



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Markt versus onderneming: de bruggenbouwers van de (bedrijfs)economie; een gelaagde wetenschapstheoretische benadering met behulp van complexe adaptieve systemen: "everything is connected"

Verdoes, T.L.M.; Offeren, D.H. van; Witjes, J.P.J.

Citation

Verdoes, T. L. M. (2010). Markt versus onderneming: de bruggenbouwers van de (bedrijfs)economie; een gelaagde wetenschapstheoretische benadering met behulp van complexe adaptieve systemen: "everything is connected". In D. H. van Offeren & J. P. J. Witjes (Eds.), *Overbruggen; Opstellenbundel aangeboden aan prof.dr. J.G. Kuijl RA* (pp. 141-163). Raalte: A & W Uitgevers. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/16335>

Version: Not Applicable (or Unknown)
License: [Leiden University Non-exclusive license](#)
Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/16335>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

14 Markt versus onderneming: de bruggenbouwers van de (bedrijfs)economie

Een gelaagde wetenschapstheoretische benadering met behulp van complexe adaptieve systemen: “Everything is connected”¹

Tim Verdoes

14.1 Inleiding

“The Powers of Ten” is een documentaire die aan de hand van een beginbeeld – een picknickend paar aan een meer – uitzoomt met een factor 10; terugkeert met een factor 10 en vervolgens inzoomt met dezelfde factor. Het is een weg die wordt afgelegd tussen 10^{-16} en 10^{24} met een aaneenschakeling van diepe en verre lagen die zicht geven in de enorme diversiteit in de ruimte en op het niveau van de kleinste elementen van de materie. Het levert een fascinerend en wisselend perspectief op van de ruimte waarin wij leven. Elk niveau opent wisselende perspectieven, die nieuwe eigenschappen openbaart. Op enkele van deze 10-machten vindt het leven op aarde plaats. Ook dat leven openbaart zich op uiteenlopende manieren. In de serie “Life” van de BBC vindt een duizelingwekkende aaneenschakeling plaats van levensvormen die strategieën hebben ontwikkeld om te overleven. Deze diversiteitexplosie is terug te voeren op de Cambriëse periode (of biologische Big Bang). Een andere duizelingwekkende ontwikkeling is die van de mens die leeft op de korst van de aarde die ons, “ons dagelijks brood geeft” (Heilbroner, 1987). Deze laatste “oerknal” vond plaats met de publicatie van “The Wealth of Nations” van Adam Smith. Smith benadrukte onder andere specialisatie, maar was onduidelijk over de entiteit waarbinnen dit moest plaatsvinden: de markt of de onderneming.

Wat ligt ten grondslag aan het empirische en logische ontwerp van systemen, zoals de ruimte, melkwegstelsel, ecologie van de aarde, cel, ontwikkeling van embryo naar mens, hersenen, samenleving, economie, markt en onderneming en de menselijke afspiegeling daarvan in de vorm van (alledaagse) kennis en de ((bedrijfs)economische) wetenschap? Het antwoord kan worden gevonden via inzichten van Complexe Adaptieve Systemen (CAS). Via dergelijke inzichten d(w)aal ik af van de fysische, biologische naar de sociale evolutie, om vervolgens te gaan naar de economie en de verhouding markt-onderneming. Dit is een aaneenschakeling (en overbrugging) van inzichten als hiërarchie, complexiteit, modulariteit, emergente eigenschappen, specialisatie en diversiteit. Economische principes kunnen ook van invloed zijn op de “wetenschappelijke organisatie”. Dezelfde principes zijn op verschillende niveaus te herkennen. CAS fungeert hierbij als overbruggende verb(l)indende schakel en maakt het mogelijk te switchen tussen kennistheoretische niveaus.

Het bestaan (de verklaring) van de onderneming is nauw verbonden met wetenschapstheoretische problemen op het niveau van de ontologie, epistemologie en de methodologie. Dit heeft zijn weerslag op wetenschapsgebieden die zijn geclusterd rondom de onderneming als ervaringsobject die zich kenmerken door een enorme diversiteit waardoor de vraag rijst of de bedrijfseconomie “an sich” nog wel bestaat. Het antwoord is ja, maar in de vorm van een complex adaptief (wetenschappelijk) systeem.

Met deze bijdrage maak ik ook de brug naar mijn proefschrift. In 2005 heb ik verslag gedaan van een zoektocht door de economische kosmos (Verdoes, 2005). Dit leidde tot een

¹ Charles en Ray Eames, in “The Powers of Ten”.

metaforische compositie van de (bedrijfs)economie. Niveauverschillen in de vorm van merkwaardige hiërarchieën en verstrengelde lussen stonden daarin centraal. Er bestaat een cluster van begrippen, concepten en methoden waaruit economische wetenschappers kunnen putten, maar die zich niet altijd goed tot elkaar verhouden. De economische wetenschap – daarin onderscheidt deze wetenschap zich niet van andere wetenschappen – bevat paradoxen. Het paradoxale is dat de theorie en de reële wereld zich niets van deze paradoxen aantrekken, de natuur, economie en de economische wetenschap “werken”. Het betekent niet dat ik sceptisch ben over wetenschappelijke kennis, maar wel dat er steeds beperkingen aan kleven. “Reductionism and relativism (of nog extremer scepticism) are two sides of the same coin². “Science is unified by reduction” (Ziman, 2001, 321-327); “It is the simplification of nature, and of human cognition as naturally evolved, that actually makes scientific research possible.” (Ziman, 2001, 326). De natuur, de mens en de wetenschap “reduceren”, maar ook de markt en de onderneming. Juist door te reduceren treedt vooruitgang op. De stelling die in dit essay wordt verdedigd is dat ook wetenschap kan worden voorgesteld als een CAS, evenals de markt en de onderneming (waarin kennisprocessen plaatsvinden). Steeds is sprake van een evoluerend open systeem, hoewel de wetenschappelijke methode – door haar modulaire opbouw, specialisaties en de vorming van nieuwe vakgebieden – meer specifiek en gesloten van aard is. Globale orde kan ontstaan uit lokale wanorde en diversiteit; flexibiliteit gaat samen met een stringente structuur op een lager niveau. Het bijzondere is dat economische principes ook een rol spelen bij de inzichten van CAS, dit is de economische organisatie van de wetenschap. De ontwikkeling van de theorie van CAS “leent” namelijk op haar beurt belangrijke economische inzichten als concurrentie, specialisatie, samenwerking en handelende agenten van de economie, maar ook de systeemtheoretische inzichten van Smith in de vorm van de “invisible hand” (Boon, 1983, Holland, 1995). Is sprake van een efficiënte (modulaire) inrichting, specialisatie en concurrentie in de zoektocht naar kennis? Reductie is hierbij het sleutelwoord want maakt modulariteit, diversiteit en specialisatie mogelijk.

Principes en inzichten uit de (economische) wetenschap kunnen in verband worden gebracht met de (economische) wetenschap zelf. Is hierbij sprake van wetenschappelijke (met(a)efficiëntie of (met(a)rationaliteit? (zie voetnoot 12). Is rationele (nee volgens Hume) kennis (nee volgens Kant) mogelijk? Wetenschappelijke kennis wordt veelal vereenzelvigd met “true justified belief”. Hierachter gaat een constellatie of cluster van dieperliggende wetenschapsfilosofische veronderstellingen schuil^{3 4}. De kracht daarvan is dat tegenstrijdigheden worden verbloed door dat er veel gemeenschappelijke basiselementen zijn te onderkennen. Dit brengt tevens met zich mee dat slechts dit gehele cluster kan worden verworpen of vervangen. Dit is een variant op een door Quine aangestipt dogma van het empirisme, namelijk het gebruik van hulphypothesen. Wetenschap is (mede daardoor) conservatief, weinig vernieuwend, grensverleggend en niet altijd origineel. Kennis kan een resource, maar ook een constraint zijn; een core competence kan verzanden in een core rigidity (protective belt of een paradigma). De wetenschap neemt small steps, de ontwikkeling wordt in sterke mate bepaald door haar interne structuur, maar omwentelingen zijn mogelijk; de ontwikkeling in de wetenschap kan worden voorgesteld door punctuated equilibria.

² Kennisvorming is zowel de belangrijkste bron, als het belangrijkste probleem van de economie. Kennis en informatie zijn tegelijkertijd de metabron en de metaschaarste. In mijn proefschrift (Verdoes, 2005) heb ik dat laatste ook metalus, of metabeperking genoemd.

³ Zie voor een duizelingwekkende weergave Bartley (1988, 1-45); tot de voornaamste rekent hij reductionisme, determinisme en positivisme. Deze komen terug in de bespreking van interne cognitieve structuren van ondernemingstheorieën in Nightingale (2008): reductionisme, determinisme en essentialisme.

⁴ “...it is often hard to tell what a particular’s writers position really is, since it oscillates in a certain way.” (Bartley, 1988, 9).

Complexe adaptieve systemen zijn een uitweg uit de eerder door mij beschreven lussen. Wetenschap is of kan worden voorgesteld als een complex adaptief systeem, net zoals de fysische en biologische natuur, alledaagse kennis en de relatie onderneming en de markt. Kennisproblemen op het niveau van de onderneming en markt zijn verbonden met wetenschapstheoretische problemen. In de volgende paragrafen d(w)aal ik af via de natuur en CAS, de wetenschap, alledaagse kennis, de economische wetenschap en markt versus onderneming.

14.2 Complexe adaptieve systemen: een inleiding

Wat hebben New York, het immuunsysteem, het centraal zenuwstelsel, onze hersenen en ecosystemen met elkaar gemeen? Volgens Holland (1992, 19) bevatten deze verschijnselen gemeenschappelijke kenmerken. “All of them involve great numbers of parts undergoing a kaleidoscopic array of simultaneous reactions. They all seem to share three characteristics: evolution, aggregate behavior and anticipation”. Deze systemen vertonen “coherence under change”. Dergelijke systemen ontstaan door adaptatie: “adaptation builds complexity”. CAS zijn: “systems with multiple elements adapting or reacting to the patterns these elements create.” (Arthur, 1999, 107). Holland (1995, 10) beschouwt CAS “... as systems composed of interacting agents described in terms of rules. These agents adapt by changing their rules as experience accumulates.” Aangezien de omgeving van een adaptieve agent veelal bestaat uit andere adaptieve agenten is de omgeving of context voortdurend aan verandering onderhevig. Er is geen overkoepelende regel die het systeem beheerst. Het geaggregeerde resultaat “emerges” door de interactie van de agenten (een term die Holland “leent” van de economie). De uitkomsten van het systeem zijn dan ook niet optimaal of efficiënt, want er is geen gegeven einde.

