

De ontwikkeling van kennis in  
wetenschappelijke communicatie:  
Onzekerheid en codificatie in  
anticipatorische systemen

*Rede*

uitgesproken bij de aanvaarding van  
het ambt van hoogleraar  
*Communication and innovation  
in the dynamics of science and technology*  
aan de Universiteit van Amsterdam  
op donderdag 30 juni 2011

door

Loet Leydesdorff

*Mevrouw de Rector Magnificus,  
Meneer de Decaan,  
Collega's van de Universiteit van Amsterdam,  
Zeer gewaardeerde toehoorders,*

**1.**

In 1929 formuleerde de Duitse filosoof Edmund Husserl in een serie Parijse voordrachten getiteld *Cartesianische Mediationen* als volgt:

‘We moeten het helaas doen zonder nader onderzoek van de betekenislaag die de humane en cultuurwereld als zodanig hun specificiteit geeft door die wereld met intellectuele predicaten te verrijken.’

De betekenislaag – die Husserl graag zou willen bestuderen maar waarvoor hem indertijd de onderzoeksinstrumenten ontbraken – bestaat in zijn terminologie uit transcendentale, d.w.z. bovenpersoonlijke, *intentionaliteit*. In zijn latere boek over *De crisis van de Europese wetenschappen* werkt Husserl dit uit: de crisis van de moderne wetenschappen vindt volgens hem zijn oorsprong in het heersende geloof in de objectiviteit van de wetenschap zonder de intersubjectieve intentionaliteit – zingeving – die aan deze objectiviteit *ten grondslag* ligt reflexief in de beschouwing te betrekken.

Weliswaar is intersubjectiviteit in de wetenschapsfilosofie als normatief criterium geformuleerd (bijv. door Popper en De Groot), maar het is nauwelijks uitgewerkt als onderwerp van empirisch onderzoek. Hoe kunnen we sociaal-wetenschappelijk boven-individuele intentionaliteit – de communicatie van betekenissen tussen mensen – empirisch analyseren, meten of modelleren? Hoe kunnen we kennis – een meer specifieke want theoretisch gecodificeerde betekenis – communiceren? Kennis leidt veelal tot verandering van de betekenis die we toekennen aan gebeurtenissen; de feiten

komen dan in een ander licht te staan. Hoe worden betekenis en kennis gemedieerd in de communicatie?

Deze vragen naar de relaties tussen de communicatie van kennis, betekenis en informatie komen mijns inziens centraal te staan in het empirische wetenschapsonderzoek als we niet alleen het wetenschapsbedrijf – de wetenschappers, hun publicaties en citaties – maar ook de inhoudelijke ontwikkeling van wetenschappelijke kennis zelf tot onderwerp van onderzoek willen maken. Hoe werkt de uitwisseling van kennis als gecodificeerde betekenis ten opzicht van de talige uitwisseling van alledaagse betekenis en de communicatie van meetbare informatie?

Ik vang mijn betoog vanmiddag hier aan omdat dit startpunt me de gelegenheid biedt enigszins uiteen te zetten wat de interne samenhang is van mijn onderzoeksprogramma dat zulke ongelijksoortige elementen bevat als scientometrie (het meten van wetenschap in termen van publicaties en citaties), de triple helix van universiteit-industrie-overheidsrelaties en simulaties van anticipatorische systemen. Ik ga dus – misschien anders dan u had verwacht – niet uitwijken over studies naar parameters van het model, zoals geldstromen, publicaties en citaties, maar ik focus op het communicatie-wetenschappelijke model van wetenschapsontwikkeling zoals dit sinds het begin van wetenschapsdynamica in de afgelopen decennia vorm heeft gekregen.

Moderne wetenschap berust op de mogelijkheid om niet alleen informatie en betekenis uit te wisselen, maar ook kennis. We noemen dit type kennis ‘discursieve’ – d.w.z. op de uitwisseling van argumenten berustende – kennis. Discursieve kennis kan worden los gemaakt uit locale praktijken en dan elders worden gebruikt. De jargons – de niet-natuurlijke maar geconstrueerde en functionele talen van de wetenschap – stellen ons in staat wereldwijd te communiceren. Anders dan sommige andere vormen van kennis – bijvoorbeeld ‘tacit knowledge’ van individuen of organisaties – kan discursieve kennis worden geobjectiveerd en daarom als een maatschappelijke productiefactor worden gebruikt; bijv. in de ‘knowledge-based economy’. Globalisering is zo in het systeem van wetenschappelijke communicatie geïmplementeerd.

Bij de bestudering van wetenschapsontwikkeling is dit discursieve karakter van wetenschappelijke kennis sinds het begin van de jaren ’80 meer centraal komen te staan (Mulkay *et al.*, 1983). Anders dan bij ethnografische of antropologisch geïnspireerd wetenschapsonderzoek naar praktijken zijn communicaties en niet mensen hier de eenheden van analyse. Netzoals aan mensen kunnen we aan communicaties eigenschappen attribueren. Bij

voorbeeld, kunnen uitspraken in verschillende mate waar zijn. Eigenschappen van mensen zijn doorgaans normaal verdeeld, terwijl attributen van teksten dat doorgaans juist niet zijn. De verwachte dynamiek is daardoor heel anders.

Wetenschappelijke kennis is opgebouwd uit begrippen die zijn gedefinieerd in een intersubjectief gedragen model of een theorie. Het model of de theorie kan dan worden beschouwd als een nieuw geconstrueerde laag van betekenissen. Dat brengt ons terug bij Husserl. Hoewel het hem misschien indertijd aan een methodologie voor de studie van betekenislagen ontbrak, geeft zijn titel ‘Cartesiaanse Meditatieën’ wel richting aan het antwoord op de vraag naar een empirische operationalisatie. In plaats van Descartes een fout of ‘error’ te verwijten – zoals vandaag de dag soms gangbaar is (Damasio, 1996) – moeten we volgens Husserl iets repareren in diens wetenschapsfilosofie en kentheorie, namelijk het volgende: In de onzekerheid van het *Cogito* (Latijn voor ‘ik denk’) vinden moderne mensen niet langer de zekerheid van God als de Ander – of met een lichte modificatie de door God geschapen Natuur zoals bij Newton – maar de ander als gewone medemens waarmee we intersubjectief betekenissen kunnen delen. Husserl spreekt in dit verband van intersubjectief gedeelde betekenis-horizonten. Deze noemt hij transcendentiaal, omdat ze niet in het individuele *Cogito* op micro-niveau kunnen worden gefundeerd.

