch een verbetering betekent, ook als zo'n stap een verslechtering voor andere patches inhoudt. Zonder patching zou een stap alleen worden geaccepteerd als een stap voor het gehele systeem een verbetering betekent; het verbeteringscriterium bij patching heeft alleen betrekking op de patch waarin de stap (c.q. verandering) plaatsvindt¹⁸.

Een andere manier om het effect van patching te beschrijven is in termen van "co-evolutie", van elkaar beïnvloedende Complex Adaptieve Systemen. Veranderingen in het ene systeem betekent dat de positie van de pieken en dalen in naburige systemen verandert. Die andere systemen reageren op zo'n verandering door naar een nieuwe piek te schuiven; een beweging die op zijn beurt ook weer naburige systemen beïnvloedt.

3.5. Betekenis voor bedrijfsorganisaties

3.5.1. Waarom zou een bedrijfsorganisatie een CAS kunnen zijn

De vraag is of een bedrijfsorganisatie van samenwerkende mensen zich zou kunnen gedragen als een Complex Adaptief Systeem. Het antwoord op die vraag is 'ja', onder bepaalde omstandigheden en voorwaarden. Zie voor argumenten het werk van bijvoorbeeld Stacey waarbij moet worden opgemerkt dat in dit artikel een iets andere definitie van CAS wordt gebruikt. Stacey beargumenteert dat een bedrijfsorganisatie ook een CAS kan zijn met instabiele eigenschappen; in dit artikel wordt die fase als "chaotisch" in plaats van "complex adaptief" genoemd. Zie de paragraaf 3.3 over terminologie.

De inhoud, de hoeveelheid en de kwaliteit van het werk van mensen in een samenwerkende groep kan in de tijd en afhankelijk van omstandigheden variëren. Binnen een samenwerkende groep mensen kan sprake zijn van feedback loops; onderlinge sociale

interacties, werkoverleggen en dergelijke kunnen mede bepalend zijn voor wat een medewerker wel en niet doet. En wat een medewerker wel en niet doet kan van invloed zijn op het gedrag en de werkzaamheden van andere medewerkers. Externe invloeden en bedreigingen kunnen ook een rol spelen, evenals de mate van eenduidigheid van doelstellingen, managementstijlen, salarisschalen, status, enzovoort.

Behalve feedback loops zijn er nog andere definiërende eigenschappen. Zo geldt voor een CAS dat het macroscopische gedrag van het geheel meer is dan de som van de gedragingen van de samenstellende delen; er is sprake van zogenaamd emergente eigenschappen. En het systeem als geheel is ontstaan om te kunnen reageren om zich te handhaven en te gedijen in veranderde en veranderende omstandigheden.

Een bedrijfsorganisatie voldoet soms in hoge mate aan de bovengenoemde kenmerken van een CAS. Wat uiteraard niet betekent dat alle bedrijfsorganisaties ook Complex Adaptieve Systemen zijn. In een klassiek productiebedrijf met een lopende band als coördinerend mechanisme zal nauwelijks sprake zijn van feedback loops die de inhoud en de hoeveelheid werk van medewerkers bepalen. Een dergelijke organisatie is een lineair systeem, met een voorspelbare, controleerbare en eenduidige relatie tussen oorzaak en gevolg.

Daarentegen is een IT-afdeling van een groot, divers bedrijf iets heel anders. Zo'n afdeling is een informatieverwerkende eenheid die wordt geconfronteerd met tegenstrijdige verzoeken, moet opereren in een steeds dynamisch wordende omgeving en heeft waarschijnlijk ook te maken met procesmanagers en "politieke" besluitvorming. Een dergelijke afdeling gedraagt zich veel meer als een Complex Adaptief Systeem dan de lopende band productiefabriek.

3.5.2. Hoe groot kan een CAS zijn

De mogelijke afmetingen (de waarde van N in het NK-model) van een Complex Adaptief Systeem zijn in dit verband ook relevant. Het NK-model is onderzocht voor een aantal componenten variërend van enkele tientallen tot meer dan 1000. De eerder genoemde drie fasen komen in al die systemen voor. Ook kunnen voor al die systemen optimalisaties zoals de eerder beschreven "wandelingen in fitness-landschappen" worden uitgevoerd. Wel moet opgemerkt worden dat voor grote systemen het aantal configuraties gigantisch groot wordt. Ter illustratie: een systeem van 1000 cellen die elk twee waarden kunnen aannemen heeft ca. 10^{301} (een 1 met 301 nullen). Ter vergelijking: het aantal atomen in het universum wordt geschat op 10^{87} . In de natuur komen zeer grote complex adaptieve systemen voor. Denk bijvoorbeeld aan een zwerm spreeuwen met ca. 18000 vogels of aan de darmflora met ca. 100 biljoen bacteriën.

Een bedrijfsorganisatie bestaat (ook) uit mensen. Tienduizenden mensen kunnen goed samenwerken, maar daar is dan wel voor nodig dat de meeste mensen in de groep in een gemeenschappelijke denkbeeld geloven of gehoorzamen aan een daadwerkelijke of denkbeeldige leider die "boven" de groep wordt geplaatst. Met andere woorden, er moet naast de interne interacties een externe ordenende kracht zijn die als zodanig door de leden van de groep moet worden ervaren. Zonder een dergelijke ordenende kracht, zonder een gemeenschappelijk denkbeeld, blijkt het maximale aantal mensen dat als groep kan

samenwerken beperkt te zijn. Volgens de auteur van “Sapiens: A brief History of Human kind”¹⁹ en de in dat boek aangehaalde referenties is dat aantal ca. 150.

De voor een CAS typerende kenmerken worden dus veroorzaakt door niet-lineaire feedback loops en er is geen reden is om aan te nemen dat dergelijke feedback loops in een zeer grote groep mensen niet zouden kunnen voorkomen. Er lijken er echter wel andere factoren te zijn die de omvang begrenzen van de groep waarin mensen kunnen samenwerken bij afwezigheid van externe, ordenende krachten. In het voorliggende artikel is een definitie gehanteerd van een CAS, met typerende kenmerken zoals zelfordening en homeostase, waarbij geen sprake is van externe, ordenende krachten. Daarom wordt hier aangenomen dat een groep van tussen de 20 en 150 mensen een CAS zou kunnen zijn. Een groep van minder dan 20 mensen is niet complex genoeg voor zelfordening. Een groep van meer dan 150 mensen heeft “opgelegde” regels en/of een gemeenschappelijk richtinggevend denkbeeld nodig voor het ontstaan van ordening en valt daarom buiten de hier gehanteerde definitie van een CAS.

Echter niet elke groep van tussen de 20 en 150 mensen vormt een CAS. De vraag is: onder welke omstandigheden en voorwaarden gedraagt een groep mensen zich als Complex Adaptief Systeem? Het antwoord op die vraag komt in de volgende hoofdstukken aan de orde.

4. Bedrijfsorganisaties als Complex Adaptief Systeem

4.1. Een bedrijfsorganisatie als Booleaans netwerk

In het bovenstaande deel van dit artikel is een aantal eigenschappen van niet-lineaire systemen uiteengezet aan de hand van een voorbeeld: het Booleaanse netwerk van "lampjes" die aan of uit zijn, afhankelijk van de status van een aantal andere "lampjes". Dat Booleaanse netwerk kan worden voorgesteld als een bord met lampjes. Achter het bord is elk lampje met een slimme schakelaar en bedrading verbonden met een aantal andere lampjes. De slimme schakelaar bepaalt of zijn lampje aan of uitgaat, afhankelijk van welke andere lampjes aan of uit zijn. De verzameling schakelaars is de tabel met Booleaanse regels

Het Booleaanse netwerk is een simpel voorbeeld van een niet-lineair systeem en dus ook een enorm versimpelde voorstelling van een bedrijfsorganisatie.