Holland gebruikt de metafoor van het immuunsysteem waarin het gevecht tussen antilichamen en antigenen plaatsvindt. Hoe detecteert het immuunsysteem haar vijanden en weet zij haar eigen identiteit vast te stellen? Het is niet mogelijk om een draaiboek op te stellen van alle indringers; het aantal varianten is oneindig en aan verandering onderhevig. Een dergelijke “single rule” benadering is niet uitvoerbaar en nauwelijks veranderbaar, het opstellen van het draaiboek zou veel tijd vergen en te veel opslagruimte vereisen⁵. Ook is onduidelijk hoe een dergelijk systeem zich kan ontwikkelen. Hiertegenover stelt Holland een hiërarchisch cluster van parallelle regels; “a distributed system” als gevolg van de “emergence of default hierarchies” (zie voor de ontwikkeling hiervan, hierna). CAS zijn opgebouwd uit een aantal basiselementen die kunnen worden onderverdeeld in eigenschappen en mechanismen:

- **Aggregation**
Dit komt op twee manieren voor. Enerzijds in het simplificeren van complexe entiteiten in categorieën die het mogelijk maken nieuwe “scènes” te ontleden in bekende categorieën, anderzijds in de aggregatie van de interacties.
- **Tagging**
Letterlijk is dit etiketteren of labelen. Dit maakt het mogelijk om onderscheid aan te brengen in ogenschijnlijke symmetrieën. Als voorbeeld geeft Holland het aanbrengen van een stip op één van de biljartballen. Tags maken selectieve interactie mogelijk en staan aan de basis van filtering, specialization en cooperation en de hiërarchische structuur. “Tags almost always define the network by delimiting the critical interactions, the major

⁵ En ook de toetsing is moeilijk, er kunnen geen delen worden uitgelicht, slechts het totaalbeeld (het gehele bouwwerk) wordt verworpen; een vorm van naïeve falsificatie. Hoe kan evolutie bij een dergelijke “alles-of-niets” benadering werkzaam zijn?

connections.” (Holland, 1995, 23). “Ultimately, tags are the mechanism behind hierarchical organization.” (Holland, 1995, 15).

- Nonlinearity
De uitkomst van het systeem is niet additief – dat wil zeggen louter een optelsom van de deelresultaten.
- Flows
Er is sprake van een continue stroom in het netwerk. Hierdoor kunnen multiplier en recycling effecten optreden.
- Diversity⁶
Diversiteit is geen toeval, maar een structureel kenmerk van CAS. Het voortbestaan van een agent hangt af van zijn aanpassing aan de context die voor een belangrijk deel wordt geschapen door andere agenten. Elke nieuwe soort/aanpassing opent nieuwe mogelijkheden (niches). “Each new species opens still newer possibilities for interaction and specialization, with still further increases in diversity. The diversity in CAS is the product of progressive adaptations.” (Holland, 1995, 29).
- Internal models
Soms wordt dit aangeduid met schema. Dit is een mechanisme voor anticipatie en leervermogen. Het interne model elimineert details zodat er patronen in de complexe invoer worden aangebracht.
- Building blocks
Complexe situaties worden ontleed in componenten die zorgdragen voor een regelmatig patroon in een complexe omgeving: “Building blocks thus give a system a capacity for transferring previous experience to new situations.” (Holland, 1992, 22). Stel dat we een gezicht ontleden in tien factoren, die elk tien varianten omvatten. Het aantal gezichtsvarianten is dan 10^{10} (tienmiljard) het fascinerende is dat slechts een klein aantal basisregels een ongekende variatie en complexiteit kan bevatten en daarmee flexibiliteit aan de top kan creëren. (Holland, 1998). Schaken en muzieknotatie vereisen slechts weinig regels, maar de verschijningsvormen zijn onbepaald⁷. “If model making, broadly interpreted, encompasses most of scientific activity, then the search for building blocks becomes the technique for advancing that activity.” (Holland, 1995, 36).

Waar komen bovenstaande eigenschappen of mechanismen vandaan? Is daar een Kantiaans a priori element voor nodig? Het antwoord is nee, evolutionaire krachten spelen een rol bij de vorming van deze concepten; een idee dat terugkomt bij de evolutionaire epistemologie van Popper en meer expliciet van Campbell. Het is bij het ontdekken en testen van kennis (in de vorm van regels of binaire strings) dat de tendens van algemene regels naar een algemeen-specifiek-hiërarchisch cluster van regels ontstaat als gevolg van de eenvoud (en rationaliteit en efficiëntie) waarmee deze regels kunnen worden ontdekt en getest. Holland redeneert intuïtief, soms speculatief, maar ook (statistisch-mathematisch) logisch in zijn afleiding van het ontstaan van hiërarchische systemen met behulp van binaire strings. Dergelijke inzichten staan ook aan de basis van het wetenschappelijk bedrijf. Het is een beschrijving van de ontwikkeling van een complex adaptief (kennis)systeem; “evolution is essentially a knowledge process” (Bartley, 1988, 23). Het gaat niet om het efficiënt zijn, maar efficiënt zijn in het efficiënter worden. “The system balances exploration (acquisition of new information and capabilities) with exploitation (the efficient use of information and capabilities already

⁶ De tendens is van zeer algemene regels naar een hiërarchisch cluster van algemene en specifieke regels. In deze paragraaf komt dat op twee manieren aan de orde.

⁷ “Nature can produce complex structures in simple situations, and can obey simple laws even in complex situations.” (Goldenfield en Kadanoff, 1999, 87).

available)”⁸ (Holland, 1992, 26). Is dit niet het kernprobleem bij het (wetenschappelijk) ondernemen?

Holland onderscheidt drie stappen in de afleiding: Een “performance system, credit assignment en rule discovery”. Een agent (een term die hij “leent” van de economie) wordt omschreven als een verzameling van “message-processing rules”. In het performance system worden de capabilities van een agent beschreven; een agent is een verzameling message producing rules (in de vorm van “IF (condition) ... then (action)”. Dat kan zijn een detector (die omgevingsinformatie filtert), de omzetting van een regel, of een effector (die berichten omzet in acties). Het systeem bevat mogelijkheden tot parallelle schakelingen waarbij verschillende delen tegelijkertijd actief zijn (ook concurrerende, tegenstrijdige delen, omdat in het proces de regels nog geen specifieke betekenis hebben).

De vraag is waar deze regels vandaan komen en hoe zij worden aangepast. De regels bevatten competing hypotheses, die niet op hun interne consistentie worden beoordeeld, maar op hun externe correspondentie. Als een hypothese faalt, verdwijnt deze naar de achtergrond en maakt plaats voor alternatieve hypothesen. Het testen en confirmeren van hypothesen staat centraal. Concurrentie vindt plaats door aan een cluster van regels een bepaalde strength toe te kennen; dit is de credit assignment. Holland gebruikt hiervoor de metafoor van de economische concurrentie. Hoe beter een regel (deel uitmakend in de regelketen) bijdraagt aan de prestaties van een agent, des te sterker de rol van deze regel is bij volgende beslissingen. Holland veronderstelt dat algemene en specifieke regels strijden om voorrang, maar hoe specifiek de regel (hoe meer posities in de binaire string relevant zijn) hoe hoger de (potentiële) strength ervan⁹. Algemene regels – default rules – zijn relatief eenvoudig te ontdekken en te testen. Specifieke regels doen zich minder vaak voor – zijn moeilijker te ontdekken en te testen – dan de algemene regels¹⁰. Geleidelijk wordt het interne model van de agent (dat aanvankelijk bestaat uit algemene regels) aangevuld met specifieke regels. Hierdoor ontstaat een “default hierarchy”: een mix van algemene en specifieke regels die om voorrang strijden. Een probleem daarbij is hoe in een keten van regels de kracht van de

⁸ Wat gebeurt er met informatie als algemene regels langzaam veranderen in een hiërarchisch geclusterd stelsel van algemeen-specifieke regels? Langlois (1984, 30-33) onderscheidt (in navolging van Knight) risico en onzekerheid (parametric en structural uncertainty), of imperfect parametric en imperfect structural information. Alleen de laatste staat volgens Langlois aan de basis van de onderneming. Paulos (1999, 168-169) maakt onderscheid tussen informatie-inhoud en informatiecomplexiteit; het eerste concept is gebaseerd op inzichten van Shannon (dit is het gebruikelijke concept dat de mate van verrassing meet die nog in een “entiteit” aanwezig is), het tweede op de inzichten van Chaitin (die de algoritmische informatie-inhoud meet van datgene dat al is onthuld). De informatie-inhoud neemt veelal af, de informatiecomplexiteit neemt veelal toe. Hiertussen kan een bepaald evenwicht bestaan dat (in navolging van Zurek) fysische entropie wordt genoemd. Het modulair opdelen kan de complexiteit verminderen. Dit is een variant op het inzicht van Heisenberg dat kennis over het systeem het systeem zelf (in dit geval door het modulair opdelen ervan) kan veranderen.

⁹ Hij adstrueert dat met een voorbeeld waarbij een kikker de algemene regel hanteert om te vluchten als zich een bewegend object in de nabijheid bevindt, maar juist nadert als hij additionele informatie krijgt dat het een klein object is. Deze regels lijken tegenstrijdig, maar er bestaat toch een symbiose tussen deze twee. Elke keer als het object klein is, wint niet alleen de specifieke regel aan kracht, maar wordt ook het verlies van de eerste (algemene) beperkt. De twee regels gezamenlijk bieden belangrijke voordelen voor de kikker dan elk van de regels afzonderlijk.

¹⁰ Stel dat er 100 mogelijke posities zijn in een binaire string. Als slechts 1 positie relevant is, bestaan er 200 mogelijke condities, die binnen korte tijd kunnen worden uitgeprobeerd en snel kunnen worden getest. Als alle 100 posities relevant zijn, bestaan er 2^{100} condities; het volledig uitvoeren hiervan is ondoenlijk. Dit lijkt op het probleem van de complete markt, of de complete (onbeperkte rationaliteit). Algemene condities worden ook frequenter getest. In het geval van 1 positie wordt deze in de helft van alle gevallen getoetst, elke toename van de condities verlaagt de toetskans met een factor half.

afzonderlijke regels wordt bepaald (dat gebeurt door middel van “implicit parallelism” op grond van het “genetic algorithm”, zie hierna). “Can crossing over and mutation implement such judgments automatically?”

Tot nu toe vindt selectie plaats uit een gegeven verzameling van regels maar deze verzameling verandert. De laatste stap is hoe een agent nieuwe plausibele regels kan ontwikkelen die in de default hierarchy kunnen worden opgenomen. Een component die consistent in krachtige regels is opgenomen is een logische kandidaat bij het vormen van nieuwe regels. Holland introduceert hiervoor het begrip schema (building block); een regel die slechts bepaalde posities op de binaire string gebruikt. Regels met een bovengemiddelde sterkte worden vaker gecombineerd, maar het precieze “cross over” punt is random. De sterkte van de regels kan worden weergegeven als een landschap waarvan we (veelal) lokale toppen proberen te bereiken. (Dat N-K landscape komt hierna eveneens aan de orde bij de inzichten van Kauffman). Er kunnen echter erg veel schemata ontstaan. Hoe kan evolutie de gemiddelde sterkte en de individuele sterkte van alle schemata berekenen? Crossover en point mutation geven het antwoord in de vorm van “genetic algorithms”. De centrale vraag is wat er gebeurt met de building blocks als deze mechanismen worden geïntroduceerd; het ontstaan van een default hierarchy is onvermijdelijk.