Betekenenissen worden tussen mensen lokaal gedeeld maar altijd met een referentie aan andere mogelijke betekenissen, d.w.z. in het licht van verwachtingen. Door te communiceren kunnen we de betekenissen reconstrueren en dus veranderen op het niveau van de dragers van het systeem van betekenissen, maar we kunnen dit als sociale wetenschappers ook nog eens doen door over de betekenislaag die door de participanten wordt onderhouden, op meta-niveau te communiceren en de feiten dan anders te representeren. Wanneer dit meta-niveau bovendien intervenueert in de alledaagse betekenisgeving en zich daarin kan vestigen als een betere oplossing, ontstaat de mogelijkheid van innovatie en op kennis gebaseerde technologische ontwikkeling.

Tussen mensen communiceren we, met andere woorden, niet alleen informatie, maar ook betekenis en door die laatste communicatielaag kan een technologische cultuur worden gedragen. Biologische systemen – mierenhopen of neurale netwerken – kunnen wel aan signalen betekenis toekennen, maar de eenmaal gevormde betekenissen liggen biologisch vast als stimulus-respons relaties. De evolutionaire stap voor de communicatie van betekenis en verwachtingen is de ontwikkeling van de natuurlijke taal geweest. Deze stelt ons in staat de betekenis te variëren. Kennis kan worden

beschouwd als verder gecodificeerde betekenis in een verder ontwikkelde of functionele taal. De codificatie in functionele talen is een volgende-orde mogelijkheid van de communicatie en recombinate van betekenissen in natuurlijke taal: in een kennisclaim wordt een verwachting geconstrueerd door een specifieke recombinate van betekenissen. Door zo'n communicatiestructuur kan niet alleen ruis maar ook niet-relevante communicatie worden uitgefilterd.

Wetenschappelijke kennis wordt op boven-individueel ontwikkeld uit de alledaagse betekenissen. De nieuwe betekenis kan worden gecodificeerd en gearhiveerd, bijv. in wetenschappelijke tijdschriften. Als de wetenschappelijke discourse een meta-betekenis ontwikkelt die beter blijkt dan de betekenissen in de omgangstaal, kan deze ingang vinden in de alledaagse praktijk. Zo ontstaat een evolutionaire pomp die door codificatie de communicatie in de omgangstaal gestaag en met terugwerkende kracht probeert te vernieuwen.

Ik zal het vanmiddag gaan hebben over de verschillen en overeenkomsten tussen de communicatie van informatie, betekenis en kennis. Mijn betoog zal zijn dat wetenschap als een bijzonder domein van verwachtingen, nl. theoretisch gerationaliseerde verwachtingen, het ons mogelijk maakt de intersubjectiviteit waar Husserl het over had, verder te objectiveren; of om met Maturana te spreken als een 'inter-objectiviteit' te reconstrueren. Theoretische en methodologische ontwikkelingen maken het ons mogelijk daarover vandaag de dag meer te zeggen dan Husserl aan wie de instrumenten daarvoor volgens zijn eigen zeggen ontbraken.

## **2. De zelf-organisatie van discursieve kennis**

Een belangrijke bijdrage aan die nieuwe inzichten komt uit de sociaal-wetenschappelijke vertaling van evolutionaire theorievorming over zelf-organisatie of *autopoiesis*. De Chileense neurobiologen Humberto Maturana en Francisco Varela ontwikkelden eerst in de jaren '70 de theorie van de 'zelf-organisatie' van bewustzijn, taal en kennis in neurale netwerken. Deze biologische theorie is door de Duitse socioloog Niklas Luhmann gebruikt om in 1984 een theorie te formuleren over hoe Husserl's intersubjectieve intentionaliteit zich zou kunnen ontwikkelen in *sociale* netwerken.

Analoog aan het ontstaan van leven uit de communicatie van moleculen (of dat van bewustzijn in neurale netwerken), stelde Luhmann – Husserl volgend – voor om de ontwikkeling van de maatschappij te begrijpen in termen van de communicatie van betekenissen tussen mensen in plaats van

handelingen van mensen. De vervolgens veranderende verwachtingsstructuren genereren nieuwe verwachtingen. De maatschappelijke instituties kunnen dan worden beschouwd als retentie-mechanismen waarin eerdere verwachtingsstructuren worden vastgehouden. Verwachtingen circuleren zowel op persoonlijk niveau als boven-individueel. Op persoonlijk niveau leidt dit tot groei en communicatieve competentie. Instituties kunnen hun functionaliteit verliezen en dan moet hun functie worden gheredefinieerd door discussie en technologisch-wetenschappelijke reconstructie.

Met betrekking tot de verwachtingen van anderen of op boven-individueel kunnen we wel verwachtingen of hypothesen formuleren, maar anders dan in de biologie is de waarneming van verwachtingen in empirisch onderzoek nog wel een apart probleem. We zien de mensen en hun gedrag, maar we proberen verwachtingen te specificeren over hun verwachtingen en de interacties tussen die verwachtingen, d.w.z. de intentionele laag die mensen – anders dan dieren – met elkaar kunnen onderhouden. In Husserl's termen gaat het dan niet om *res extensa* – de materiële uitgebreidheid – maar om *res cogitans*, nl. onze gedachtenwereld. Het *cogitatum* – dat waarover we kunnen denken – bestaat niet in de fysieke realiteit anders dan als een reflectie daarvan.

De sociale wetenschappen bestaan niet alleen zelf uit zulke *cogitata*, maar ook hun culturele objecten van onderzoek bestaan grotendeels uit verwachtingen. De andere wetenschappen bestaan zelf ook uit verwachtingen (geformaliseerd in theorieën en hypothesen), maar zij kunnen daar methodologisch meer onbekommerd mee omgaan, omdat ze niet gaan over een dubbellagige verwachtingsstructuur, nl. van participanten en van onderzoekers die verwachtingen specificeren over de onderzochte verwachtingen. In het geval dat we hypothesen over verwachtingen en hun structuren specificeren hebben we kortom een verder uitgewerkte methodologie nodig.