De in de maatschappij en de natuur voorkomende niet-lineaire systemen zijn complexer; in die systemen zouden de "lampjes" meer dan 2 toestanden kunnen aannemen en zouden de regels complexer kunnen zijn. Maar er zijn ook systemen in de natuur die goed overeenkomen met een Booleaans netwerk. Denk bijvoorbeeld aan biochemische cycli in levende cellen, waarbij reacties wel of niet optreden als een bepaald enzym wel of niet aanwezig is, of neuronen die hersenen die wel of niet vuren als bepaalde combinaties van andere neuronen wel of niet vuren.

Het Booleaanse netwerk heeft ondanks zijn eenvoud een aantal emergente eigenschappen met andere, meer complexe niet-lineaire systemen gemeen; eigenschappen die in het voorgaande deel van dit artikel zijn genoemd.

Ook een groep mensen die op de een of andere manier met elkaar samenwerken of samen met elkaar werken kan een niet-lineair systeem zijn. Het gedrag van de ene mens zal over het algemeen van invloed zijn op het gedrag van andere mensen in de groep. Sommige van die andere mensen beïnvloeden vervolgens weer het gedrag van die ene mens, en zo ontstaan niet lineaire feedback loops die noodzakelijk zijn voor het ontstaan van de emergente groepseigenschappen die het onderwerp zijn van die artikel.

In een bedrijfsorganisatie waar mensen werken beïnvloeden die mensen elkaar ook, en daarmee via feedback loops zichzelf, met gevolgen voor individuele prestaties en voor het gedrag van de groep als geheel. Die beïnvloeding of interactie is niet alleen functioneel en wordt niet alleen bepaald door "werkinstructies" en door formele onderlinge afstemming en afhankelijkheden. Medewerkers vormen ook sociale netwerken met elkaar en met mensen buiten het bedrijf. Interacties vinden niet alleen plaats op de werkvloer, maar ook tijdens de lunch en op de vrijdagmiddagborrel. Interacties gaan ook over zaken als hobbies, privé omstandigheden en vakantieplannen.

Naast veel andere dingen is een bedrijfsorganisatie van mensen daarom ook een niet-lineair systeem en kan daarom heel goed emergente eigenschappen laten zien die daarbij horen. Onder bepaalde omstandigheden kan een bedrijfsorganisatie dus ook een Complex Adaptief Systeem zijn. In het vervolg van dit artikel wordt ingegaan op de factoren die relevant zijn voor het gedrag van een bedrijfsorganisatie als niet-lineair systeem en voor het ontstaan van een bedrijfsorganisatie als Complex Adaptief Systeem.

Het is van belang om op te merken dat de nu volgende uiteenzetting niet gelezen moet worden als een "Handleiding voor Managers". Veel gebruikelijke management methodes en technieken zijn ineffectief of zelfs contra-effectief in bedrijfsorganisaties in de CAS fase.

Ter illustratie daarvan een voorbeeld aan de hand van het "lampjesbord". In veel bedrijfsorganisaties wordt door het management niet op inhoud gestuurd, omdat inhoudelijke kennis ontbreekt en worden de prestaties van medewerkers op individuele basis beoordeeld. Met andere woorden, de prestatie van de afdeling wordt (impliciet) gezien als de optelsom van individuele prestaties van medewerkers.

De interacties tussen medewerkers op de werkvloer, die voor een groot deel bepalend zijn voor het emergente gedrag van de afdeling (lees: de prestatie van de afdeling), gaan voor een deel wel over de inhoud van het werk, en voor een deel over onderwerpen die buiten het gezichtsveld van het management liggen.

Met andere woorden: het management maakt in termen van dagelijkse, operationele interacties vaak geen deel uit van het Booleaanse netwerk, dat het emergente gedrag van de afdeling bepaalt. De activiteiten van het management zijn vaak beperkt tot het zorgen voor opleiding en het aansporen of dwingen tot ander gedrag van individuele medewerkers. Ofwel: Individuele Lampjes worden aan of uitgezet.

Daarnaast herverdeelt het management taken onder medewerkers of vervangt bestaande medewerkers door andere, waarbij vooral gelet wordt op functionele kwalificaties. In termen van het Booleaanse netwerk betekenen dergelijke ingrepen dat enkele Booleaanse regels kunnen veranderen.

Afhankelijk van de fase waarin de organisatie zich bevindt hebben de bovengenoemde maatregelen meestal geen enkel effect op de eigenschappen van de groep als geheel, en soms echter een drastisch en oncontroleerbaar effect.

Zoals gezegd moet het voorliggende artikel dus niet gelezen worden als Management Handleiding. Het artikel is wel bedoeld om de lezer een gevoel te verschaffen voor het gedrag van Complex Adaptieve Systemen, om zo leidinggevenden een andere kijk op - en een ander begrip van - hun organisatie te geven. De aangehaalde modellen en voorbeelden kunnen alleen worden gebruikt om Complexe Adaptieve Organisaties na te bootsen, niet om ze voor te bootsen.

Het gedrag van een CAS is principieel onvoorspelbaar.

4.2. Samenvatting van kenmerken

Samengevat kan een complex systeem met niet-lineaire en deels strijdige feedback loops de volgende kenmerken hebben:

- Starheid. Geen reactie op veranderingen. Het systeem past zich niet zelf aan aan veranderende omstandigheden.
- Homeostase. Interne zelfordening en een dynamische structuur. Aanpassing aan veranderingen met behoud van macroscopische, emergente eigenschappen. Effecten van kleine en grotere veranderingen lijken te worden geneutraliseerd als gevolg van veranderingen van de functie van sommige onderdelen van het systeem. Soms extreme gevoeligheid voor hele kleine veranderingen waarbij kleine acties grote gevolgen kunnen hebben.
- Chaotisch. Kleine veranderingen propageren snel door het hele systeem met onvoorspelbare en mogelijk grote gevolgen.