De lengte van de schemata – dit is de afstand tussen de twee uiterste relevante punten op de binaire string – speelt een essentiële rol. Hoe korter de lengte hoe kleiner de kans op verstoringen door recombinaties (en mutaties). De korte bovengemiddelde schemata zijn het eenvoudigst te ontdekken en kunnen snel worden getest omdat deze minder varianten kennen (naar analogie van de ontwikkeling van een default hierarchy, zie hiervoor). Afbakeningen beperken de interacties. Ondanks het feit dat er zeer veel schemata bestaan, kunnen deze door middel van implicit parallelism snel worden getest omdat deze weinig varianten kennen¹¹. De tweede reden dat crossovers geen langere schemata verstoren is dat deze op hun beurt weer kunnen zijn opgebouwd door combinatie van simpele schemata. Deze hiërarchische opbouw vermindert het ontwrichtende effect van crossover. Mutatie “reopens the search”; het is te beschouwen als een “insurance policy” omdat voorheen onmogelijke condities kunnen worden onderzocht en getest. Maar deze mutaties komen sporadisch voor en kunnen beperkt blijven tot specifieke schemata. Evolutie vindt plaats op verschillende niveaus en “remembers combinations that increase fitness. Evolutions continually innovates, but at each level it conserves the elements that are recombined to yield the innovations.” (Holland, 1995, 80-81). De complex hiërarchische opbouw van kleine modulaire geclusterde regels die door middel van tags zijn verbonden, is volgens Holland onvermijdelijk. Het gecombineerde effect staat bekend als “implicit parallelism” en is het gevolg van de “genetic algorithm”. Het is de oplossing voor het probleem van het toetsen van de “building blocks” door de gehele string. “The genetic algorithm does implicitly what is infeasible explicitly. Implicit parallelism is the ability to manipulate large numbers of schemata implicitly through the explicit manipulation of a relatively small numbers of strings”. (Holland, 1995, 78-79).

Fitness ontstaat door adaptatie van de individuele agenten en vloeit voort uit de interactie met andere zich aanpassende agenten. Diversiteit is onvermijdelijk als gevolg van de niches die steeds opnieuw ontstaan door adaptatie. De speldenfabriek die Smith als illustratie opvoert heeft geen a priori fitness, de fitheid “must emerge from the context.” (Holland, 1995, 98). Is de onderneming niet als een specifieke module of building block te beschouwen; een

¹¹ Hiervoor is nodig dat een schema weinig relevante posities bevat waarmee het aantal relaties tussen elementen beperkt blijft. Een modulaire, hiërarchische structuur (door Kauffman aangeduid met patches) speelt hierin een belangrijke rol.

specifiek afgebakend kennissysteem? Tags beperken het aantal interacties, zij staan aan de basis van specialisatie en coöperatie. “Tags acquire this role because the adaptive processes that modify CAS select for tags that mediate useful interactions and against tags that cause malfunctions.” (Holland, 1995, 23). Zijn deze tags niet het equivalent van markten die zorgen voor uitwisseling tussen ondernemingen? Markten en ondernemingen co-evolueren.

Holland (1995, 88) geeft aan dat zijn beschrijving meer betrekking heeft op de “information produced” en niet op “extracting information from the environment”. Heiner (1983) heeft in dat kader een verhandeling geschreven over de invloed van de complexiteit op systemen. Onzekerheid leidt juist tot rigiditeit en daarmee tot voorspelbaarheid. Dit leidt hij af door rekening te houden met de kans op succes, de betrouwbaarheid van de informatie en de kosten van het afwegen van alternatieven. Het is voor een agent in het algemeen rationeel¹² om zich af te schermen van bepaalde informatie door deze te filteren op de kritische aspecten ervan. Volledige flexibiliteit door alles in beschouwing te nemen (en ter discussie te stellen) leidt tot chaos en hoge kosten met weinig kans op voordelen. Reduceren en vereenvoudigen – bijvoorbeeld door een hiërarchische modulaire structuur – zijn nodig om te overleven. “Thus, it is in the limits to maximizing that we will find the origin of predictable behavior.” (Heiner, 1983, 561). Hij illustreert deze inzichten op een breed terrein. De rigiditeit kan echter ook de betrouwbaarheid van het systeem aantasten in het geval van complexe omgevingen. Flexibiliteit kan worden verkregen doordat een aantal van de componenten zich ontwikkelt als componenten van een groter systeem “which enables them to reliably guide more complex behavior of a larger system.” In een hiërarchisch systeem zijn de latere stages “governed by successively more flexible rules.” (Heiner, 1983, 583).

Vehkavaara (1998) trekt dit door naar de informatie- en kennisaspecten van evolutie. Hij onderkent vier “nested hierarchies of knowledge storing (or memory).¹³ When organisms adapt to the (changing) environment, they have to adapt in different time scales and this may be one cause why new levels of organization emerge. Environmental knowledge of an organism must not only be stored in a stable form (in genes), but there must also be a mechanism to update it”. De behoefte tot snellere aanpassingen leidt tot “more and more complex hierarchical (phenotypic) organizations.” (Vehkavaara, 1998, 2010-211).

Volgens Simon (1996, hoofdstuk 8) “nature loves hierarchy, and all nature is organized in levels”. Hij illustreert dit aan de hand van twee horlogemakers¹⁴ - Hora en Tempus – die op verschillende wijze een horloge dat bestaat uit 1.000 onderdelen assembleren. Bij Hora leidt elke verstoring tot het tenietgaan van het hele werk. Tempus daarentegen deelt het ontwerp op in modules van 10 onderdelen die hij vervolgens samenvoegt in eenheden van 100, en vervolgens van 1.000. Verstoringen leiden in het laatste geval slechts tot een zeer klein verlies aan activiteiten. De modulaire hiërarchische benadering biedt dan ook belangrijke voordelen. Simon (1996, 197-204) spreekt over “near decomposability of systems”. Deze modulaire

¹² De vraag is hoe dergelijk gedrag moet worden geïnterpreteerd in termen van rationaliteit. Langlois (1986, 227) spreekt van nonrational (arationeel) gedrag, maar dit kan tegelijkertijd worden beschouwd als metarationeel gedrag. In dezelfde zin kan het in ogenschouw nemen van de kenmerken (en de statistische eigenschappen daarvan) van het (adaptieve) systeem bij het nemen van beslissingen leiden tot a- efficiënte uitkomsten (Langlois, 1984, 35), maar ook deze kunnen tegelijkertijd worden getypeerd als meta-efficiënte uitkomsten.

¹³ Een idee dat is terug te voeren op Lorenz en Campbell, een oplossing voor het Kantiaanse a priori probleem.

¹⁴ Horloges spelen vaker een rol in de discussie over de voordelen van het systeemontwerp en de achterliggende kracht ervan. Het speelt in de discussie tussen Darwin en Paley en ook Dawkins heeft daar een verhandeling over geschreven: the blind watchmaker. In paragraaf 14.7 wordt nogmaals een “horlogemaker” opgevoerd.

structuur kenmerkt zich door dichte “intracomponent linkages” en minder sterke “intercomponent linkages”.

Kauffman verstrekt hiervoor een meer theoretische basis. Zijn idee is dat selectie niet de enige bron van orde is (“we the unexpected”), maar dat selectie “has always acted on systems that exhibit spontaneous order.” (“we the expected”). Emergente eigenschappen liggen (mede) aan de basis van orde. Kauffman (1995, 51) noemt dit “free order”. “Life is the natural accomplishment of catalysts in sufficiently complex (dissipative) nonequilibrium chemical systems”. Een autokatalytisch proces ontstaat als elementen in een netwerk in toenemende mate met elkaar zijn verbonden. Voorbij een bepaalde dichtheid (“phase transition”) in de verbindingen ontstaat een autokatalytische verzameling. Diversiteit speelt hierbij een belangrijke rol. Maar een levend systeem kan alleen voortbestaan als er een compromis bestaat tussen malleability en stability. Hoe wordt bereikt dat kleine veranderingen de structuur niet laten ineensstorten? Evolutie werkt immers veelal via geleidelijke aanpassingen (afgewisseld met soms grote schokken, de punctuated equilibria). Een belangrijke eis voor het ontstaan van orde is het aantal verbindingen. Een netwerk bestaat uit een aantal elementen (N) en het aantal verbindingen tussen deze elementen (K). Kauffman (1998, 83) past voor het weergeven van de verbindingen Booleaanse functies toe en vraagt zich af: “Whence cometh the order?” Deze verschijnt plotseling als het aantal verbindingen daalt onder een kritiek niveau¹⁵. Netwerken met zeer dichte verbindingen vertonen een chaotisch beeld, maar netwerken met weinig verbindingen zijn te statisch. “Complex systems exist on, or in the ordered regime near, the edge of chaos because evolution takes them there.” (Kauffman, 1998, 90).

Kauffman hanteert hiervoor de metafoor van de landscapes, met toppen en dalen die bovengemiddelde en benedengemiddelde uitkomsten weergeven. Evolutie “krijgt alleen een kans” als de NK-landscapes niet random zijn maar in een beperkte mate ruig met lokale toppen (“Correlated fitness Landscapes”)¹⁶. Kauffman noemt twee mogelijke beperkingen waarbij selectie geen complexe systemen kan assembleren: “catastrophic change in behavior” en een “error catastrophe”. Wanneer het landschap random is, kan de hoogste top alleen worden gevonden door alle mogelijkheden na te gaan. Evolutie vereist dan ook een bepaalde vorm van zelforganisatie. Hoe hoger K – hoe meer connecties – hoe ruiger het landschap met meer lokale pieken. Maar hoe hoger K – hoe lager de lokale pieken, de rate of improvement vermindert dan exponentieel¹⁷. K moet zich in een bandbreedte bevinden: “Evolution tunes the ‘Knob’¹⁸. “Thus there appears to be a limit on the complexity of a genome that can be assembled by mutation and selection. Self-organization may be the precondition of evolvability itself.” (Kauffman, 1998, 184-185). Evolutie is geen trial-and-error, het is gestuurde trial-and-error.

¹⁵ Dit is een eerste resultaat op basis van één subsysteem. In latere hoofdstukken wordt dit aspect omgedraaid als de systemen in een onderlinge samenhang worden betrokken. Er is dan sprake van de co-evolutie of de evolutie van de co-evolutie.

¹⁶ Holland beperkt het aantal mogelijkheden in termen van de input, Kauffman in termen van de output. Beiden nemen in ogenschouw wat de kosten van het zoeken en opslaan van informatie zijn en wat de slaagkans is van de evolutionaire vooruitgang.

¹⁷ Dat maakt het ook mogelijk dat een nieuwe eenvoudige soort met een hoge piek plots voor een omwenteling zorgt.

¹⁸ Er bestaan allerlei mechanismen om deze afstemming te bewerkstelligen; bijvoorbeeld specifieke Booleaanse functies, en de mate waarin uitkomsten kunnen verspringen. Hoe vaker de uitkomst van een Booleaanse functie bij een 0 of een 1 ligt hoe kleiner de kans dat deze bij een andere input verspringt.