Verwachtingen staan niet los van elkaar, maar worden geformuleerd in verwachtingsstructuren (bijv. paradigma's). Wetenschap grijpt aan op die verwachtingsstructuren door ze te veranderen. De verwachtingsstructuren (bijv. onze theorieën en hypothesen) blijven echter constructen die wij reflexief tot op zekere hoogte kunnen reconstrueren. De overschrijving door nieuwe communicatie kan radicaal zijn. Zo is het bijv. voor ons erg moeilijk om de phlogisthon theorie uit de 18<sup>de</sup> eeuw te reconstrueren. Die theorie is grondig overschreven na de ontdekking van zuurstof (rond 1775). Phlogisthon is daarna geleidelijk verdwenen uit onze inter-objectiviteit.

Hoe kunnen we nu deze dynamiek van de verwachtingsstructuren nader onderzoeken? Luhmann is o.a. belangrijk voor de sociologie van de communicatie geweest omdat hij heeft voorgesteld om dan drie niveaus te onderscheiden: (1) directe interacties tussen betekenissen, bij voorbeeld in face-to-face communicaties tussen mensen, (2) de organisatie van betekenisgeving door afgrenzing in de historische instituties, en (3) de zelf-organisatie van betekenis-ontwikkeling op algemeen maatschappelijk niveau. Interacties zijn dan eerst een bron van variatie en vernieuwing, organisaties de historische instantiaties van verwachtingspatronen en de fluxen van de communicaties over de tijd herbergen ten derde de mogelijkheid tot zelf-organisatie van codes en verdere ontwikkeling door verhoging van de kwaliteit van de communicatie.

Die laatste stap van kwaliteitsverhoging door codering van de communicatie staat niet onder individuele controle, want het is een gevolg van een proces tussen eerdere (bijv. alledaagse) communicaties. De dynamiek van de communicaties ‘zelf-organiseert’ structuren van verwachtingen die veranderen over de tijd. Wetenschappelijke communicaties zijn een mooi voorbeeld op micro-niveau: manuscripten, tijdschriften, referentenrapporten, e.d. transformeren een kennisclaim in een manuscript tot een gevalideerde wetenschappelijke uitspraak. De status van de uitspraak raakt dus veranderd. Als dit herhaaldelijk en selectief gebeurt, kan ook de structuur van het verwachtingensysteem veranderen.

Voorbeelden van autopoietische dynamieken op het macro-niveau van de maatschappij zijn (1) de kapitalistische ontwikkeling van de economie – gebaseerd op interacties tussen transacties – (2) de geglobaliseerde ontwikkeling van wetenschap, maar ook bijvoorbeeld (3) de vormgeving sinds Montesquieu van de scheiding der machten in politieke communicaties. Zulke ontwikkelingen krijgen – nadat ze zijn uitgevonden – vervolgens een eigendynamiek die wordt verankerd in maatschappelijke instituties. Maar het zijn geen Griekse goden die achter onze ruggen om de touwtjes in handen hebben – zoals Max Weber nog opperde. De zelf-organiserende dynamieken functioneren bij de gratie van onze verwachtingen, waardoor ze ook worden gereproduceerd en soms kunnen worden veranderd. Verandering vereist vormgeving en reconstructie van intentionaliteit op boven-individueel niveau. Anders dan biologische ‘adaptatie’ is bij deze ontwikkelingen sprake van cultureel *leren* op het niveau van vermaatschappelijkte verwachtingen en over de langere termijn.

### 3. Wederzijdse verwachtingen en hun dynamiek

Twee centrale bouwstenen voor zijn theorie heeft Luhmann weggehaald bij de Amerikaanse socioloog Talcott Parsons: de mogelijkheid van symbolische generalisatie van betekenissen in de communicatie en het concept dubbele contingentie. Ik kom straks nog terug op het begrip ‘symbolische generalisatie’, maar wil nu eerst ingaan op ‘dubbele contingentie’.

Dubbele contingentie betekent dat ik de ander niet alleen fysiek als afgegrensd tegenkom, maar ook als een ander *Ego Cogito* – een reflexieve persoonlijkheid met een eigen verwachtingenstructuur. De dubbelheid zit in de afgrenzing in zowel de historische realiteit van een fysieke ontmoeting alsook de specifieke verwachtingspatronen die we wederzijds ten opzichte van elkaar onderhouden: *Ego* (ik) verwacht de ander (*Alter*) een verwachtingspatroon te onderhouden dat vergelijkbaar is met dat van mijzelf, maar ook in sommige opzichten weer anders. Met andere woorden: verwachtingspatronen zijn empirisch en kunnen variëren. In de Amerikaanse traditie – anders dan de Europese – was George Herbert Mead de grondlegger van het idee dat wij onszelf psychologisch constitueren in termen van intersubjectieve verwachtingspatronen, nl. als een ‘*I*’ en een ‘*me*’.

Kortom: de ander is ook een *Cogito* en voor mij is die gedachtenwereld van de ander vooral nog een onbekende: een *cogitatum*, d.w.z. iets waarover ik onzeker ben en waarover ik verwachtingen kan onderhouden en dus in een volgende stap hypothesen zou kunnen formuleren. Het eerste van de drie door Luhmann onderscheiden niveaus, nl. dat van de face-to-face interactie in de communicatie van betekenis is hiermee al gespecificeerd, nl. als de tweede laag in de dubbele contingentie. Naast fysieke aanwezigheid van de ander op gedragsniveau is er verwachtingscontingentie tussen reflexieve personen in de *res cogitans*, d.w.z. de sfeer van de onzekerheden en verwachtingen.

Theoretische specificatie is nog maar een eerste stap voor het doen van empirisch onderzoek. Voor dat laatste hebben we ook een model en een meettheorie nodig. Een model voor het onderzoeken van verwachtingen is sinds het midden van de jaren '80 ontwikkeld in de theorie en computatie van anticipatorische systemen. Anticipatorische systemen zijn in 1985 door de Amerikaanse wiskundig-bioloog Robert Rosen gedefinieerd als systemen die een model van zichzelf onderhouden. Psychologisch zijn wij bij voorbeeld zelf anticipatorische systemen: wij onderhouden echter niet één maar meerdere modellen van onszelf en kunnen tot op zekere hoogte kiezen welk model we op welk moment instantiëren. Door hier een voordracht te houden, roep ik bij voorbeeld een verwachtingspatroon bij u op.