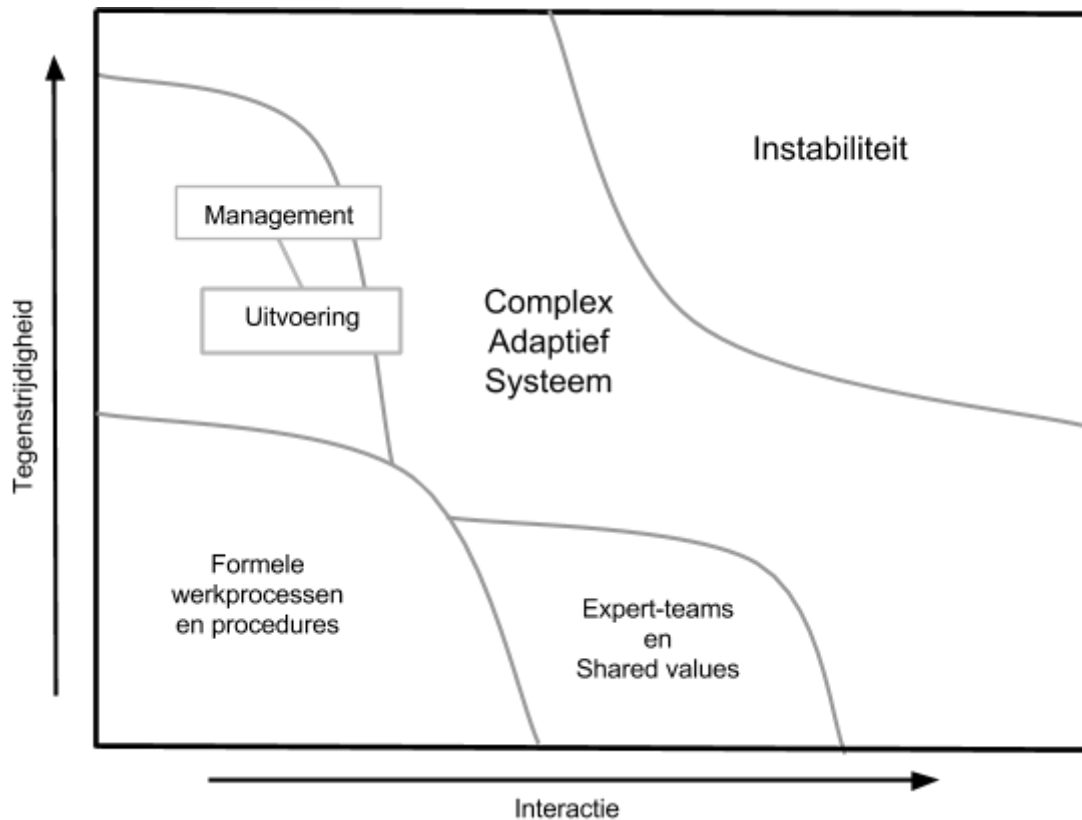
De ontwikkeling in de tijd van het systeem als geheel naar een optimale toestand is verschillend voor de drie bovenstaande fasen en wordt bepaald door de vorm van het landschap van configuraties. Elke configuratie (toestand van het systeem) resulteert in een waarde van de één of andere (emergente) macro-eigenschap van het systeem, te vergelijken met de hoogtekarta van een landschap. Bij elk paar geografische coördinaten van het tweedimensionale oppervlak hoort een hoogte. In een complex systeem hoort bij elke waarde van de samenstellende delen (te vergelijken met de waarden van de geografische coördinaten in een tweedimensionaal landschap) een waarde van een bepaalde macro-eigenschap van het systeem (te vergelijken met de hoogte van het betreffende punt in het geografische landschap). Optimalisatie van het complexe systeem kan dan vergeleken worden met een wandeling in het geografische landschap waarbij elke stap naar een hoger punt moet leiden. De snelheid waarmee een piek wordt bereikt en de hoogte van die piek zijn kenmerken van de lokale omgeving en het startpunt van de wandeling.

De verschillende fasen van een complex systeem betekenen verschillende “hoogtekarten” van het configuratie-landschap:

- Starheid: Het landschap kent een paar, relatief hoge pieken. Een “Mount Fuji” landschap met een paar bergen met langzaam stijgende flanken. Optimalisatie (het bereiken van de top van een berg) in dit landschap duurt relatief lang maar betekent grote hoogte.
- Homeostase: Minder hoge pieken die wel sneller te bereiken zijn. Eenmaal op de top aangekomen wordt een kleine verandering (d.w.z. een stapje omlaag) snel gecorrigeerd. Het systeem is autonoom en tegelijkertijd adaptief.
- Chaos: Veel lage, scherpe pieken die heel snel worden bereikt maar slechts een geringe mate van optimalisatie betekenen. Eenmaal op een top betekent een klein stapje een “val in een niet heel diepe afgrond”; de daaropvolgende stap omhoog leidt met grote waarschijnlijkheid tot een andere piek.

4.3. CAS-kenmerken van een organisatie

Om de eigenschappen en het gedrag van bedrijfsorganisaties te kunnen begrijpen in termen van de eigenschappen van een Complex Adaptief Systeem is een vertaling of een projectie nodig. Daarvoor wordt in dit artikel een model gebruikt dat gebaseerd is op de zogenaamde Stacey Matrix²⁰ maar andere variabelen en grootheden gebruikt.



Een bedrijfsorganisatie wordt in dit model beschouwd als een geordend systeem dat is “ontstaan” om een probleem op te lossen. Het woord “ontstaan” is met opzet gekozen, in plaats van bijvoorbeeld “ontworpen”. Een organisatie wordt weliswaar veelal eerst ontworpen om een specifiek probleem op te lossen, maar ontwikkelt zich in de loop van de tijd als reactie op veranderingen en inherente problemen. Een voorbeeld is een bedrijf dat automobielen maakt. Deze bedrijfsorganisatie is ontstaan (in dit geval ontworpen en gemaakt) om het probleem op te lossen hoe er van grondstoffen en onderdelen efficiënt veel betaalbare automobielen te maken zijn.

Een bedrijfsorganisatie zal in het algemeen te maken hebben met allerlei factoren en krachten die het functioneren ervan beïnvloeden; niet alle omstandigheden en krachten werken in dezelfde richting. Die soms tegenstrijdige factoren en krachten zijn verschijningsvormen van de interacties die het gedrag van niet-lineaire systemen bepalen.

Op de verticale as van de bovenstaande figuur staat de mate van tegenstrijdigheid van interacties (c.q. feedback loops) die de onderdelen van het systeem ondervinden. Het kan

daarbij gaan om interacties tussen de samenstellende delen en om interacties die van buitenaf komen.

De horizontale as representeert een complexere grootheid. Zoals eerder gezegd kunnen tienduizenden mensen goed samenwerken als er sprake is van een uniforme, gemeenschappelijk ervaren kracht. Interactie tussen de leden van de groep is dan geen zwaarwegende voorwaarde voor succesvol samenwerken. Er is eigenlijk vooral sprake van samen werken in plaats van samenwerken. Sturing en coördinatie vindt plaats op basis van een vooraf opgesteld voorschrift. Dat voorschrift volgt uit het ontwerp van de oplossing van het probleem dat de organisatie geacht wordt op te lossen. De oplossing bestaat voornamelijk uit vooraf ontworpen transacties die in een bepaalde volgorde en combinatie moeten worden uitgevoerd. Dat is de situatie aan de linkerkant van de horizontale as; de transactie-kant.

Aan de rechterkant van de horizontale as is ook sprake van een organisatie die is ontstaan om een probleem op te lossen. Nu kan er echter geen oplossing vooraf worden ontworpen dat door de organisatie alleen maar hoeft te worden uitgevoerd. Bijvoorbeeld omdat de omstandigheden en/of het probleem zelf te snel in de tijd variëren of omdat het op te lossen probleem vooraf onbekend is. De organisatie zal dan interactief met een variërende combinatie van analyse, ontwerp en uitvoering het probleem moeten oplossen. In die situatie is de interactie en feedback tussen de leden van de groep een belangrijke voorwaarde voor succes.

Samenvattend kan gezegd worden dat de linkerkant van de horizontale as de uitvoering van werk zonder interacties tussen werkers representeert, waarbij de persoonlijkheid van die werkers er niet toe doet. De rechterkant van die as is de uitvoering van het werk het gevolg van het gecombineerde effect van de operationele interactie en communicatie tussen mensen waarbij hun persoonlijkheid wel relevant is.

4.3.1. Dynamiek

De twee variabelen (d.w.z. de twee assen) van het hierboven geschetste model zijn niet onafhankelijk van elkaar, in de zin dat ze onafhankelijk van elkaar gevarieerd kunnen worden (zie ook ref. 9). Een toename van *tegenstrijdigheid* gaat gepaard met een toename van *interactie*, en omgekeerd.