Tot nu toe is uitgegaan van een soort (specie). Maar soorten leven niet in isolement, maar treden met elkaar in contact. Alle soorten passen zich aan en daardoor co-evolueren zij (net zoals een onderneming en een markt). Diversiteit en aanpassingen scheppen steeds nieuwe niches. De overlevingskansen van een soort worden niet alleen door de interne verbindingen bepaald, maar ook door de relaties met andere soorten. Naast de intensiteit van de relaties binnen het systeem (K), bestaan er relaties tussen systemen en een aantal andere systemen waarmee het systeem in contact staat (C). Deze laatstgenoemde verbindingen kunnen het (reële of wetenschappelijke) landschap van een systeem op zijn kop zetten. Hoe hoger K, en hoe lager C en S, hoe beter het speelveld gehandhaafd blijft en ruig is. Maar hoe hoger K, hoe lager de pieken komen te liggen. “Breaking large systems into patches (modules) allows the patches to coevolve with one another.” (Kauffman, 1998, 258). Doen de wetenschap, de onderneming en de markt niet hetzelfde? Wetenschap moet reduceren want kan niet alles tegelijkertijd in beschouwing nemen en ter discussie stellen. Een modulair hiërarchisch systeem kan de complexiteit verminderen en er ontstaan betere mogelijkheden tot specialisatie en toetsing omdat er dan minder varianten zijn. Wetenschapsgebieden, markt en onderneming co-evolueren. Ook wetenschap is (of laat zich typeren als) een complex adaptief systeem. Dit is het onderwerp van de volgende paragraaf.

Volgens Kauffman (1998, 90) hebben “systems capable of complex behavior a decided survival advantage”. Helaas blijft onbesproken waarin die voordelen zijn gelegen. Voordelen van een hiërarchisch modulair (complex adaptief) systeem kunnen zijn:

- Het opdelen van een regel vermindert de complexiteit en maakt specialisatie mogelijk.
- Niet alles wordt steeds tegelijkertijd ter discussie gesteld; er vindt geen naïeve toetsing plaats.
- Niet alle mogelijkheden hoeven te worden gecontroleerd; toetsing en de kans op het vinden van betere combinaties vindt hierdoor sneller plaats.
- Tijds- en geheugenruimtebesparing doordat niet alle mogelijkheden in een draaiboek hoeven te worden vastgelegd.
- Herbergt adaptatie met coherentie.
- Flexibiliteit op een hoger niveau.
- Niet te veel conflicten door modulaire opbouw.
- Geen chaotisch gedrag en chaotische resultaten zodat evolutie kan plaatsvinden.

Het belangrijkste nadeel lijkt te zijn dat het globale optimum niet wordt bereikt, maar dit is een speld in een hooiberg en vereist dat alle mogelijkheden worden nagelopen. Algemene nieuwe krachtige rules kunnen zorgen voor (Copernicaanse) omwentelingen (punctuated equilibria). In werkelijkheid verlopen ontwikkelingen veelal zeer geleidelijk. De kracht van de wetenschap is gelegen in het op modulair niveau opereren, de waarheid is dan het emergente effect van deze modules. Dit lost ook twee centrale dogma's of problemen op van de wetenschap - rationaliteit en kennis - door deze op een hoger niveau (de ontwikkeling of evolutie van de wetenschap zelf) te bezien. Rationaliteit en kennis zijn twee dogma's van de Westerse filosofie.

14.3 Wetenschap als complex adaptief systeem

“De meest opmerkelijke ontdekking die ooit door wetenschappers is gemaakt, is de wetenschap zelf.” (Jacob Bronowski¹⁹). Aanvankelijk hadden “wetenschappers” geen idee dat zij wetenschap bedreven. Vanuit individuele inspanningen heeft de wetenschap zich ontworsteld aan geestelijke en autocratische dogma’s (maar vervangen door haar eigen empirische en logische dogma’s, protective belts en paradigma’s). De wetenschappelijke kennis is langzaam “naar boven komen drijven”²⁰. Wat is wetenschappelijke kennis²¹, waarin is die kennis belichaamd en wat is de stand van de wetenschap of de “body of knowledge”? Ook wetenschap kenmerkt zich door een duizelingwekkende diversiteit aan methoden, bronnen en specialisaties. Geen enkele wetenschapper is in staat dat exact aan te geven – een Homo universalis²² bestaat niet (meer). Sommige wetenschappelijke specialisaties lijken zo ver te zijn doorgeslagen en lijken zodanig specifiek en gedetailleerd, dat de gedachte opkomt dat het weinig meer voorstelt (en daardoor wellicht niet meer wetenschappelijk zou zijn). Maar deze extreme specialismen, diversiteit en arbeidsdeling in de wetenschap zijn heel goed verklaarbaar in termen van complexe adaptieve systemen. Aanpassingen lokken specialismen en diversiteit uit, als gevolg hiervan ontstaan er voortdurend nieuwe wetenschappelijke niches (Champion, 1989); gelijk als in de biologie en de economie²³.

Volgens de Britse filosoof Whitehead is de hele Westerse filosofie niet meer dan een serie voetnoten bij Plato; hij omschreef kennis als “true justified belief”. Met deze uitspraak is de hedendaagse wetenschappelijke kennis nog steeds doordrenkt (Bartley, 1988, 9-11). Aan wetenschap kleeft een logische (interne) en/of een empirische (externe) component. Het is het spiegelen van een interne anticipatie (theorie, model of representatie) aan de externe werkelijkheid. De vraag is of beide onafhankelijk plaatsvinden zijn en wat de oorsprong ervan is. Beide gaan gepaard met problemen. Problemen van logische aard zijn bijvoorbeeld terug te voeren op de stelling van Gödel; de empirische problemen zijn terug te voeren op de Duhem-Quine these²⁴. Toetsing vindt plaats op basis van een verzameling van concepten en veronderstellingen; er zijn altijd hulphypotheses in het geding. Daarnaast is atheoretische waarneming niet mogelijk. Is rationele kennis mogelijk? Nee volgens Hume (rationeel) en Kant (kennis). Hume is van mening dat kennis alleen kan worden gevormd door observaties, maar dat we causale relaties niet kunnen waarnemen. Volgens Kant is er een a priori element van waaruit we de wereld waarnemen. Het “adagium true justified belief” herbergt deze visies. Deze problemen zijn ook tot uitdrukking gekomen in de weergave van CAS in de vorige paragraaf. In complexe systemen is het niet mogelijk om volledig te zijn, waardoor de werkelijkheid in building blocks wordt ontleed waardoor er een cluster aan regels ontstaat.

¹⁹ Onder andere bekend van de BBC-serie “The Ascent of Man”.

²⁰ Met soms onbedoelde effecten; aanvankelijk was het doel het openen van het “Boek der natuur” (God had zich – volgens Augustinus; ook op een andere manier geopenbaard: in de schepping van de natuur). Maar door wetenschappelijk onderzoek werd het boek der natuur langzaam ondergraven. Emergente (onbedoelde) effecten spelen in de wetenschap (en de werkelijkheid) een belangrijke rol. Daarnaast speelt in de wetenschap serendipiteit (door toeval een niet gezochte vondst doen) een rol.

²¹ Ook over wat kennis tot wetenschappelijke kennis maakt bestaat geen eenduidigheid. Meestal wordt dat ingevuld door een opsomming van kenmerken: wetenschappelijke kennis is gegrond, systematisch en intersubjectief. In de hierna volgende benadering van Campbell is dat onderscheid geheel vervaagd.

²² Dit was wel het geval in de periode van het ontstaan van de wetenschap. Maar in deze fase ging het – in de gedachtegang van Holland (1995) - om het ontwikkelen van de algemene regels.

²³ En als bij de stelling van Gödel, een toevoeging van een extra axioma levert weer andere (onvolledigheids)problemen op.

²⁴ Maar bijvoorbeeld ook in het onzekerheidsprincipe van Heisenberg op detailniveau (dit leidt tot een “epistemological paradox, that where knowledge is an essential part of the system, knowledge about the system changes the system itself.” (Boulding, 1966, 8) en de relativiteitstheorie van Einstein op supermacroniveau.

Individuele buildings blocks winnen aan kracht als zij deel uitmaken van (het cluster van) regels die hun waarde in de praktijk hebben bewezen.

Volgens Campbell (1988) draagt de vorming (“cognogenesis”) van wetenschappelijke kennis dezelfde kenmerken als selectie in de natuur. Wetenschap is te beschouwen als een natuurlijk systeem, dus gebaseerd op hetzelfde selectiemechanisme: “Adaptiveness is knowledge.” Hij noemt zijn benadering evolutionaire epistemologie (en de grondlegger ervan Popper). Volgens Campbell kan de vorming van wetenschappelijke kennis worden voorgesteld door een VSR (Variation, Selection, en Retention)-proces. Het overbrengingsmechanisme (waarin de kennis “blijft hangen” en zorgt voor anticipatie op nieuwe gegevens) is een “vicarious process”. Kennisvorming kan worden voorgesteld als een “nested hierarchy of vicarious knowledge processes, including vision, thought, imitation, linguistic instruction and science.” (Campbell, 1988, 89). Hij synthetiseert de sociologische, psychologische en epistemologische aspecten van het proces van kennisvorming; het gaat niet zozeer om de semantiek van wetenschappelijke kennis.²⁵ Het probleem is echter het ontbreken van een duidelijke (normatieve) maatstaf van wetenschappelijke kennis. Christensen en Hooker (1999) zijn van mening dat de tekortkoming van deze benadering is dat de interne cognitieve structuur niet wordt benadrukt (in de geest van Kauffman, dat de gratis orde van complexe systemen ontbreekt). Organizational constraints and capacities zijn cruciaal voor een goed begrip van evolutie en kennisvorming: “theory laden or guided is a central expression of science’s cognitive power, not an epistemic defect.” (Christensen en Hooker, 1999, 245). Kennis is zowel een bron als een beperking.

Bartley bekritiseert de “mainstream (true justified belief)” wetenschappelijke benadering die hij aanduidt als “presentationalism”. Deze benadering herbergt vele thema’s, zoals reductionisme, determinisme en positivisme. De doctrine bestaat uit een network of epistemological, logical and methodological arguments, dat ertoe leidt dat zij “find themselves trapped in a web woven of such assumptions”. (Bartley, 1988, 12-13). Ook wetenschap “stelt er geen prijs op” alles tegelijk ter discussie te stellen, een dergelijke “voor eens en altijd”-benadering ondergraaft de vooruitgang, is wanordelijk en is geen economische²⁶ wijze van wetenschap bedrijven. Een bepaalde structuur, organisatie of robuustheid is noodzakelijk voor vooruitgang (of een evolutionaire ontwikkeling). Er bestaat een vaag cluster van achterliggende ideeën die zichzelf versterken omdat zij gemeenschappelijk elementen vormen van soms tegenstrijdige benaderingen (Champion, 1989). Deze vage grenzen maken sferovergangen mogelijk, waardoor steeds nieuwe wetenschappelijk niches ontstaan. Padafhankelijkheid komt niet alleen voor in de theorie, maar ook over de theorie.