Een systeem dat modellen reflexief kan benutten voor zijn eigen verdere ontwikkeling is door de Belgische wiskundige Daniel Dubois in 2003 een ‘sterk anticipatorisch’ systeem genoemd: een zwak-anticipatorisch systeem gebruikt modellen om de toekomst van zijn omgeving te voorspellen, maar een sterk-anticipatorisch systeem gebruikt voorstellingen over toekomstige toestanden als input voor zijn eigen ontwikkeling in het heden. Zo’n systeem is dus niet langer alleen afhankelijk van vorige toestanden (in het verleden), maar ook van zijn toekomstverwachtingen.

U zult begrijpen dat wetenschap bij uitstek een systeem is dat het ons mogelijk maakt om modellen te onderhouden en daarover te communiceren. Communicatie van de modellen heeft een functie voor hun verdere ontwikkeling; de code van de communicatie kan dan worden verfijnd en de kwaliteit van de communicatie navenant verhoogd. Dubois (1998) volgend, kunnen we vervolgens onderscheiden tussen een (1) recursieve ontwikkeling met betrekking tot de vorige toestand van een systeem, (2) een ‘incursieve’ routine wanneer niet het verleden, maar het heden het referentie-kader biedt voor de systeemontwikkeling en (3) ‘hyper-incursie’ ontstaat wanneer routines uitsluitend verwachtingen gebruiken. Zoals we straks zullen zien, kunnen wetenschappelijke communicaties sterk-anticipatorisch geraken wanneer het systeem van verwachtingen kan opereren in termen van verwachtingen die binnen het wetenschapssysteem als hypothesen worden gegeneerd.

Het meest extreme geval van een op de toekomst gericht systeem is een ontwikkeling in termen van verwachtingen, d.w.z. afhankelijk van toestanden op het volgende tijdstip  $t + 1$ . Bij voorbeeld als volgt:

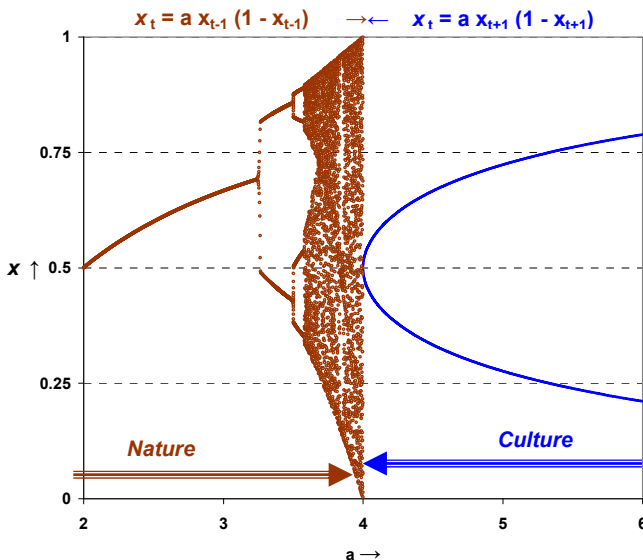
$$x_t = ax_{t+1}(1 - x_{t+1}) \quad (1)$$

Op elk moment  $t$  is de waarde van  $x$  afhankelijk van de waarde van  $x$  op het volgende moment en de selecterende omgeving  $(1 - x_{t+1})$  op dat volgende moment. Deze vergelijking is vergelijkbaar met de uit de biologie bekende Pearl-Verhulst of logistische vergelijking  $x_t = ax_{t-1}(1 - x_{t-1})$ , maar de tijdsas is omgekeerd: waar  $t-1$  staat in de logistische vergelijking, staat er  $t+1$  in deze. Sommigen van u zullen weten dat het biologische model chaotisch wordt, als de parameter  $a$  in de logistische vergelijking naar vier nadert. Bij lagere waarden van  $a$  kan deze vergelijking in de biologie worden gebruikt om groeiprocessen te modelleren. Het resultaat is dan een  $S$ -curve.

Het biologische model ontwikkelt zich met de tijdsas mee of met andere woorden in een recursieve loop waarin de huidige toestand steeds input is voor de volgende. Het patroon van culturele verwachtingen ontwikkelt zich echter omgekeerd tegen de tijdsas in, nl. vanuit mogelijke toekomstige toestanden die – misschien toevallig – zijn opgetreden. In de sociaal-wetenschappelijke statistiek is dit geformaliseerd door de vraag te stellen of de observaties significant afwijken van de verwachtingen?

Omdat verwachtingen kunnen worden geupdated, kan aan gebeurtenissen met terugwerkende kracht een andere betekenis worden gegeven en die betekenis kunnen we herzien in het licht van betere modellen. Anders dan het biologische systeem wordt de hyper-incursieve vergelijking niet chaotisch bij  $a = 4$ , maar deze kwadratische vergelijking in  $x_{t+1}$  heeft op elk moment twee wortels. We kunnen die twee wortels uit de formule afleiden en de oplossingen zijn met respectievelijk een plus en min teken:

$$x_{t+1} = \frac{1}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{1 - (4/a) x_t} \quad (2)$$



**Figuur 1:** Recursieve en hyper-incursieve evaluatie van de logistische vergelijking.

Met Sander Franse heb ik indertijd een manier bedacht om deze vergelijking te simuleren in Excel. Het resultaat daarvan wordt getoond in Figuur 1: links ziet u (in bruin) het biologische domein dat chaotisch wordt, als de bifurcatieparameter  $a$  (langs de x-as) naar 4 gaat, en rechts het culturele domein van de hyperincursieve verwachtingen met twee oplossingen die juist deterministisch worden bij  $a = 4$ . Bij waarden groter dan 4 zijn twee oplossingen mogelijk en is er dus nog een vrijheidsgraad voor het nemen van beslissingen. Het systeem dat zowel een biologisch lichaam als een geest heeft – wij mensen dus – kan de verbinding dragen tussen cultuur en natuur door in beide dynamieken deel te nemen.