Mensen en organisaties van mensen reageren op een toename van *tegenstrijdigheid* die vaak als bedreigend worden ervaren door meer intern overleg en afstemming. Een gemeenschappelijk vijand werkt saamhorigheid in de hand. Een klassiek productiebedrijf dat op de een of andere manier geconfronteerd wordt met toenemende externe of interne tegenstrijdigheid zal opschuiven naar het midden, in de richting van een Complex Adaptief Systeem.

Toename van *interactie* tussen mensen zal niet alleen overeenkomsten tussen die mensen aan het licht brengen maar ook tegenstellingen. Belangen blijken soms niet hetzelfde te zijn, inzichten verschillen en keuzes en besluiten zijn niet altijd unaniem. Een bedrijf waarin de interactie tussen medewerkers toeneemt, zal daarom ook opschuiven naar het midden.

4.4. Positionering van types bedrijven

Nu het model van de CAS-kenmerken van een bedrijfsorganisatie is opgezet, kunnen bedrijfstypes er op worden afgebeeld.

Links onderin, waar *tegenstrijdigheid* en *interactie* laag zijn, kunnen klassieke “lopende band” productiebedrijven gepositioneerd worden. Het productieproces is van te voren ontworpen en vertaald in werkinstructies en logistieke processen. De lopende band zorgt voor de coördinatie van de werkzaamheden. De manager bewaakt de uitvoering van het proces en van de werkvoorschriften. Geen van de medewerkers heeft verstand van het eindproduct, maar alleen van het onderdeel dat hij/zij bijdraagt. De manager kent alleen het proces.

Boven het gebied van de klassieke productiebedrijven ligt het gebied waar de *interactie* nog steeds laag is en de *tegenstrijdigheid* matig tot hoog. De oplossing van het probleem waar de organisatie voor bedoeld is, wordt nog steeds ontworpen in termen van werkinstructies en formele verdeling van deeltaken. De tegenstrijdigheid kan op allerlei manieren ontstaan. Bijvoorbeeld door een groeiende managementlaag die behalve met het productieproces ook bezig is met behoud en verbetering van de eigen positie, met onderlinge competities en budget-denken. Als daarbij de rigide en dwingende coördinatie van de lopende band plaats maakt voor werkafspraken en uitwisseling van informatie, ontstaat ruimte voor tegengestelde belangen, tegengestelde beoordelingen en incompatibele werkopdrachten. Ter bescherming van de eigen positie, voor het behoud van werk en salaris, enzovoort, organiseert de werkvloer zich en komt zelfsturing in de plaats van managementsturing. Werkinhoud, werkhoeveelheid en gedrag worden in onderling informeel overleg en non-verbale communicatie op elkaar afgestemd; de sturende functie van het management wordt steeds minder relevant en/of steeds minder effectief. De managementlaag en de werkvloer krijgen allebei eigenschappen van Complex Adaptieve Systemen die echter een beperkte invloed op elkaar hebben. Een kenmerk is dat “de leiding geen grip meer heeft op de situatie”.

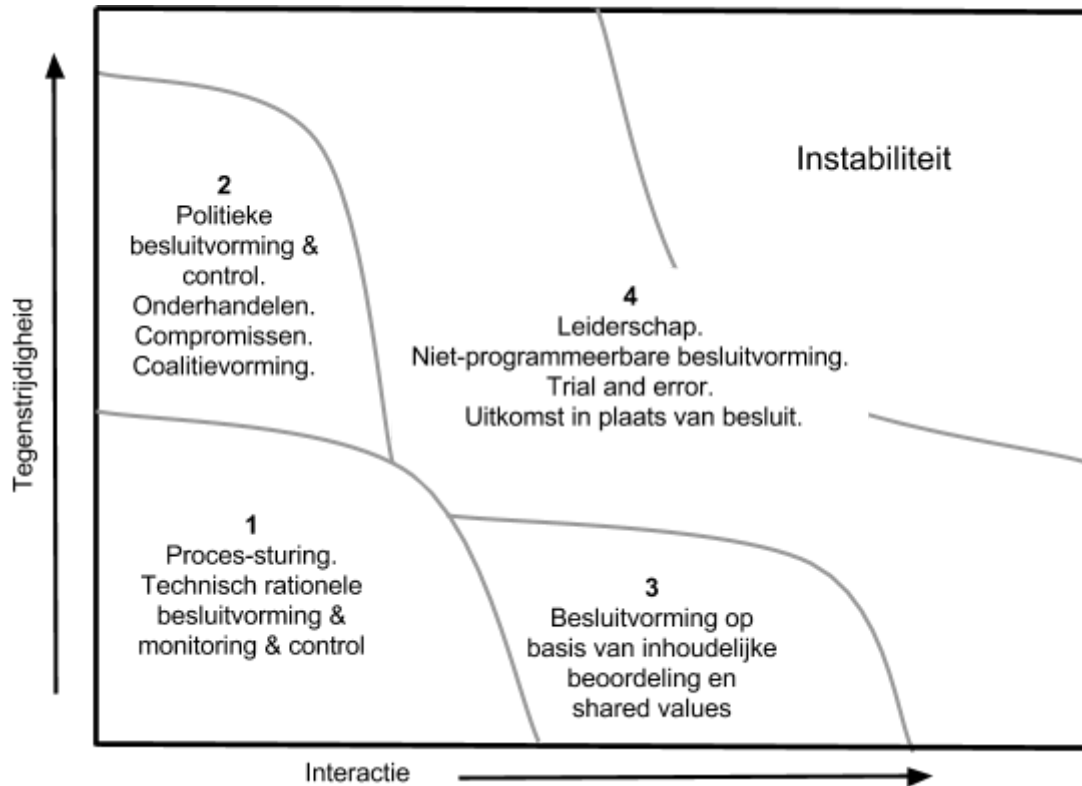
Rechts van de klassieke productiebedrijven, bij toenemende interactie, ligt het gebied van de specialistische kennis-bedrijven zoals ingenieurbureaus, advocatenkantoren, artsenmaatschappen en adviesbureaus. Samenwerking en interactie is nodig, maar periodiek overleg en ad-hoc afstemming is daarvoor voldoende. Voor zover nodig wordt management uitgevoerd door meewerkende voormannen (m/v) of bij toerbeurt door één van de participanten.

In het midden van de matrix ligt het gebied van de Complex Adaptieve Systemen. Er zijn geen vooraf bedachte oplossingen, voorwaarden en belangen zijn tot op bepaalde hoogte tegenstrijdig en er is min of meer continue interactie tussen medewerkers. Voorbeelden van organisaties zijn de uitvoerende afdelingen van (semi)monopolistische bedrijven en overheidsinstanties, maar ook startende bedrijven in een snel veranderende markt en commando-eenheden van de strijdkrachten.

Onder bepaalde omstandigheden kunnen projectorganisaties zich ook als Complex Adaptief Systeem gedragen; daarover meer in de volgende paragraaf.

4.5. Management en leiderschap

Bij elke positie in het model hoort een bepaalde stijl van besturing. De onderstaande figuur geeft een overzicht.



De vier stijlen van management zijn:

1. Proces-sturing

Veel opleidingen en trainingen op het gebied van management hebben betrekking op deze stijl en methode van leidinggeven. De manager heeft geen inhoudelijke kennis van het product of de dienst maar stuurt op het proces, op basis van vooraf gemaakt ontwerpen en plannen. De parameters van het productieproces zijn bekend en meetbaar; bijsturing gebeurt op basis van rapportages over die parameters. Besluiten zijn technisch rationeel in de zin dat een voorgenomen wijziging van een parameter tot een voorspelbaar gevolg leidt. De aansturing is gebaseerd op eenduidige werkinstructies. Voor de uitvoering van het werk is kennis van de werkinstructies nodig en de vaardigheden die nodig zijn om ze uit te voeren. Er is vrijwel geen samenwerking tussen medewerkers nodig.