Ook Boon (1983) heeft een zoektocht ondernomen naar de “list der wetenschap”, waarin variatie en selectie een belangrijke rol spelen. Waarheid is daarin niet het doel maar het onbedoelde effect van wetenschap. In feite is wetenschap een hiërarchisch opgebouwd variatie- en selectieproces waarin geleidelijk en in meerdere stappen globale orde en vooruitgang tot stand komen. Kennis is een onbedoeld product van individueel handelen; de bedoelingen en de intenties zijn niet voldoende om de eigenschappen van kennis op globaal niveau te verklaren (Boon, 1983, 43). De ideeën van Smith van de invisible hand worden toegepast op de “wetenschappelijke markt” (net als in de theorie van de complexe adaptieve

²⁵ Ook in de economie bestaan inzichten die meer de structuur benadrukken (Neoklassieken) dan het proces (Oostenrijkers).

²⁶ Volgens Boland (1981, 1035) “Metaphysical statements are necessary because we cannot explain everything.” Juist niet alles ter discussie stellen - ceteris paribus in de wetenschap – levert vooruitgang op.

systemen). Waarheid is een emergent verschijnsel. Een emergent verschijnsel staat ook aan de basis van de economie.

Die hiërarchische verstrengeling van wetenschappelijke activiteiten (of kennisvorming in het algemeen) is ook te vinden in de arbeidsverdeling binnen de wetenschappen. Volgens Anderson (1972) bevat wetenschap een hiërarchische structuur doordat zich op elk niveau nieuwe emergente eigenschappen voordoen (als gevolg van de “twin difficulties of scale and complexity”). De reductionistische benadering waarin alles tot een verzameling van fundamentele wetten wordt teruggebracht, is niet houdbaar. Fysische wetenschappen zijn niet fundamenteeler dan sociale wetenschappen. Naast de organisatie van de wetenschapsgebieden, heeft ook elk wetenschapsgebied zelf een hiërarchische opbouw of een interne structuur. Volgens Ziman (2003, 1628) is “the plurality of science itself an emergent feature of the natural order.” De demarcatie tussen fysische, biologische en sociale wetenschappen is arbitrair. De fysische, biologische en sociale²⁷ wereld zijn hiërarchisch gelaagd, bevatten elementen en verbindingen, building blocks en een “methodological modularity”. Hodgson (1993) ziet in een dergelijke hiërarchische opbouw, zelfs een methode van “bringing life back to economics”.

Wat zijn de gemeenschappelijke elementen van de verschillende wetenschappen? Bestaat er een “unity of science”? Gallager en Appenzeller (1999, 79) signaleren een “hard, practical (dit lijkt een tegenstelling, TV) issue: how the different fields of science relate to each other.” Er zijn vier gemeenschappelijke elementen die de brug vormen tussen de wetenschappen: systeem, selectie, pluralisme en reductie.

Volgens Boulding (1956) vormt “General systems theory - the skeleton of science”. “Each field of knowledge has to find its appropriate method, depending on the nature of the system”. Boulding ontwikkelt een “system of systems”; een gelaagde hiërarchische rangschikking van systemen waarmee wetenschappen zijn uitgerust, met elk hun unieke eigenschappen. Volgens Von Bertalanffy (1951) is “General system theory: a new approach to unity of science”. “All sciences (...) are concerned with systems.” Het tweede aspect is het testen of toetsen van deze systemen; een evolutionair proces. Het derde aspect is de specialisatie of het pluriforme karakter die in het verlengde ligt van de modulariteit. Enerzijds door de erkenning dat elk niveau zijn eigen eisen aan kennisvorming stelt: “The metaprinciple of plurality itself; any discourse of diversity is itself unifying.” (Hodgson, 1993, 249) anderzijds dat er voordelen zijn te behalen door te specialiseren. Uit de lokale aanpak komt de globale wetenschappelijke orde naar boven²⁸. Deze diversiteit weerspiegelt enerzijds de diversiteit van het reële systeem dat de wetenschap afbeeldt, maar anderzijds dat specialisatie, aanpassing en selectie nieuwe wetenschappelijke niches mogelijk maakt. De eerder aangehaalde economische aspecten van CAS zorgen ook voor een economisch getinte organisatie van de wetenschappen, omdat deze lokale problemen deel uitmaken van een groter geheel dat in evolutionair opzicht wetenschappelijke niches vormt. Ziman (2001, 189) noemt dit “problem areas – the local intellectual arena’s where knowledge claims are disputed”. Dit maakt een betere toetsing, concurrentie, originaliteit en specialisatie mogelijk, maar nu op het niveau van de theorie. Het

²⁷ Het verschil tussen fysische, biologische en sociale wetenschappen is menselijk gedrag: “This adds a layer of complication that is not experienced in the natural science.” (Arthur, 1999, 107).

²⁸ Maar die globale orde is vaag, waarbij het enerzijds lijkt alsof “we know more and more about less and less.” (Gallager en Appenzeller, 1999, 79), maar anderzijds is “emergence: much coming from little.” (Holland, 1998, 1).

overkoepelende aspect is echter reductie, “science is unified by reduction”²⁹ (Ziman, 2001, 321-327). “Science is the search for simplicity, a search for methods to efficiently store information or data compression.” (Colander, 2000, 2). “Advances in theoretical science have often been based on finding useful compact descriptions of a phenomenon of interest. The reduced description does not capture all the features of the phenomenon, just those that are fundamentally relevant.” (Kauffman, 1998, 18). “Methodological debates in science have been, in large part, debates about alternative strategies to compress data.” (Colander, 2000, 2). “Reduction is necessary, inevitable and desirable, what is contentious is not reductionism per se, but its scope and content (Hodgson, 1993, 235)³⁰. Science krijgt daarmee trekken van modelbouw: “Model making, broadly interpreted, encompasses most of scientific activity.” (Holland, 1995, 36). “A reductionist research strategy has an inbuilt bias towards the inclusion of certain types of relations and the exclusions of others”. (Hodgson, 1993, 243). “The task of science is to make use of the world’s redundancy to describe that world simply.” (Simon, 1996, 210). Wetenschap is reducerend van aard, modulair, divers, systematisch en kent selectiecriteria, kenmerken die CAS ook bevatten.

Ziman (1978, 2001) heeft twee verhandelingen geschreven over de structuur van de wetenschap. De volgende citaten ondersteunen het idee dat wetenschap (als afspiegeling van CAS) zelf als een CAS kan worden voorgesteld. “Theories are schematic (...) they simplify the world they are applied to. Theories are very like maps (...). Scientific theories can often be mapped as abstract networks. Science is minutely subdivided into a nested hierarchy of specialties, paradigms and disciplines. Change is an unpredictable, irreversible historical process. The general evolutionary property of science is its adaptive fit. Evolutionary reasoning is a vital tool of metascientific analysis.” (Ziman, 2001, 282-287). “The scientific culture is not systematically directed towards the construction of a global map of knowledge. The projects, procedures, instruments, epistemic criteria and putative discoveries of specialized research communities are not coordinated in advance, are often incompatible, and are only rendered partially coherent by later social structuration and codification. What results is more like intercalated brickwork, a cobbled-up net, a fish skin of overlapped scales, a many stranded cable, or a much repaired clinker-built ship than say, an extremely long error-corrected sentence about the whole cosmos.” (Ziman, 2001, 322). “The text-book description of a physical science fails to do justice to the network of interrelated models, experiments, concepts, techniques, instruments, materials, properties etc. that constitute the corpus of knowledge. Our confidence in any particular element of this science ... is deeply embedded in our consciousness of a multitude of related facts and opinions.” (Ziman, 1973, 39-40). De waarheid, of justified belief, is een emergente uitkomst van een complex adaptief (wetenschap)stelsel.

²⁹ Naast reductie zijn deductie en inductie belangrijke uitgangspunten in de wetenschap. Hodgson (1993) voegt hier (in navolging van Peirce) nog een ander uitgangspunt aan toe: abductie. Dit is het hanteren van metaforen waardoor inzichten van het ene vakgebied kunnen “overspringen” naar een ander vakgebied. Modulaire structuren maken dit eenvoudiger; het is het toepassen van de inzichten van Schumpeter (“Neue Combinationen”), maar dan in de theorie. In deze bijdrage “springen” economische en wetenschapstheoretische principes (op basis van inzichten van CAS). Hodgson (1993, 21) geeft aan dat dit ook is gebeurd met de inzichten over evolutie. De inzichten van Darwin zijn in belangrijke mate beïnvloed door de (economisch getinte) inzichten van Malthus. In een later stadium zijn deze biologische inzichten weer overgesprongen naar de economie.

³⁰ Reductionisme en holisme reduceren beide, namelijk van onderaf en van bovenaf. “Nature can produce complex structure even in simple situations, and can obey simple laws even in complex situations.” (Goldenfeld en Kadanoff, 1999, 87).

Aan filosofen en wetenschappers worden positieve eigenschappen toebedacht. Volgens Plato dient een regent wijsgeer te zijn, volgens Bacon is kennis macht, volgens Descartes bestaat alleen de denkende mens (“ik denk dus ik besta”), maar ook bij Smith vervullen filosofen en wetenschappers een belangrijke rol. Weerspiegelt het economisch systeem – met markten en ondernemingen – als modulaire modelbouw en tags tussen de modules – ook niet de inzichten van de groei van de kennis, gelijk de natuur en wetenschapsvorming in het algemeen?

14.4 Alledaagse kennis als complex adaptief systeem

“Human knowledge is the result of the interaction of the human brain (an extraordinary biological structure, want ook een emergent verschijnsel), artifacts, and the real world.” (Boulding, 1981, 93). Knowledge results from the interaction of internal and external messages, dat bekend staat als “testing”. Know-how onderscheidt zich van know-that, een onderscheid dat is aangebracht door Ryle en door Polanyi tacit knowledge wordt genoemd. Van Ryle is ook het bekende aforisme: “efficient practice precedes the theory of it.” Maar omgekeerd kan worden gesteld dat “niets zo praktisch is als een goede theorie” (een uitspraak die veelal wordt toegeschreven aan de sociaal psycholoog Lewin).

“Knowledge is a general term referring to the content of all the long term memory/representations humans possess, while know-how refers to bits of knowledge related to the use of technology”. Know-how is “the wide range of techniques and understandings human societies have acquired over the years that enable them to meet their wants.” (Nelson en Nelson, 2002, 721, Nelson, 2003, 909). “Learning – whether in the organism or in the organisation – is a matter of self-organization, that is, of the creation of structure.” (Langlois en Garrouste, 1997, 289). Kennis vereist een bepaalde mate van structuur, orde, systeem of organisatie.