Deze hyperincursieve vergelijking [ $x_t = ax_{t+1}(1 - x_{t+1})$ ] kan bij voorbeeld worden gebruikt voor het modelleren van dubbele contingentie in de wederzijdse verwachtingen tussen mensen en wel door als volgt te formuleren:

*Ego's* huidige toestand – hier gemodelleerd als  $x$  op tijdstip  $t$  – is afhankelijk van de verwachtingen over hem of haarzelf op het tijdstip  $t + 1$  en de verwachtingen over niet-Ego oftewel *Alter* – hier gemodelleerd als de selectieterm  $(1 - x_{t+1})$ .

Met het oog op de tijd stap ik nu af van deze dubbele contingentie tussen mensen die verwachtingen ten opzichte van elkaars verwachtingen onderhouden, en ga over op modellen voor de relaties tussen verwachtingen in plaats van personen.

#### 4. Interacties tussen verwachtingen

De dynamiek van de communicatie van verwachtingen zoals bijv. in de wetenschap, wordt weliswaar gedragen door personen, maar die dynamiek is niet langer gebonden aan specifieke personen. Als deze identificatie van personen niet langer nodig is, kan het systeem ook opereren zonder de aanname van een ‘zelf’ dat variatie genereert met een referentie aan vorige of toekomstige toestanden van dat zelf. Dan kunnen we onderzoeken hoe communicaties in het algemeen op elkaar selecteren en we kunnen dan als volgt formaliseren hoe twee selectie-omgevingen hyper-incursief op elkaar werken:

$$x_t = b(1 - x_{t+1})(1 - y_{t+1}) \quad (3)$$

U kunt bij voorbeeld denken aan technologische en marktverwachtingen die elkaar beïnvloeden in de context van een bedrijf. De toestand van het systeem  $x$  op het moment  $t$  is dan afhankelijk van twee selecties  $[(1-x_{t+1})$  en  $(1-y_{t+1})]$  die kunnen co-evolueren.

Ik zou aan deze formule nog wat parameters moeten toevoegen, maar dat zou mijn betoog nuodeloos ingewikkeld maken. Het gaat erom dat de referentie naar een bron van variatie in een ‘zelf’ als een persoon wordt losgelaten. De communicatie heeft geen ‘zelf’ in het heden, in het verleden of de toekomst, maar is slechts een selectieve operatie. In die zin is de biologische metafoor van ‘zelf’-organisatie misschien ongelukkig. In dit simulatie model, volgen we de ontwikkeling van een systeem dat uitsluitend opereert in termen van verwachte selecties.

Laten we deze formule nu eenvoudig verder uitbreiden tot een *hyperincursieve* vergelijking in drie dimensies:

$$x_t = c (1 - x_{t+1})(1 - y_{t+1})(1 - z_{t+1}) \quad (4)$$

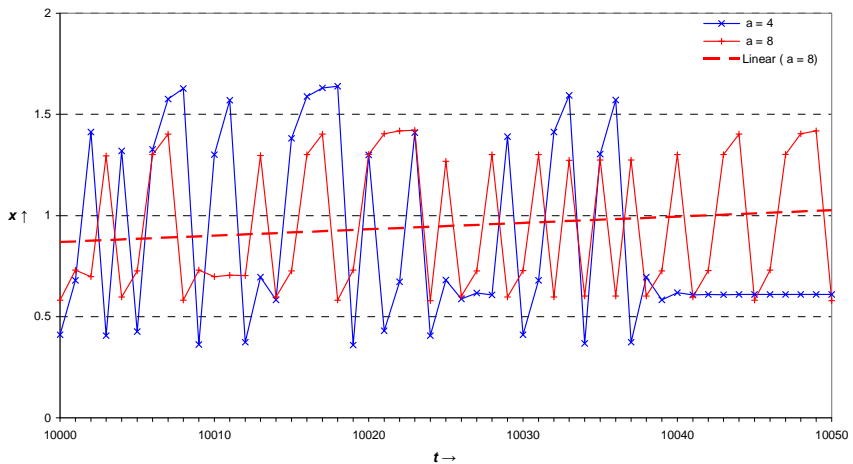
Laat ik me haasten hier een derde, maar *incursieve* formule naast zetten die uitsluitend verschilt in de eerst term:

$$x_t = d (1 - x_t)(1 - y_{t+1})(1 - z_{t+1}) \quad (5)$$

In de context van de computatie van anticipatorische systemen heb ik in 2007 voorgesteld dat deze drie vergelijkingen ons al voldoende houvast geven om het verschil tussen de drie mechanismen van Luhmann – interactie, organisatie en zelf-organisatie in de communicatie van betekenis – te specificeren: interactie veronderstelt het opereren van minstens twee verwachtingspatronen die op elkaar selecteren; zelf-organisatie minstens drie en organisatie is verschillend van zelf-organisatie omdat één term, nl. die van de selectie langs de as van het eigen systeem ( $x_t$ ) niet naar de toekomst, maar naar instantiatie in het heden verwijst.

Organisatie is incursief in plaats van hyperincursief en dus zo is het systeem van verwachtingen verankerd in historiciteit. Bij een technologische ontwikkeling bijv. wordt de locale omgeving incursief georganiseerd, maar er wordt geselecteerd in termen van toekomstgerichte technologische en marktverwachtingen.

Laat ik u één simulatie, nl. die voor interactie tussen twee selecties [ $x_t = b(1 - x_{t+1})(1 - x_{t+1})$ ] als illustratie laten zien (Figuur 2). U ziet dan dat de interactie van wederzijdse verwachtingen zo gemodelleerd tot een beurtelinge afwisseling leidt en daarmee variatie in het systeem van verwachtingen brengt.



**Figuur 2:** De simulatie van interactie tussen verwachtingen

Organisatie actualiseert het systeem in de historische tijd, terwijl een volgende-orde dynamiek van zelf-organisatie het kan globaliseren. De mogelijkheid van historische stabilisatie ontstaat wanneer selectiemechanismen op elkaar opereren in een proces van ‘mutual shaping’. Sommige selecties kunnen worden geselecteerd voor stabilisatie en sommige stabilisaties kunnen door een derde selectie-omgeving worden geselecteerd voor globalisatie. Ik kom straks terug op dit thema wanneer het gaat over de triple helix die kan ontstaan wanneer drie selectie-omgevingen als verschillende codes van de communicatie op elkaar kunnen opereren, nl. wetenschappelijke communicatie, economische transacties en politieke communicatie.