2. Politieke besluitvorming

Het management beschikt (of moet beschikken) over vaardigheden op het gebied van onderhandelen en coalitievorming en bereid zijn om compromissen te accepteren. "Politiek gevoel" is een belangrijke eigenschap. De logica van

besluitvorming wordt bepaald door machtsposities en wat politiek haalbaar is. Competitie in de managementlaag is een relevant motief. Aansturing van de werkvloer is niet meer eenduidig en inconsistent.

3. **Besluitvorming op basis van inhoudelijke beoordeling**

Organisaties op deze positie in het model nemen besluiten op basis van de beoordeling van de inhoud, waarvoor inhoudelijke kennis en beoordelingsvermogen vereist zijn. Dergelijke bedrijven lijken qua besturing op de gilden van weleer, met meesters, gezellen, leerlingen, enzovoort. De beoordeling van voorliggende vraagstukken wordt ook in hoge mate bepaald door de shared values van het bedrijf. Doelstellingen zijn eenduidig.

4. **Leiderschap**

In de in de natuur voorkomende Complex Adaptieve Systemen komt leiderschap niet voor; in een biologische cel is niet één bepaald eiwit de baas. Orde en structuur zijn in die gevallen uitsluitend het gevolg van de dynamische interacties tussen de samenstellende delen. In organisaties van mensen met het karakter van een Complex Adaptief Systeem speelt leiderschap vaak wel een rol. Mensen willen graag eigen baas zijn maar hebben tegelijkertijd ook vaak behoefte aan een leider. De rol van leider is dus niet een noodzakelijke voorwaarde voor een Complex Adaptief Systeem maar zal in geval van een mensenorganisatie vaak wel ingevuld zijn door één of meer leden van de groep. Er is een verschil tussen management en leiderschap²¹; het valt echter buiten de scope van dit artikel om uitgebreid op dat verschil in te gaan. Daarom wordt volstaan met enkele metaforen.

- Leiders gaan over “richten”, managers gaan over “inrichten” en “verrichten”.
- Onder leiding van een manager wordt een pad door een jungle gehakt, de leider klimt in de boom en constateert dat het de verkeerde jungle is.

In termen van het NK Booleaanse netwerk lijkt de leider een kanaliserende functie te vervullen. Zie paragraaf 3.2.3. Van een kanaliserende Booleaanse functie is sprake als één input bepalend is voor de waarde van een cel ongeacht de waarde van de andere inputs.

Leiderschap is voor de besturing van een bedrijfsorganisatie als Complex Adaptief Systeem van groot belang, daarom wordt in deze paragraaf nader ingegaan op een aantal specifieke kenmerken.

1. Leiderschap wordt vaak beschouwd als een eigenschap van een individu. In het kader van een mensen-organisatie als Complex Adaptief Systeem is het echter beter om leiderschap te zien als een eigenschap van de interactie tussen mensen. Je bent geen leider; je wordt als leider ervaren. Je kunt geen leider zijn, je kunt het wel doen.
2. Aan wie in een CAS-organisatie de rol van leider wordt toegekend hangt ook af van de context waarin die groep zich bevindt. Een groep die geconfronteerd wordt met veel tegenstrijdige en bedreigende externe prikkels zal geneigd zijn iemand die de boze buitenwereld kent en kan beïnvloeden als leider te erkennen. Een groep die last heeft van interne tegenstellingen zal iemand die verenigt en bindt als leider zien.

3. “De leider” is een rol van een iemand in de groep. Dat betekent twee dingen:
 - a. De inhoud en de bijdrage van de rol van leider kan veranderen onder invloed van de groep zelf. Iemand die aanvankelijk tot tevredenheid van de RvB als leider optreedt, kan na enige tijd ander, minder gewenst gedrag vertonen. Zich afzonderen van de groep is een manier om dat te voorkomen, maar dan is de kans groot dat de leider na enige tijd niet meer als zodanig erkend wordt.
 - b. De meeste CAS-groepen hebben één of meerdere leiders in hun midden, ook als de betreffende individuen niet formeel als leider zijn aangesteld door het hogere management. Wat meer is, het is niet eenvoudig iemand als succesvolle leider aan te stellen zonder eerst te onderzoeken wie tot dan toe die rol vervult.

5. Toepassing

5.1. Gratis orde

Een bedrijfs-organisatie of -onderdeel dat zich heeft ontwikkeld tot een Complex Adaptief Systeem leidt tot een gratis ordening en een gratis structuur. In veel gevallen is die ontstane ordening de meest geschikte om het actuele probleem op te lossen en is er dan nauwelijks additionele managementsturing nodig. Voor de resterende managementfuncties kan vaak worden volstaan met een primus inter pares of een rol die bij toerbeurt door een aantal medewerkers kan worden vervuld. Verder kosten pogingen om de ontstane orde te veranderen om die in lijn te brengen en te houden met de formele organisatie-handboeken blijvend moeite, geld en tijd. Als een dergelijk bedrijfsonderdeel binnen bepaalde grenzen doet wat het moet doen, is er geen reden om de gratis orde te willen veranderen, anders dan het onvermogen van het management om een neiging tot “in control willen zijn” te onderdrukken. Een CAS heeft een eigen dynamiek die wat tijd en ruimte nodig heeft om een nieuw optimum te vinden. Een CAS-bedrijfsorganisatie is met minder inspanning te beheersen omdat het zichzelf beheerst.

Bedacht moet worden dat de ontstane ordening zeer waarschijnlijk de beste en de best haalbare oplossing is voor het probleem waar de betrokken medewerkers mee zijn geconfronteerd. De mensen zelf zijn daarbij een relevante factor, maar ook de context waarin die mensen moeten functioneren. Dat betekent dat een noodzakelijk geachte verandering van het betrokken organisatieonderdeel vrijwel altijd ook een verandering van de context van dat organisatieonderdeel noodzakelijk maakt. Met andere woorden: ook andere bedrijfsonderdelen, externe organisaties of sociale groeperingen zullen moeten veranderen.

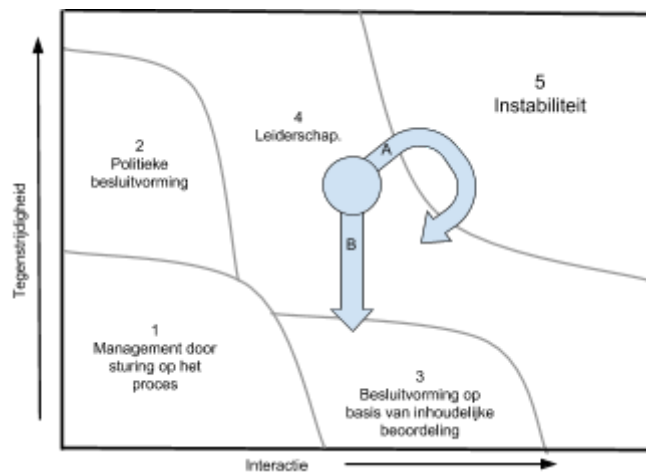
Een gebrek aan “shared values”, onvoldoende heldere doelstellingen, tegenstrijdige doelstellingen, te veel “speerpunten”, inconsistente opdrachten en kaders zijn voorbeelden van door de context bepaalde factoren die relevant zijn voor het ontstaan van een organisatieonderdeel als Complex Adaptief Systeem. Bij een gelijkblijvende context bestaat zelfs als de betreffende afdeling wordt opgeheven de kans dat er een nieuw Complex

Adaptief Systeem ontstaat die de functie van de oude overneemt. Onder een andere naam, met andere formele functiebeschrijvingen en met een andere manager.