Alledaagse kennis wordt onderscheiden van informatie en gegevens, maar de relatie tussen deze concepten is zeer complex: “We cannot regard knowledge as simply the accumulation of knowledge in a stockpile, even though all messages that are received by the brain may leave some sort of deposit there. Knowledge must itself be regarded as a structure, a very complex and frequently quite loose pattern, (...) with its parts connected in various ways by varying degrees of strength. Messages are continually shot into this structure: some of them pass right through its interstices (...) without effecting any perceptible change in it. Sometimes messages “stick” to the structure and become part of it (...). Occasionally, however, a message which is inconsistent with the basic pattern of the mental structure, but which is of a nature that it cannot be disbelieved hits the structure, which is then forced to undergo a complete reorganization”. (Boulding in Langlois en Garrouste, 1997, 288).

Knowhow kent dezelfde eigenschappen als wetenschappelijke kennis³¹: “It is multifaceted, variegated, hierarchical layered and a hybrid mix. Modern technologies are known simultaneously at several different levels”. (Nelson en Nelson, 2002). Ook alledaagse kennis kent een modulaire, geclusterde hiërarchische en hybride opbouw. “Technology and what has come to be called science have much in common. Both are systems of knowledge. Science and technique co-evolve.” (Nelson en Nelson, 2002, 729). “The analogy between science and technology is impressionistic.” (Dosi, 1982, 158). Dosi (1982) spreekt over “technological paradigms”; de interne cognitieve structuur van kennis is van invloed op “technological

³¹ Ook hierbij doemen dezelfde vragen op als bij de bespreking van wetenschappelijke kennis (paragraaf 14.3): wat is het, waarin zetelt het en wat is de stand van de alledaagse kennis? Dezelfde vragen doemen op bij de verhouding tussen de markt en de onderneming (zie paragraaf 14.6).

trajectories”. Nightingale (2008) is van mening dat de theorie van de onderneming ook een interne cognitieve structuur kent.

“It is clear that humans possess an astounding amount of effective know how. Humans invoke and simultaneously call on a variety of different types of knowledge in many different kinds of real world settings.” (Nelson en Nelson, 2002, 720-721). Als voorbeeld geven zij aan hoeveel soorten kennis (ook die is belichaamd in apparaten) samenkomen bij een hartoperatie. Volgens Nelson (2003) ligt de “uneven evolution in know how” aan de mogelijkheden om te reduceren; sociale wetenschappen hebben het daarbij moeilijker vanwege de extra laag (menselijk gedrag).

Ook alledaagse kennis is of kan worden voorgesteld als een complex adaptief systeem dat zich ontwikkelt en aanpast. “Modern humans possess an astounding amount of effective “know-how”; technique and knowledge that allow us to do things that early humans – much less non-human animals – could not dream of doing.” (Nelson en Nelson, 2002, 719)³². Adam Smith was zich – gedurende de eerste industriële revolutie - terdege bewust van de rol van kennis (technological advance) in de creatie van de Wealth of Nations, zoals in zijn beroemde speldenfabriek. Hij is de eerste die min of meer systematisch heeft gewezen op vooruitgang als gevolg van know how en het belang daarbij van arbeidsverdeling, specialisatie en markten. Hij heeft nog meer bijzondere inzichten (zoals eerder aangegeven) ontwikkeld die in de economische organisatie van de wetenschappen zelf zijn terug te vinden.

14.5 De economie en de economische wetenschap als complex adaptieve systemen

“Sinds de mens zijn loopbaan op aarde begon, heeft hij geworsteld met het probleem van zijn voortbestaan, niet als enkeling, maar als onderdeel van een sociale groep. Dat hij nog steeds bestaat, is een bewijs, dat hij in staat is gebleken, dit probleem op te lossen; dat er nog steeds honger heerst, zelfs onder de rijkste aller volkeren, bewijst echter, dat zijn oplossing op zijn best partieel is geweest.” (Heilbroner, 1987, 20). De mens moet het doen - terugkerend naar de “Powers of Ten” – met maar een “paar powers of ten” van onze aardkorst. Economie is “... the study of the social relations and processes governing the production, distribution and exchange of the requisites of human life.” (Hodgson, 1993, 8). De strijd om het voortbestaan van de menselijke soort speelt al eeuwen; aanvankelijk werd samenwerking afgedwongen door traditie en autoritair gezag. Langzaam voltrokken zich wijzigingen in de maatschappelijke ordening waarbij de samenleving haar voortbestaan verzekerde door de enkeling toe te staan, precies te doen wat hem goeddunkt omdat krachten werkzaam zijn die ervoor zorgen dat “het werk wordt gedaan.” (Heilbroner, 1987, 22). Het onderzoek naar die krachten heeft de economie losgeweekt van ethische of sociale criteria. Er is sprake van een co-evolutie in de maatschappelijke ontwikkelingen en de reactie van de economische wetenschap daarop³³. Adam Smith’s Wealth of Nations is niet origineel; wel de gedachte aan de economie als kosmos of systeem (Hodgson, 1993). Adam Smith is een “man of system”,

³² “De drang naar weten is misschien de sterkste evolutionaire kracht die in mensen leeft.” (De Wilde, 1998, 14). Maar de uitkomsten maken een mens niet altijd gelukkiger: “Niks weten is een soort geluk” (Goldschmidt in de Volkskrant, 13-12-2008).

³³ Net zoals filosofische benaderingen en reacties sterk worden beïnvloed door het tijdsgewricht. “Er is sprake van een wederkerige relatie: (lokale) levensomstandigheden bepalen de filosofie, filosofie bepaalt de levensomstandigheden (Russell, 2006, 17)”. Deze “local situations are historically emergent”. “Our scientific knowledge takes the form of a narrative, meaningful and causal in spirit but with many unexpected incidents and accidents along the way. Is that what is called “history” on the other side of the campus?” Geschiedenis is een belangrijk onderdeel van kennisvorming: “We do not deduce our lives: we live them.” (Ziman, 2003, 1632).

een “complexity theorist, and a man with a Sante Fe Vision” (Koppl in Colander, 2000, 104), maar ook de “first post-Newtonian thinker en onderkenner van positieve feedback en padafhankelijkheid (Boulding, 1991, 10)³⁴. Ook komen in zijn beroemde boek ideeën voor die als voorlopers zijn te beschouwen voor de agency theorie en de informatie-asymmetrie. Zo beschouwd kan - in navolging van het idee volgens Whitehead wat betreft de ontwikkeling van de filosofie na Plato - de verdere ontwikkeling in de economische wetenschap worden beschouwd als het aanbrengen van voetnoten bij Smith.

Het ontstaan van de economie (of de economische wetenschap) is gelegen in het onderkennen van de externe, emergente effecten of unintended consequences van het individuele handelen. Hierbij treedt een ander verklaringsprincipe van het menselijk handelen op de voorgrond: de “propensity to truck, barter and exchange”. De mens wordt geleid door een “invisible hand to promote an end which was no part of his intentions”. Niet de intenties staan centraal, maar de consequenties ervan; als gevolg van het lostrekken van moraal ethische beschouwingen, heeft de economische wetenschap zich aan haar haren uit het moeras getrokken. Het is niet toevallig dat een dergelijke beschouwing uitermate relevant is in een meer vercommercialiseerde samenleving.

Naast de rol van de invisible hand speelt de invloed van division of labor, specialization and the extent of the market een belangrijke rol. Boulding (1991, 11) betreurt het dat we niet Smith’s volgende inzicht hebben gevolgd: “that production originated essentially in a genetic process of know-how increased by human learning, which is then able to select, transport, and transform materials into the shape of product, economics might be further along than it is today.” Het is de vraag of economie een toepassingsgerichte wetenschap is, het is in ieder geval de wetenschap van de toepassingen. Kennis en informatie zijn de belangrijkste bron van de vooruitgang. “Knowledge and capability is the prime source and the one that defines all others. Information is the basic, yet abstract resource.” (Cleveland, 1982, 34). De mensheid bewoont nog steeds dezelfde aardkorst, maar is in staat nieuwe bronnen en toepassingen aan te boren. “Resource is a property of things – a property that is the result of human capability. (De Gregori, 1987). Al eeuwen moet de mensheid het op de aardkorst doen met “hetzelfde materiaal”. “There is no such thing as a new material. There are, however, new resources. Resources are not; they are created, the use of resources (in een open systeem, TV) is resource creating. The process of becoming is one that is as much as ideational as material.” (De Gregori, 1987, 241). Kennistheoretische problemen zijn tegelijkertijd de bron en de beperking van de mogelijkheden; net zoals reductie tegelijkertijd realisme en positivisme maar ook scepticisme met zich meebrengt (Ziman, 2001, 321-327). “Economics is about the role of information in resource allocation. All economic problems are reducible to problems of information.” Kay, 1984, 1). Maar tegelijkertijd geldt dat: “Knowledge is our most powerful engine of production; it enables us to subdue Nature and force her to satisfy our wants.” (Marshall, 1920, IV.1.2). “Incomparably greatest among human resources is knowledge. It is because it is the mother of all other resources.” (Mitchell in DeGregori, 1987, 1243). De economie begeeft zich door de noodzakelijke reductie tussen realisme en relativisme of scepticisme. Kennis en informatie zijn te beschouwen als de metabron, maar tegelijkertijd als de bron van de metaschaarste. Deze uitspraak bevat een (kennistheoretische) lus; namelijk de twee kanten van de uitspraak van Ziman dat “Science is unified by reduction”. “In general we face the problem of having too little information and too much.” (Hodgson, 1988, 109). Efficiëntie en rationaliteit zijn geen universele begrippen in een complex open hiërarchisch

³⁴ Smith (1904) maakt ook melding van de veroorzakers van de improvements: “Philosophers or men of speculation whose trade it is not to do any thing, but to observe anything, and who upon that account, are often capable of combining together the power of the most distant and dissimilar objects”.

economisch systeem dat evolueert. De markt en de onderneming zijn kennis- en informatiesystemen die co-evolueren. Het gaat er niet zozeer om, om efficiënt te zijn, maar om efficiënt te zijn in het efficiënter worden (en dat gaat modulair wetenschappelijk gepaard met het veronderstellen dat “iets” efficiënt is).

De economie en de economische wetenschap zelf zijn emergente verschijnselen (het onbedoelde gevolg van een streven naar gewin). Het systeem dat in die wetenschap wordt afgebeeld kan ook als een complex adaptief systeem worden beschreven waarin de invisible hand meer concreet kan worden aangeduid. (Kochugovindan en Vriend, 1998). “ (...) the invisible hand finds the best solution if the coevolving system of patches is in the ordered regime near the transition of chaos.” (Kauffman, 1998, 264).