## 5. Meettheorie

Ik ga nu eerst – opnieuw met het oog op de tijd – door naar empirische uitwerkingen van bovenstaande modellen voor met name het empirisch wetenschapsonderzoek of meer algemeen voor kennis-gebaseerde systemen. In zowel de wetenschapsfilosofie als het empirische wetenschapsonderzoek onderscheiden we tussen de historische ontwikkeling van de wetenschap bijv. op het lab of in het instituut (de ‘context of discovery’ of het groepsniveau) en de volgende-orde ontwikkeling van wetenschappelijke kennis op globaal niveau (in de ‘context of justification’ oftewel het veldniveau). Het wetenschapsbedrijf is historisch georganiseerd bijv. in nationale innovatiesystemen, vakgroepen, universiteiten, wetenschappelijke gemeenschappen, etc. Kortom in termen van activiteiten van mensen, bij voorbeeld georganiseerd in instituten.

De wetenschap ontwikkelt zich echter ook op het volgende-orde niveau, nl. als een zelf-organisatie van generationaliseerde verwachtingen gedragen door teksten en vertogen georganiseerd in tijdschriften en zelf-organiserende vakgebieden. Het ritme van deze ontwikkeling van generationaliseerde verwachtingen is anders dan die van de alledaagse activiteiten. De relatie tussen de dynamieken van organisatie en zelf-organisatie heb ik hierboven gespecificeerd in termen van al dan niet terugbuigen op het hier en nu, d.w.z. als een instantiatie. Materieel worden deze relaties tussen organisatie en zelf-organisatie gemedieerd door wetenschappelijke communicaties, bijv. in wetenschappelijke tijdschriften. De codificaties in die communicaties kunnen niet worden geattribueerd aan specifieke mensen, maar die codificaties zijn attributen van de communicatie. Het gaat ons dus om die tweede-orde dynamiek tussen communicaties die bovenop de eerste-orde dynamiek van verwachtingen tussen mensen zich kan ontwikkelen als maatschappelijk proces.

De relaties tussen wetenschappelijke tijdschriften en de kartering daarvan zijn een continue factor in mijn onderzoeksbelangstelling geweest omdat we hier empirisch kunnen vinden wat ik hierboven zo abstract betoogd heb. Tijdschriften ontwikkelen zich ‘beyond control’ voor individuele auteurs en beleidsmakers. Ontwikkelingen op tijdschriftniveau geven ons zodoende onder andere een maat of beleid bijv. ook effectief is geweest. Vaak blijkt dan uit onderzoek, bijv. op het gebied van de nanotechnologie, dat de ontwikkeling van nieuwe tijdschriften vooruitloopt op beleidsinitiatieven van nationale regeringen. De laatste reageren reflexief op de zelf-organisatie van wetenschappelijke ontwikkelingen die niemand en dus ook geen nationale of

zelfs Europese overheid onder controle heeft. Hetzelfde geldt zoals bekend voor de relatief autonome ontwikkelingen op de markt.

Op geaggregeerd niveau citeren auteurs in wetenschappelijke tijdschriften elkaar vooral *binnen* specifieke vakgebieden. Of geformuleerd in termen van relaties tussen communicaties: documenten worden geciteerd in andere documenten. Een artikel in een organisch-chemisch tijdschrift zal bijv. bij uitzondering in een economisch tijdschrift worden geciteerd of omgekeerd. Zo'n afwijkende citatie valt statistisch weg als ruis wanneer we de citaties optellen, bij voorbeeld over de jaren. Er ontstaan kortom patronen in de communicatie die de relaties tussen vakgebieden reproduceren. Die patronen weerspiegelen een volgende-orde (intellectuele) organisatie in de orde van de textuele relaties.

Elke citatie kan worden beschouwd als een *interactie* tussen kennisclaims in artikelen. Het tijdschrift *organiseert* specifieke kennis in een vakgebied in het hier en nu en van jaar tot jaar en een set van tijdschriften kan worden geassocieerd aan de evolutionaire zelf-organisatie van het vakgebied over de tijdsas. Het vakgebied kan min of meer gesloten zijn in termen van een set van tijdschriften of meer open als een verdichting in een netwerk van tijdschriften. De ene configuratie kan ook op de andere volgen met de verdere ontwikkeling van het vakgebied.

Kortom, we hebben hier een empirische operationalisatie van Luhmann's theoretische model. De communicaties worden gedragen door mensen (auteurs en lezers, redacteurs en bibliothecarissen), maar de orde in de communicaties – de verwachte intellectuele inhoud – ontwikkelt zich over de generaties heen in termen van de communicaties en los van de specifieke gedragingen van mensen. De dragers van de communicatie hebben enige vrijheid om zich te bewegen aan de interfaces tussen communicatie-structuren die zich zelf-organiseren als bijv. verschillende vakgebieden.

De volgende-orde communicatie-structuren helpen krachtig bij het filteren van de ruis. De wisselwerkingen tussen de niveaus leidt tot een soort zelf-reinigend vermogen bij het construeren van de specificiteit van de communicatie in het vakgebied. Door de kwaliteit van de communicatie te verhogen kan het vakgebied zich sluiten tegen externe interventies. Let wel, de kwaliteit van de communicatie blijft slechts een intersubjectieve verwachtingsstructuur oftewel *res cogitans*. *Res cogitans* is altijd meer fragiel (want reflexief en onzeker) dan *res extensa*. Dit zelf-reinigend vermogen van de code van de communicatie is dus niet een biologisch gegeven, maar een breekbaar en feilbaar cultureel construct.