Door het opheffen van een bestaande afdeling, de “Stairway to Heaven” methode, ontstaat overigens wel gelegenheid om het functioneren van dat nieuwe systeem te beïnvloeden.

5.2. Verandering van een organisatie-eenheid

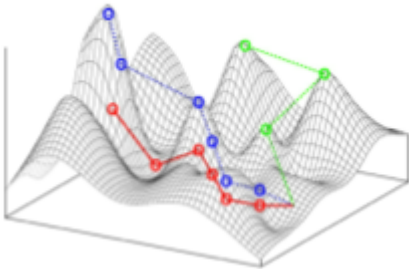
Als er toch een noodzaak is om een organisatieonderdeel met de kenmerken van een Complex Adaptief Systeem te veranderen, dan levert de in dit artikel gepresenteerde model daarvoor een aantal aanknopingspunten. Als eerste moet echter worden opgemerkt dat de context van een organisatieonderdeel vaak een belangrijke rol heeft bij het ontstaan en de (zelf)handhaving van een CAS-organisatie. Zonder de invloed van die context of de context zelf te veranderen is de kans op een succesvolle verandering van het betreffende organisatieonderdeel klein.



In de bovenstaande figuur bevindt het te veranderen organisatieonderdeel zich in de CAS-fase, en worden hieronder twee mogelijke aanpakken uiteengezet

- A. De bestaande (CAS)afdeling kan worden “opgeheven” door het systeem in de richting van chaos te duwen, bijvoorbeeld door bepaalde medewerkers te vervangen, kunstmatig meer tegenstrijdigheid in de context te genereren (of te simuleren) en/of delen van de afdeling fysiek naar een andere locatie te verhuizen. Als echter het werk van de betreffende afdeling nog steeds gedaan moet worden, en door eenzelfde organisatorische eenheid, is de kans groot dat er na enige tijd weer een Complex Adaptief Systeem ontstaat. De vorming van zo’n nieuw systeem kan worden beïnvloed door erkend en adequaat leiderschap. Immers er is tijdelijk sprake van slechte performance, onvrede en klachten die geaccepteerd moeten worden.
- B. De betreffende (CAS)afdeling wordt in de richting van type 3 (zie figuur) gestuurd, door het verminderen van *tegenstrijdigheid*. Als de tegenstrijdigheid vooral wordt veroorzaakt door de context, betekent het verminderen ervan dat, ofwel de relevante delen van de context ook worden veranderd, ofwel bepaalde delen van de context moeten worden afgeschermd of genegeerd. De beweging in de richting van type 3

(zie figuur) betekent ook nieuwe doelstellingen en/of een andere governance; zaken die ook gevolgen hebben voor partijen die de context bepalen. Beide effecten van een beweging in de richting van type 3 hebben een periode van onzekerheid en verandering tot gevolg; om die te doorstaan is leiderschap vereist.



Er is in theorie nog een derde manier om een CAS-organisatie-eenheid te veranderen, namelijk door die eenheid door een “dal” in het landschap naar een nieuwe “piek” te leiden, zonder chaos en desintegratie te veroorzaken. Daarvoor is wel inzicht in de “geografie” van het landschap nog. Met andere woorden, bekend moet zijn waar de “pieken” in het landschap liggen en welke “piek” de gewenste is. En een tijdelijk verblijf in een dal moet op de koop toe worden genomen. Voorbeelden van

een dal zijn: een slecht financieel resultaat, ontevreden klanten, arbeidsonrust, enz. Een bedrijfsorganisatie van enige omvang heeft echter heel veel vrijheidsgraden, de bijbehorende configuratieruimte is gigantisch. Het lijkt onwaarschijnlijk dat voldoende kennis en inzicht in de details van het “landschap” verkregen kan worden.

5.3. Projectorganisatie

Eén manier om een projectorganisatie te laten falen is het met enige regelmaat veranderen van de doelstelling van het project. Alle opeenvolgende doelstellingen zijn wellicht helder en eenduidig; de projectorganisatie heeft echter geen geld en tijd genoeg om zich voortdurend aan te passen. Het project is voortdurend aan het mikken op een bewegend doel en komt niet aan vuren toe.

Deze oorzaak van het mislukken van een project blijft in dit artikel buiten beschouwing. Wel aan de orde is de situatie waarin project-doelstellingen en kaders, vanaf het begin of door tussentijdse veranderingen, onderling in meer of mindere mate tegenstrijdig zijn. Voorbeelden van een dergelijke situatie zijn:

- Er zijn teveel stakeholders met tegenstrijdige belangen en de stuurgroep is genoodzaakt of geneigd om alle stakeholders van invloed te laten zijn. Het doel wordt wazig.
- Doelstellingen worden niet alleen met enige regelmaat aangepast, maar worden ook gestapeld en zijn tegenstrijdig. Het doel beweegt en wordt wazig.
- De projectmedewerkers zijn deeltijdwerkers die ook een deel van hun tijd aan reguliere werkzaamheden in de staande organisatie besteden. Er zijn meerdere doelen en meerdere drijfveren om het doel wel of niet te raken.

In de bovengenoemde situaties kan een projectorganisatie van een type 3 (zie figuur) organisatie veranderen in een Complex Adaptief Systeem, en is daarmee eigenlijk geen projectorganisatie meer. Zo'n project kan beter worden gestopt; als die optie niet beschikbaar is dan hierboven staande paragraaf van toepassing.

Beter is het ervoor te zorgen dat een projectorganisatie in het type 3 (zie figuur) gebied blijft. Daarvoor is een aantal maatregelen denkbaar:

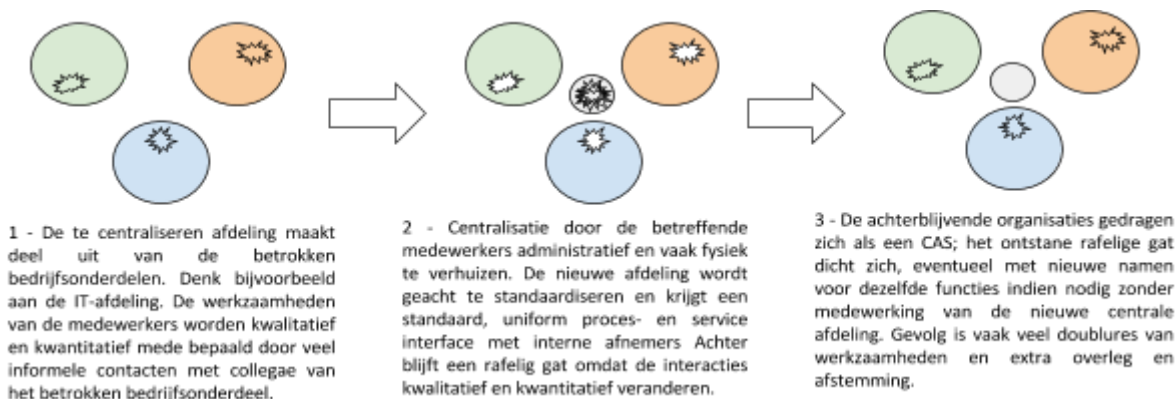
- Ontwerpfase
 - Zorg voor korte doorlooptijden; indien nodig door het project op te delen in kortlopende deelprojecten die op zichzelf ook nut hebben.
 - Identificeer de stakeholders en tegenstrijdigheden tussen de verschillende belangen.
 - Zorg voor zoveel mogelijk vaste projectmedewerkers.
 - Bij (deel)projecten van enige omvang: zorg voor leiderschap in het project; alleen processturing is onvoldoende.
- Uitvoeringsfase
 - Geen stuurgroepen die bestaan uit zittende managers met eigen belangen en die geneigd zijn tot politieke besluitvorming en compromissen.
 - Zorg voor sponsorschap van iets of iemand, binnen of buiten de organisatie, die er voor het bedrijf toe doet.
 - Zorg voor stakeholder management gericht op het weghouden en afweren van invloed van tegenstrijdige belangen. Geen stakeholder management gericht op het accommoderen van die tegenstrijdige belangen.
 - Geen stapeling van steeds wijzigende doelstellingen.