Markten en ondernemingen spelen in het proces van kennisverwerving en kennis uitbaten een belangrijke rol. Smith’s beroemde speldenfabriek beantwoordt echter niet een belangrijke vraag: “There is more of a mystery to the origin of the pin factory. It helps our understanding not at all, to assign a high a priori fitness to the pin factory. That fitness must emerge from the context”. (Holland, 1995, 97-98). Bovendien is Smith vrij vaag of specialisatie in een onderneming of niet moet plaatsvinden; wat zijn “the organizational consequences?” (Langlois, 2001, 1). Markt en onderneming zijn twee mechanismen in de maatschappelijke arbeidsverdeling; zij maken het mogelijk om de kennisvorming over de toepassingen modulair te kunnen opdelen. Markt en onderneming co-evolueren. Arbeidsverdeling, specialisatie en diversiteit in de economische kosmos werkt volgens hetzelfde principe als het eerdere inzicht van Holland “how adaptation builds complexity”. Markt en onderneming zijn twee CAS; in dergelijke systemen zijn economische principes (van wetenschapsvorming) terug te vinden, deze kennistheoretische problemen spelen weer een belangrijke rol in de ondernemingstheorie.

14.6 De (theorie van de) onderneming en markt als complex adaptieve systemen

Als een reiziger – weer terugkerend naar the “Powers of Ten” – vanuit Mars naar de aarde zou reizen; wat zou hij dan waarnemen, markten of ondernemingen? “A visitor from Mars would likely observe the ‘Ubiquity of organizations’ and more likely find organizational economy a more fitting description than ‘market economy’ for much of the developed world.” (Simon in Kay, 2008, 1221). “Of the enormous number of transactions in an economy, only a tiny fraction of them take place in what literally can be described as a market.” (Auerbach, 1988, 122). Maar: “the distinction between market transactions and non-market exchange is difficult to draw.” (Hodgson, 1988, 175). “Unfortunately, economists have not only shown a general negligence in defining the market, but also they have been extremely cavalier in their use of the term.” (Hodgson, 1988, 175). “... firms and households, they exist – they are entities. Markets, on the other hand, are largely figures of speech in economics”. (Auerbach, 1988, 122). “For too long, ‘the market’, has been taken for granted”. (Hodgson, 1988, 173).

Ondernemingen bestaan in allerlei soorten en maten. Hoeveel ondernemingen bestaan er? Dat is niet bekend, bronnen van de Kamer van Koophandel (KvK) en het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) geven verschillende cijfers (Stel en Diepenhuis, 2004). De grootste groep - eenmanszaken, zelfstandigen en zzp-ers - veroorzaakt de meeste problemen³⁵. Machlup (1967) somt 21 “concepts of the firm” op. Maar het probleem van het niet bestaan van een universele definitie geldt ook voor andere termen, bijvoorbeeld de term paradigma waarvan

³⁵ En niet in het minst doordat deze groep volgens de benadering van Coase (1937) niet als een onderneming wordt getypeerd, omdat Coase de werkgever-werknemer verhouding benadrukt (Kay, 2008, 1211).

24 verschillende betekenissen in Kuhn zijn aangetroffen (Kay, 2008, 1214). Ook een begrip of definitie reduceert, kiest voor de meest relevante eigenschappen. Juist in “het gemak” waarmee die begrippen worden gehanteerd, is de kracht van de wetenschap gelegen, het is een soort ceteris paribus in de theorie zodat we eenvoudiger aspecten kunnen combineren en uitwisselen zonder alles ter discussie te stellen. Het is een vorm van wetenschappelijke efficiëntie, of economische organisatie van de wetenschappen. Ook markten bestaan in allerlei soorten en maten. Economen zien in theorie overal een markt³⁶ in, net als ondernemers in de praktijk. “Remarkably, definitions of the market in the economic literature are not easy to find.” (Hodgson, 1988, 172). “In Coase’s article, the strong implication exists that the economy is so naturally endowed with markets.” Als er mogelijkheden tot uitwisseling bestaan, dan ontstaat de markt tenzij transactiekosten dit verhinderen. Dahlman (1979) heeft dit uitgangspunt bekritiseerd (1979): “the idea of transaction costs has become a catch-all phrase for unspecified interferences with the price system”. Volgens Dahlman (1979) zijn deze transactiekosten te reduceren tot informatiekosten.

Markten en ondernemingen kunnen beide als een emergent verschijnsel³⁷ worden beschouwd. “If it (de markt, TV) were the result of deliberate design this mechanism would have been acclaimed the greatest triumph of the human mind.” (Hayek, 1945). Er is ook sprake van een emergent firm (Kay, 1984). Markten kunnen als een CAS worden voorgesteld (Markose, 2005) net als ondernemingen (Boisot en Child, 1999).

Coase was de eerste die zocht naar de bestaansreden van de onderneming³⁸. Daarvoor was om de aanbodzijde van de economie weer te geven wel sprake van een “representative firm”. Coase zag een rol weggelegd voor de transactiekosten die contracterende partijen moeten maken. Een onderneming (een hiërarchie!) heeft een voordeel ten opzichte van de markt (het geaggregeerde van marktpartijen) omdat zij raamcontracten kan sluiten zodat niet steeds opnieuw contracten hoeven te worden opgesteld.

In de transactiekostentheorie is de onderneming (“Visible hand”) een alternatief van de markt. Door verschillende auteurs (Auerbach, Kay, Hodgson) is erop gewezen dat de impliciete aanname is dat er (al) markten zijn. Vooral het bestaan van de markt wordt bekritiseerd: “Can a rich array of markets exist without organisations to generate them?” Firms have been at the same time devices for the avoidance of the market system, as well for its extensions.” (Auerbach, 1988, 120). Hodgson (1988, 179) stelt zich de vraag: “Why do markets exist?” De functie van markten is juist gelegen in het verlagen van de door Coase aangegeven kosten. “All the reasons that are cited by Coase to explain why market arrangements are more costly than the firm, serve perfectly well as reasons why the market is less costly than atomized exchange.” (Hodgson, 1988, 181). Ook Kay (2008, 1214) geeft aan dat transactiekosten kunnen leiden tot tegenstrijdige antwoorden: “falls in transaction costs may not just help create new markets, they can also help to create firms”. Veelal worden ondernemingen geassocieerd met innovatie en dynamiek. In de benadering van Coase is de

³⁶ En niet alleen dat, zij dichten die markten ook bijzondere kenmerken toe, zoals perfectie, compleetheid en efficiëntie.

³⁷ Bedrijfshistorie speelt hierbij een fundamentele rol. Bijzonder leerzaam is bijvoorbeeld het moeilijke ontstaan van Shell, maar ook de vooruitgang toen een afvalproduct (benzine) door de opkomst van de automarkt het hoofdproduct werd. Wie kon vermoeden dat Nokia (een hout- een papieronderneming) uit zou groeien tot een speler op de wereldmarkt voor telefonie? Ook de ontwikkeling van een onderneming herbergt emergente verschijnselen.

³⁸ Hoewel kwalitatief economisch onderzoek weinig wordt gewaardeerd, is het ironisch dat de inzichten van Coase tot stand zijn gekomen door een rondgang langs Amerikaanse concerns en interviews met bestuursleden.

conclusie eigenlijk negatief: hoe meer ondernemingen er zijn, hoe slechter de markten werken.

De algemene regel van de transactiekosten is zeer “reducerend” – het universele thema van de wetenschap. Vraag bestuurders waarom ondernemingen bestaan en niet één van hen zal het antwoord geven: “om de transactiekosten te verlagen”. Vanaf 1937 (er wordt wel gesproken over B.C. en A.C., “before and after Coase”) wordt de onderneming als een zelfstandige entiteit beschouwd, die haar eigen problemen kent. De onderneming wordt als een aparte wetenschappelijke module aangemerkt binnen de economische organisatie van de (economische) wetenschap. Deze algemene regel (default rule), heeft daarna specifieke invullingen gekregen en heeft geleid tot meer specifieke modules met specialisaties die zich vervolgens hebben afgescheiden tot min of meer zelfstandige modules die zich weer verder hebben ontwikkeld. Zo heeft Williamson de transactiekostentheorie nader gespecificeerd en geoperationaliseerd. Van belang hierbij is dat “Williamson’s synthesis linked the elements of Coase, and Alchian and Demsetz, to a series of specific institutional elements first analysed by the historian Chandler.” (Auerbach, 1988, 120).³⁹ De theorie van de onderneming is daarna tot volle wasdom gekomen. Door deze aanpassingen is een hiërarchisch modulair wetenschappelijk netwerk ontwikkeld, vergelijkbaar met de “default hierarchy - adaptation builds complexity” – in Holland (1995). Ook binnen de vakgebieden in de bedrijfseconomie heeft zich een verdergaande specialisatie voorgedaan; waarbij nieuwe vakgebieden tot ontwikkeling zijn gekomen die geleidelijk aan een min of meer zelfstandig vakgebied zijn geworden en zich weer verder hebben ontwikkeld. Het is het modulair opdelen van en specialiseren in kennistheoretische problemen van het “verschijnsel onderneming” in de wetenschap zelf.

Volgens Nightingale (2008, 533-535) bestaat er ten aanzien van de “theory of the firm” een “nested hierarchy of interconnected ideas. Theories that might initially seem unrelated can be linked by a hierarchy of shared assumptions”. Deze gedeelde veronderstellingen maken het mogelijk om efficiënter wetenschap te bedrijven omdat wetenschappers niet steeds alle concepten dienen te rechtvaardigen. De keuze tussen “realism and relativism is a false one”. Nightingale onderscheidt drie niveaus in de interconnected body of theoretical and practical understanding: metafysica (causaliteit, in de vorm van determinisme, reductionisme en essentialisme⁴⁰), epistemologie en theorie. Hij zet twee extreme posities neer in de vorm van “Mr Optimizer” en “Mr Sceptic”. Hij deelt op basis hiervan negen benaderingen⁴¹ in, toont aan wat hun gelijkenis is en waar de afwijkingen in zijn gelegen. De eerste twee benaderingen zijn de transactiekosten en de resource based benadering, de laatste benadering is die van de bedrijfshistorie. Deze nieuwe varianten, specialisaties en diversiteit in het onderzoek naar de bestaansredenen, de grenzen en de interne organisatie van een onderneming zijn een normaal verschijnsel van een zich evoluerend complex adaptief (ondernemingstheoretisch) systeem.

Markten en ondernemingen co-evolueren. Dit blijkt uit verschillende publicaties waarin elementen van theorieën worden geïntegreerd. “Transaction costs and capabilities are intertwined” (Jacobides en Winter, 2005). Heterogene capabilities en transactiekosten bepalen in samenhang of er verdere specialisatie plaatsvindt. Zij integreren vele inzichten en lichten dit toe met behulp van de Amerikaanse hypotheekindustrie en de Zwitserse horloge-industrie.

³⁹ Williamson combineerde verschillende “building blocks” en maakte ook gebruik van bedrijfshistorische gegevens. Ook in dit geval heeft kwalitatief onderzoek een belangrijke rol gespeeld bij de totstandkoming van het paradigma van de economische organisatie.

⁴⁰ Dit voert terug naar de conclusies van Bartley (1988) die in paragraaf 14.4 aan de orde zijn gekomen.

⁴¹ Fransman (1994) deelt ondernemingstheorieën in op basis van information, knowledge and vision.