De Engelse socioloog Anthony Giddens heeft in dit verband een empirisch belangrijk onderscheid gemaakt tussen ‘structuur’ en ‘structuratie’. Instantiaties op enig moment in de tijd zijn niet alleen gestructureerd op dat moment, maar er is bij dynamische systemen ook altijd sprake van structuratie over de tijd. Anders dan Giddens gaat het mij – zoals u inmiddels zult begrijpen – niet om de structuratie van handelingen of gedrag, maar om de structuratie van intentionaliteit, d.w.z. van belevingen en verwachtingen. Ik heb betoogd dat organisaties en ook personen intentionaliteit reflexief instantiëren in het hier en nu, maar dat die intentionaliteit boven-persoonlijk kan worden ontwikkeld tot een sterk anticipatorisch systeem. Wetenschappelijke communicatie is gegroeid sinds de 17<sup>de</sup> eeuw als een coördinatie-mechanisme in moderne, pluriforme samenlevingen (Price, 1993) naast bijv. de markt als coördinatie-mechanisme van economische verachtingen. Wij hebben ieder van ons een selectief window op meerdere verwachtingsstructuren en we kunnen die windows ook delen bijv. in een organisatie. Met andere woorden, we zijn ‘structured’ door de belevingshorizonten die ons en onze communicatieve competentie ook beperken, bijv. in taboes en fantasieën.

De structuur in de historische organisatie van verwachtingen kunnen we op elk moment van de tijd analyseren met bijv. factor analyse van de matrix van geaggregeerde tijdschrift-tijdschrift citaties, maar dan hebben we het nog steeds over de momentane relaties en dus nog niet over de zelf-organisatie daarvan in termen van specialismen en disciplines die het gevolg is van interacties over de tijd. Om structuratie door zelf-organisatie te meten hebben we een systeemmaat nodig: wat voegt de zelf-organisatie van het vakgebied toe aan de organisatie van en tussen de tijdschriften? Preliminaire is natuurlijk de vraag of er wel sprake is van een zich structurerende dynamiek in de data. Is er sprake van een specialisme? Bestaat er wel zoiets als communicatie-wetenschappen?

Ja, communicatie-wetenschappen bestaat in termen van een organisatiestructuur tussen 32 specifieke wetenschappelijke tijdschriften (Leydesdorff & Probst, 2009). Maar is het ook een vakgebied? Wat is een relevante systeemmaat voor verwachtingen?

Als een systeem van verwachtingen goed op elkaar is aangesloten zoals bijv. in een gelukkig gezin dan ontstaat er redundantie: dingen hoeven niet gezegd te worden om toch te worden verstaan. Als een kind ‘nee’ krijgt van de moeder, weet het eigenlijk ook al het antwoord van de vader. De onzekerheid is dus gereduceerd door een voor het kind latente structurering van de communicatie van verwachtingen tussen vader en moeder.



Informatiematen meten onzekerheid en we hebben er één – en dat is niet toevallig – die ook reductie van onzekerheid kan meten, nl. de wederzijdse informatie in drie of meer dimensies. Als we drie bronnen van variantie (of onzekerheid) hebben – bij voorbeeld, vader, moeder, kind of industrie-overheid-universiteitsrelaties – dan kan de configuratie de onzekerheid reduceren doordat de verwachtingen op een specifieke wijze en tot op zekere hoogte zijn gesynchroniseerd.

Zoals we in termen van vergelijkingen hebben gezien zijn drie selecties van verwachtingen die op elkaar kunnen opereren voldoende om de spanning tussen zelf-organisatie en organisatie van de verwachtingen te onderscheiden. Wanneer er zowel organisatie als zelf-organisatie is, kan een structuur in de selecties worden ontwikkeld die op twee niveaus werkt en dan krachtig helpt om signaal van ruis te onderscheiden, zoals bijv. in interacties tussen de context of justification ten opzichte van de context of discovery. Die structurele dynamiek verandert de code van de communicatie.

Een code, bijv. een alfabet, maakt het mogelijk te onderscheiden tussen betekenisvolle signalen en ruis. Codes kunnen verschillend zijn. Structurele differentiatie in de verwachtingen vereist dat de drie selectie-mechanismen *verschillend* zijn in termen van hun codes. Ik geef dit nu aan met kleuren in dezelfde formule als ik hierboven gebruikte:

$$x_t = c \text{ (1 - } x_{t+1}) \text{ (1 - } y_{t+1}) \text{ (1 - } z_{t+1}) \quad (6)$$

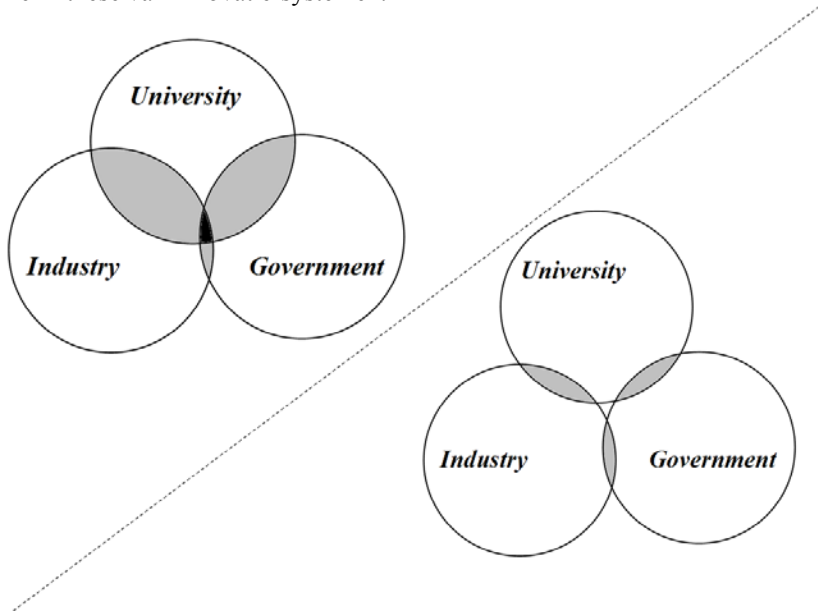
Wat bedoel ik met differentiatie van de codes in verwachtingsstructuren? Bij een krant (als een organisatie) kan men bijv. afspreken dat de directie zich niet met de redactionele inhoud bemoeit. Interactie over die grens heen kan dan als transgressie van de codes in de communicatie worden beschouwd. In politieke communicatie is dit verder gegeneraliseerd in bijv. de *trias politica*.

Structurele verschillen tussen codes van de communicatie ontstaan op maatschappelijk niveau door symbolische generalisatie van specifieke codes. Het zijn dan dus niet langer alleen maar afspraken. Een symbolische generalisatie moet historisch worden ‘uitgevonden’. Symbolische generalisatie van de code van de communicatie in economische transacties betekent bijv. dat we niet meer hoeven te onderhandelen op de markt over de prijs van een product, maar dat we de goederen met geld kunnen betalen. Het geld heeft waarde; die waarde is niet langer gebaseerd op een afspraak, maar gegeneraliseerd.