5.4. Centralisatie

In een bedrijf met meerdere business units is het niet ongebruikelijk om bepaalde bedrijfsfuncties in een apart bedrijfs onderdeel te centraliseren. Voorbeelden zijn Human Resource Management en IT Infrastructuur Management. Vóór de centralisatie maken die bedrijfsfuncties integraal deel uit van de betrokken bedrijfs onderdelen; de mate van integratie met de overige processen van een bedrijfs onderdeel kan laag of hoog zijn. Bij een lage graad van integratie zijn de interacties tussen medewerkers in verschillende processen laag en geformaliseerd; het bedrijf en zijn onderdelen zijn van type 1 (zie figuur). Het centraliseren van een bedrijfsproces vereist dan een zekere mate van standaardisatie van interfaces en kan daarna zonder veel moeite worden gerealiseerd worden.

In geval van een hoge mate van integratie zijn de formele en informele interacties tussen mensen en processen van verschillende bedrijfsprocessen intensief; de betrokken bedrijfsprocessen zijn gezamenlijk optimaal en mogelijk afzonderlijk suboptimaal. Het bedrijf en zijn onderdelen zijn dan van type 4 (zie figuur), dat wil zeggen Complex Adaptieve

Systemen.



Centralisatie van een bepaald bedrijfsproces in één centrale eenheid laat dan rafelige randen achter. In veel gevallen wordt het nieuwe gecentraliseerde bedrijfsonderdeel geacht zoveel mogelijk standaard diensten of producten te leveren met behulp van zoveel mogelijk gestandaardiseerde processen, omdat kostenbesparing niet zelden het motief voor centralisatie is.

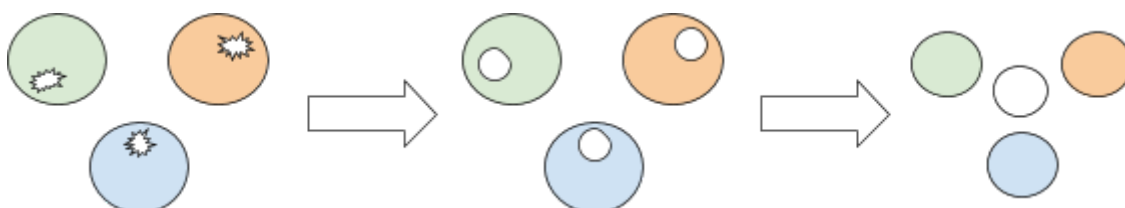
Zonder verdere maatregelen en adequate leiding zal het nieuwe, centrale bedrijfsonderdeel niet in staat zijn om aan de specifieke wensen van de overige bedrijfsonderdelen te voldoen, omdat de standaard niet past en omdat er niet één specifieke dienst bestaat die aan de diversiteit van de vraag kan voldoen.

De kans is dan groot dat de overige bedrijfsonderdelen zelf het gat vullen; die organisaties zijn immers ontstaan als oplossing voor een probleem. Het resultaat van de centralisatie is dan uiteindelijk een verhoging van kosten, doublures en een complexere organisatie.

5.4.1. Hoe te voorkomen

De zekerste manier om de hierboven beschreven effecten van centralisatie te voorkomen is niet aan centralisatie te beginnen. Bedacht moet worden dat de organisatie van bedrijfsonderdelen is "ontstaan" als een in de gegeven omstandigheden zo optimaal mogelijke oplossing van een probleem. Centralisatie en standaardisatie leveren ongetwijfeld schaalvoordelen op, maar hebben ook nadelige effecten. De betreffende bedrijfsonderdelen zijn na de centralisatie waarschijnlijk sub-optimaal georganiseerd en het is op voorhand niet zeker dat een verdere optimalisatie leidt tot een betere situatie dan voorheen. Verder kost de handhaving van de standaard menskracht, tijd en geld. Change management wordt gecompliceerder en er moet voortdurend moeite gedaan worden om de natuurlijke neiging van partijen tot divergentie te onderdrukken.

Als centralisatie van delen van bedrijfsonderdelen toch wenselijk wordt geacht en als die bedrijfsonderdelen van type 4 zijn, dan zijn de volgende stappen aan te bevelen.



1. Standaardiseer de betreffende bedrijfsprocessen eerst binnen de betrokken bedrijfsonderdelen. Voor dat proces is leiderschap vereist en er moet een helder en eenduidig begrip zijn van de te ontwikkelen standaard-diensten en standaard interfaces met andere bedrijfsprocessen. Aandacht voor het te centraliseren bedrijfsproces is noodzakelijk, maar vooral ook aandacht en sturing van de noodzakelijke veranderingen van de overige bedrijfsprocessen binnen de betrokken bedrijfsonderdelen. Overleg en afstemming moeten ervoor zorgen dat de zich ontwikkelende standaarden voor alle bedrijfsonderdelen gelijk blijven.
2. Breng de effecten van de eerste stap op het functioneren en het resultaat van de bedrijfsonderdelen in kaart. Die informatie kan gebruikt worden als ijkpunt voor de op te richten nieuwe centrale afdeling.
3. Breng de gestandaardiseerde afdelingen en processen bij elkaar, bij voorkeur ook fysiek in een apart gebouw of op een aparte verdieping. Leiderschap van zowel de nieuwe afdeling als van de achterblijvende bedrijfsonderdelen blijft nodig tot het moment dat de gewenste performance, gedefinieerd door het ijkpunt van stap 2, is behaald.

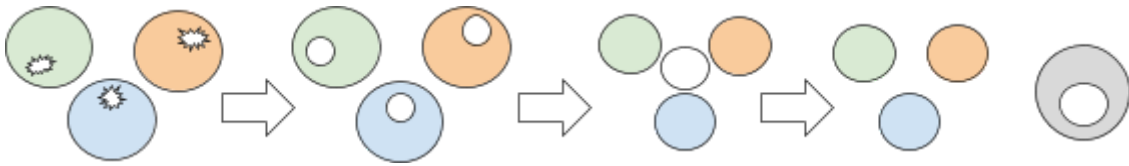
Bijzondere aandacht is vereist voor medewerkers. Niet uit te sluiten is dat tenminste een deel van de beoogde besparingen gerealiseerd moeten worden door het verminderen van het aantal medewerkers. Vanaf het begin van de operatie moet duidelijk en zeker zijn wat er met boventallige medewerkers gaat gebeuren en moeten alle betrokkenen vrede hebben met de voorgestelde regelingen.

5.5. Outsourcing

De stappen 1 en 2 die in het vorige hoofdstuk zijn genoemd met betrekking tot centralisatie, zijn ook van toepassing in geval van outsourcing van een deel van een bedrijfsproces. Ook moet bij outsourcing rekening gehouden worden met de personele consequenties die een ander karakter kunnen hebben in verband met “mens volgt werk” principe.