Ook transactiekosten veranderen in de tijd. Volgens Baldwin en Clark (2003) ontstaan transacties door de modulaire structuur van de system of production. Jacobides (2003) is van mening dat “organizational unbundling” (het afsplitsen van modules) markten doet ontstaan. De historische samenhang laat zich ook benaderen door de evolutie van de co-evolutie in termen van “Beyond markets and hierarchies” (Lamoreaux e.a., 2003).

Markten en ondernemingen staan in een dialectische verhouding tot elkaar, een onderneming is een alternatief van de markt, schepper van de markt, speler op de markt en kan op de markt worden verhandeld. Ondernemingen zijn enerzijds onderhevig aan de tucht van de markt, maar anderzijds op zoek naar het gat in de markt. Het is een fascinerend schouwspel: “the emergent plurality is itself an emergent feature of the natural order. The multiplicity of different scientific languages is not a sign of inadequate research effort: it is a direct reflection of the multiplicity of intelligible aspects of the natural world.” (Ziman, 2003, 1628).

14.7 Over modelbouw, Meccano en postzegels verzamelen

Het thema van deze bundel is “overbruggen”. Uit deze bundel blijkt de veelzijdigheid van de door Hans begeleide promotieonderwerpen. Beroemd zijn zijn beredeneerde inhoudsopgaven en zijn spreadsheets om het promotieproces te begeleiden. Dit is modelbouw in optima forma. Zoals eerder aangegeven is dat een fundamenteel aspect van wetenschap bedrijven. “Model building is the art of selecting those aspects of a process that are relevant to the question being asked. As with any art, this selection is guided by taste, elegance, and metaphor; it is a matter of induction, rather than deduction. High science depends on this art.” (Holland, 1995, 146). Modelbouw is een universele wetenschappelijke benadering waarmee je bruggen kunt bouwen, zoals met Meccano, een hobby van Hans. Met Meccano kun je dus wetenschappelijke bruggen bouwen. Hans als model- of bruggenbouwer is een complex adaptief systeem!

Soms schiet de Meccano-benadering te kort. Primo Levi verhaalt over “Liefde en Meccano”. Op elfjarige leeftijd was hij verliefd geworden op Lidia. Maar Lidia schonk haar hart aan zijn vriend Carlo. De grondslag van zijn vriendschap met Carlo was gelegen in Meccano; Carlo had rijkere ouders en had de beschikking over de fabelachtige doos 6. De dubbele liefde voor Lidia en Meccano leidde tot een voor de hand liggende gevolgtrekking: Lidia verleiden door middel van Meccano. Samen met de weinig geïnteresseerde Carlo wilde hij iets unieks bouwen: een klok (alweer een horloge). Het bouwwerk zag er niet uit, maar had tenminste een slinger die het ook nog deed. Primo kreeg een gevoel van triomf toen hij zijn werkende slinger aan Lidia presenteerde; maar zij sabelde hem hardhandig neer met de volgende opmerking: “Waar dient dat ding voor?” Zij toonde het bouwwerk geen blik waardig. Veel meer belangstelling had zij voor een enveloppe van cellofaan. Het was haar ten overstaan van iedereen gegeven door Carlo, en bevatte een serie postzegels van Nicaragua. Ondanks de opmerking van Lord Rutherford dat “all science is either physics, or stamp collecting” – brengt modelbouw je niet altijd verder. Ik verzamel postzegels...

Literatuur

- Anderson P.W., 1972, More is different, *Science*, 393-396.
- Arthur W.B., 1999, Complexity and the economy, *Science*, 107-109.
- Auerbach P., 1988, *Competition, the economics of industrial change*, Basil Blackwell, Oxford.
- Baldwin C.Y. en Clark K.B., 2003, *Where do transactions come from?*, Working paper, Harvard Business School.
- BBC, 2009, *Life* (DVD)
- Bertalanffy von L., 1951, General systems theory: a new approach to unity of science, *Human Biology*, 302-313.
- Boisot M. en J. Child, 1999, Organizations as adaptive systems in complex environments: the case of China, *Organization Science*, 237-252.
- Boon L., 1983, *De list der wetenschap, variatie en selectie: vooruitgang zonder rationaliteit*, Amboboeken, Baarn.
- Boulding K.E., 1956, General systems theory – the skeleton of science, *Management Science*, 197-208.
- Boulding K.E., 1966, The economics of knowledge and the knowledge of economics, *American Economic Review*, 1-13.
- Boulding K.E., 1981, Human knowledge as a special system, *Behavioral Science*, 93-102.
- Boulding K.E., 1987, The epistemology of complex systems, *European Journal of Operational Research*, 110-116.
- Boulding K.E., 1991, What is Evolutionary Economics?, *Journal of Evolutionary Economics*, 9-17.
- Campbell D.T., 1988, Blind variation and selective retention in creative thought as in other knowledge processes, in Radnitzky en Bartley, 1988, 91-114.
- Campbell D.T., 1988, Evolutionary Epistemology, in Radnitzky en Bartley, 1988, 47-89.
- Champion R., 1989, Evolutionary epistemology, rationality and the sociology of knowledge (ed. Radnitzky en Bartley), boekbespreking, *Metascience*, 1-4.
- Christensen W.D. en C.A. Hooker, 1999, The organization of knowledge: beyond Campbell's evolutionary epistemology, *Philosophy of Science*, 237-249.
- Cleveland H., 1982, Information as a resource, *The Futurist*, 34-39.
- Coase R.H., 1937, The nature of the firm, *Economica*, 386-405.
- Colander D. (ed.), 2000, *The complexity vision and the teaching of economics*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Dahlman C., 1979, The problem of externality, *Journal of Law and Economics*, 141-162.
- De Gregori T.R., 1987, Resources are not; they become: an institutional theory, *Journal of Economic Issues*, 1241-1263.
- De Volkskrant 13-12-2008
- DeWilde P., 1998, Niet-weten, Hypothese, *NWO-blad voor de wetenschap*, 14-15.
- Dosi G., 1982, Technological paradigms and technological trajectories, *Research Policy*, 147-162.
- Eames R. en C. Eames, 1968, *The Powers of Ten*, TV documentaire.
- Fransman M., 1994, Information, knowledge, vision and theories of the firm, *Industrial and Corporate Change*, 713-757.
- Gallager R. en T. Appenzeller, 1999, Beyond reductionism, *Science*, 79.
- Goldenfeld N. en L.P. Kadanoff, 1999, Simple lessons from complexity, *Science*, 87-89.
- Hayek von F., 1945, The use of knowledge in society, *American Economic Review*, 519-530.
- Heilbronner R.L., 1987, *De filosofen van het dagelijks brood*, Muusses, Groningen/Purmerend.
- Heiner R.A., 1983, The origin of predictable behavior, *American Economic Review*, 560-595.

- Hodgson G.M., 1988, *Economics and institutions, a manifesto for modern institutional economics*, Basil Blackwell, Oxford
- Hodgson G.M., 1993, *Economics and evolution, bringing live back to economics*, Ann Arbor, The University of Michigan Press, Michigan.
- Holland J.H., 1992, *Complex Adaptive Systems*, Daedalus, 17-30.
- Holland J.H., 1995, *Hidden order, how adaptation builds complexity*, Basic Books, New York.
- Holland J.H., 1998, *Emergence*, Oxford University Press, Oxford.
- Jacobides M.G. en S.G. Winter, 2005, The co-evolution of capabilities and transaction costs: explaining the institutional structure of production, *Strategic Management Journal*, 395-413.
- Jacobides M.G., 2003, How do markets emerge? Organizational unbundling and vertical disintegration in mortgage banking, working paper, London Business School.
- Kauffman S., 1995, *At home in the universe, the search for the laws of self-organization and complexity*, Oxford University Press, Oxford
- Kay N.M., 1984, *The emergent firm, knowledge, ignorance and surprise in economic organization*, The MacMillan Press Ltd, London.
- Kay N., 2008, Reappraising the nature of the firm: the role and influence of lexical and structural ambiguity, *Organization Studies*, 1209-1226.
- Kochugovindan S. en N.J. Vriend, 1998, Is the study of complex systems going to solve the mystery of Adam Smith's "invisible hand"?, *The Independent Review*, 50-66.
- Lamoreaux N., D. Raff en P. Temin, 2003, Beyond markets and hierarchies, towards a new synthesis of American business history, *American Historical Review*, 404-433.
- Langlois R. en P. Garrouste, 1997, Cognition, redundancy, and learning in organizations, *Economics of Innovation and New Technology*, 287-299.
- Langlois R.N., 1984, Internal organization in a dynamic context: some theoretical considerations, in M.J. Jussawalla en H. Ebenfield (eds.), *Communication and Information. Economics: new perspectives*, Elsevier Science Publishers B.V., North Holland, 23-49.
- Langlois R.N. (ed), 1986, *Economics as a process*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Langlois R.N., 2001, *The vanishing hand: the changing dynamics of industrial capitalism*, Paper, University of Connecticut.
- Levi P., 1985, *Liefde en Meccano*, Libris Boekhandels.
- Machlup F., 1967, Theories of the firm, marginalist, behavioral, managerial, *American Economic Review*, 1-33.
- Markose S.M., 2005, Computability and evolutionary complexity: markets as complex adaptive systems (cas), *The Economic Journal*, 159-192.
- Marshall A., 1920, *Principles of Economics*, <http://econlib.org>.
- Nelson K. en R.R. Nelson, 2002, On the nature and evolution of human know-how, *Research Policy*, 719-733.
- Nelson R.R., 2003, On the uneven evolution of human know-how, *Research Policy*, 909-922.
- Nightingale P., 2008, Meta-paradigm change and the theory of the firm, *Industrial and Corporate Change*, 533-583.
- Paulos J.A., 1999, *Er was eens een getal, wiskunde en alledaagse werkelijkheid*, Uitgeverij Bert Bakker, Amsterdam.
- Radnitzky G. en W.W. Bartley (eds.), 1988, *Evolutionary Epistemology, rationality, and the sociology of knowledge*, Open Court, La Salle, Illinois.
- Russell B. 2006, *Geschiedenis van de westerse filosofie*, Servire, Utrecht/Antwerpen
- Simon H.A., 1996, *The science of the artificial*, The MIT Press, Cambridge.
- Smith A., 1904, *The Wealth of Nations*, <http://econlib.org>.
- Stel A. en B. Diepenhuis, 2004, *Aantallen ondernemers en ondernemingen, een bronnenonderzoek*, EIM.

- Vehkavaara T., 1998, Extended concept of knowledge for evolutionary epistemology and for biosemiotics: hierarchies of storage and subject of knowledge. In *Emergence, Complexity, Hierarchy, Organization*, George L. Farré and Tarkko Oksala (eds.), Espoo: The Finnish Academy of Technology.
- Verdoes T.L.M., 2005, *Naar een metaforische compositie van de (bedrijfs)economie; een zoektocht door de economische kosmos*, Dissertatie, Universiteit Leiden
- Ziman J., 1978, *Reliable science, an exploration of the grounds for belief in science*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Ziman J., 2001, *Real science, what it is, and what it means*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Ziman J., 2003, *Emerging out of nature into history: the plurality of the sciences*, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 1617-1633.