Een belangrijk verschil tussen centralisatie en outsourcing komt tot uiting in stap 3 (zie figuur). In geval van centralisatie binnen één bedrijf hebben alle betrokken organisatieonderdelen een gemeenschappelijk bestuur dat bij het nemen van besluiten rekening houdt met de gemeenschappelijke en individuele belangen van alle partijen. Ook zullen in het algemeen medewerkers van bedrijfsonderdelen en afdelingen bepaalde waarden, gewoontes en gedragsnormen gemeenschappelijk hebben. Er is sprake van interactie tussen bedrijfsonderdelen en afdelingen; het bedrijf als geheel zit niet helemaal links op de horizontale transactie-interactie as van het model.

In geval van outsourcing is er geen sprake van een gemeenschappelijk bestuur, besluiten worden door afzonderlijke besturen genomen waarbij alleen rekening wordt gehouden met contractuele wederzijdse verplichtingen. De interactie tussen de leverende en ontvangende partij is veelal beperkt tot wat daarover formeel is afgesproken. De combinatie van leverende partij en diens klanten is van type 1 (zie figuur); helemaal links op de horizontale transactie-interactie as van het model.



De achterblijvende organisatie is dus helemaal op zichzelf aangewezen om zich aan te passen aan een situatie die in geval van een organisatie van type 4 (zie figuur) sterk afwijkt van de bestaande. Het verdient daarom aanbeveling om outsourcing van een bedrijfsproces pas uit te voeren nadat de 3 centralisatie-stappen met succes zijn afgerond.

6. En hoe verder

In de voorgaande hoofdstukken is een aantal kenmerken opgesomd en toegelicht van complex adaptieve systemen, een klasse van systemen met leden van uiteenlopende aard, variërend van biologische cellen en micro-organismen tot en met ecosystemen en de atmosfeer. Ook is uiteengezet dat onder bepaalde interne en externe omstandigheden bedrijfsorganisaties tot die klasse kunnen behoren; ook als de aard van de werkzaamheden van het betreffende bedrijf anders doet vermoeden. Om een bedrijfsorganisatie als complex adaptief systeem te karakteriseren is een model gepresenteerd waarin verschillende types organisaties worden gepositioneerd.

De kenmerken van complex adaptieve systemen leiden ertoe dat er grenzen zijn aan de effectiviteit en de mogelijkheden van gangbare management-technieken en -methodes; aan de hand van een aantal voorbeelden worden mogelijke alternatieve besturingsprincipes toegelicht.

Opgemerkt moet worden dat de bovenstaande hoofdstukken geen kant en klare recepten bieden. Het artikel is bedoeld om inzicht te verschaffen in de aard en de kenmerken van complex adaptieve systemen, en dus van organisaties die tot die categorie systemen behoren. Het is aan de lezer zelf om op basis van dat inzicht adequate besturingsmethoden te bedenken en toe te passen.

Daarbij moet ook bedacht worden dat de werkelijkheid van een bedrijfsorganisatie veel complexer is dan hier beschreven. Er is niet alleen het zakelijk functionele lampjes-bord, maar ook het bord van schoolvrienden, het familie-bord en het bord van politieke en sociale netwerken. Interacties zijn niet binair, maar kennen veel meer schakeringen. Het gedrag van mensen en hun motieven zijn niet altijd eenduidig te bepalen en te duiden.

Daarnaast houden de interacties niet op bij de poort van het bedrijfsgebouw. Medewerkers van bijvoorbeeld dienstverlenende bedrijven zullen als regel vaak en veel interacteren met mensen buiten het bedrijf, zowel klanten als leveranciers. Internet en de beschikbaarheid van goedkope consumenten informatietechnologie versnellen dat proces.

De organisatie waar medewerkers deel van uitmaken overschrijdt daarmee de grenzen van het bedrijf. De identiteit van het bedrijf wordt in toenemende mate bepaald en bestuurd door factoren die buiten de invloedssfeer van Raad van Bestuur en Raad van Commissarissen liggen.

Referenties

1. Dr. David S. Alberts, US Defence, quoted in <http://maverickandboutique.com/complex-adaptive-systems/>
2. Zie bijvoorbeeld <http://www.robzuijderhoudt.nl/paginas/artikelen.html>
3. Differentiaalvergelijkingen hebben alleen oplossingen als er randvoorwaarden aan worden gesteld. Door beperkingen op te leggen, en vaak vereenvoudigingen aan te brengen, lijkt een niet-lineaire differentiaalvergelijking beheersbaar te worden. Zo managen we ook. Later leerden wiskundigen om de differentiaalvergelijkingen niet meer op te lossen, maar ze als operator te gebruiken. Daarmee werd een enorme stap gezet in het begrijpen van het gedrag van de natuur. Zo managen we echter niet.
4. Poincaré, Jules Henri (1890). "Sur le problème des trois corps et les équations de la dynamique. Divergence des séries de M. Lindstedt". *Acta Mathematica*. **13**: 1–270
5. Lorenz, Edward N. (1963). "Deterministic non-periodic flow". *Journal of the Atmospheric Sciences*. **20** (2): 130–141
6. Zie bijvoorbeeld "James Gleick - Chaos: Making a New Science. ISBN 0140092501 (ISBN13: 9780140092509)"
7. https://nl.wikipedia.org/wiki/Complex_adaptief_systeem
8. Zie bijvoorbeeld https://en.wikipedia.org/wiki/Banach%E2%80%93Tarski_paradox
9. https://en.wikipedia.org/wiki/Ralph_D._Stacey
10. James D. Thompson, *Organizations in Action: Social Science Bases of Administrative Theory*, ISBN-10: 0765809915, ISBN-13: 978-0765809919
11. https://en.wikipedia.org/wiki/Stuart_Kauffman
12. https://en.wikipedia.org/wiki/Nonlinear_system
13. https://en.wikipedia.org/wiki/NK_model
14. Nassim Nicholas Taleb, "Antifragile: Things That Gain From Disorder", ISBN 1400067820, 9781400067824
15. Prigogine, Ilya; Stengers, Isabelle (1984). *Order out of Chaos: Man's new dialogue with nature*.
16. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.724.4782&rep=rep1&type=pdf>
17. Zie bijvoorbeeld "Kauffman, Stuart (1993). *The Origins of Order: Self Organization and Selection in Evolution*. Oxford University Press. ISBN 0-19-507951-5 " en "Kauffman, Stuart (1995). *At Home in the Universe: The Search for Laws of Self-Organization and Complexity*. Oxford University Press. ISBN 0195111303."
18. Een interessant gegeven is dat naarmate een systeem meer constraints ondervindt de amplificatie van kleine veranderingen groter kan en zal worden. Helaas is alles relatief op een schier oneindige schaal waardoor het voor klassieke analisten niet acceptabel is als argument om minder constraints toe te passen. Zo zijn bijvoorbeeld de maatregelen die genomen zijn om de financiële crisis van 2008 te bestrijden het startpunt van een wereldwijde machtsverschuiving. In het klein per land te zien in de opkomst van populisme en in het groot is het de versterkingsfactor voor in het bijzonder China.
19. Harari, Yuval Noah (2014). *Sapiens: A Brief History of Humankind*. ISBN 9780099590088.
20. http://adaptknowledge.com/wp-content/uploads/rapidintake/PI_CL/media/Stacey_Matrix.pdf
21. Zie bijvoorbeeld <https://www.managementsite.nl/kennisbank/leiderschap>