In een pluriforme maatschappij zoals de onze spelen een groot aantal andere symbolische waarden zo'n coördinerende rol. Die coördinatie-

mechanismen worden gedragen door codes in de communicatie, zoals religieuze communicatie of affectieve communicatie of ook de validering van wetenschappelijke inzichten. In interacties kunnen we als individuen over scheidslijnen tussen codes heenstappen, maar maatschappelijk bepalen de codes wat gezegd kan worden in de ene context en wat niet. Een niet-gevalideerde kennisclaim kan bijv. maar tot op zekere hoogte met extra subsidiegeld worden waar gemaakt. In het parlement wordt anders geargumenteed dan in de rechtzaal of in de wetenschap.

Drie communicatie-systemen die voldoende verschillend zijn, kunnen dan in twee verschillende configuraties communiceren, nl. meer zelf-organiserend of meer centraal georganiseerd. Ik kom nu dus bij de Triple Helix these van innovatie-systemen.



**Figuur 3:** Gecentraliseerde versus gedecentraliseerde configuraties.

In universiteit-industrie-overheidsrelaties verwacht men drie geïstitutionaliseerde codes te functioneren: het economische profijtbeginzel, op kennis gebaseerde vernieuwing en de politieke communicatie van normatieve controle. Die drie symbolisch ggeneraliseerde codes opereren op

het algemene systeemniveau en zijn zelf-organiserend volgens een eigen rationaliteit; de netwerken kunnen functioneren als de georganiseerde retentie-mechanismen van het zich zo over de tijd heen ontwikkelende en vernieuwende innovatie-systeem. Retentie is maatschappelijk belangrijk omdat bijv. de opbrengsten van op kennis gebaseerde innovaties in een economie moet worden vastgehouden, maar het is slechts een relevante subdynamiek van de dynamiek in het innovatie-systeem.

Organisatie is lokaal, hier en nu, en veronderstelt het functioneren van interfaces. Zelf-organisatie is globaal en kan als fluxen door de netwerken opereren ‘on top of’ een veelheid van lokale organisatiestructuren. Die verhouding tussen zelf-organisatie en organisatie nu kan worden gemeten als de verschillen in termen van de wederzijds informatie in drie of meer dimensies. Anders dan alle andere maten uit de informatietheorie kan deze nonlineaire informatiemaat ( $T_{xyz}$ ) ook negatief worden en dan flux tegen de tijdsas in meten. The formule van positieve en negatieve termen is gebaseerd op zgn. Shannon-entropieën:

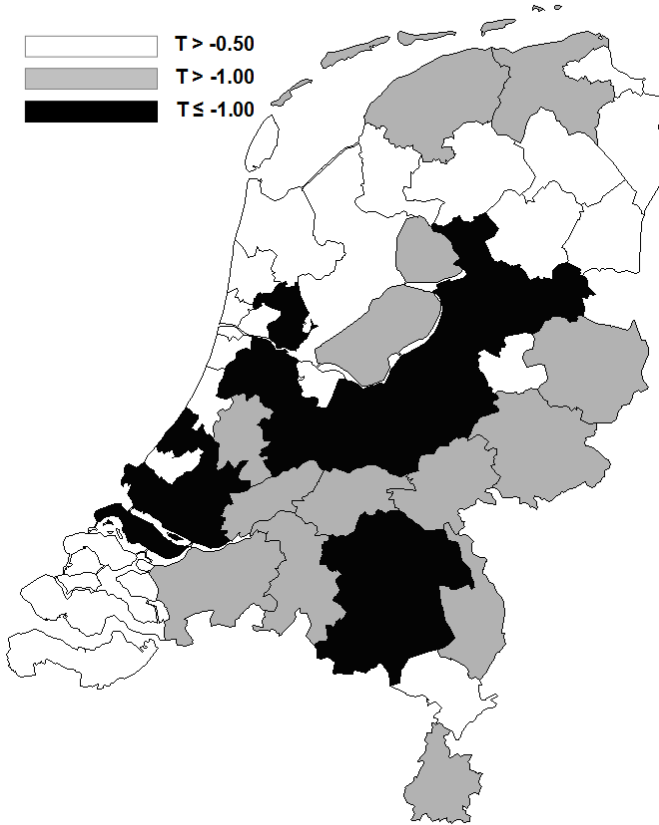
$$T_{xyz} = H_x + H_y + H_z - H_{xy} - H_{xz} - H_{yz} + H_{xyz} \quad (6)$$

Als men zoals Shannon zelf slechts twee van drie dimensies (bijv. zenders en ontvangers) beschouwt, dan is de situatie linear en kan de wederzijdse informatie nooit negatief zijn (Theil, 1972). Bij drie dimensies kan het relatieve gewicht van positieve en negatieve termen in deze formule indiceren welke dynamiek – de historische organisatie of de evolutionaire zelf-organisatie – het zwaarst weegt. De anticiperende feedback in de zelf-organisatie van de verwachtingen kan dan onzekerheid reduceren. Het effect daarvan kunnen we meten als een verschil. Met andere woorden, de mate waarin zelf-organisatie uitmaakt.

## 6. Empirische uitwerkingen

Deze entropie-maat nu heb ik in tal van onderzoeken en in samenwerkingen met anderen toegepast op concrete onderzoeksdomeinen met als onderzoeksvraag of er inderdaad sprake is van een zich ontwikkelende kennisbasis in de economie of ook in een wetenschappelijk specialisme. Ik ben daarbij afhankelijk van anderen omdat de datasets aan bepaalde criteria moeten voldoen. Een aantal jaren geleden bij voorbeeld benaderde Wilfred Dolfma mij met een dataset van alle, d.w.z. meer dan een

miljoen, Nederlandse ondernemingen. Van al die bedrijven kenden we de technologische code volgens een classificatie van de OECD, de postcode en de organisatie-vorm. Dit leidde tot een serie publicaties over de knowledge-based economy. In welke mate leiden de distributies in deze drie dimensies tot een synergie?



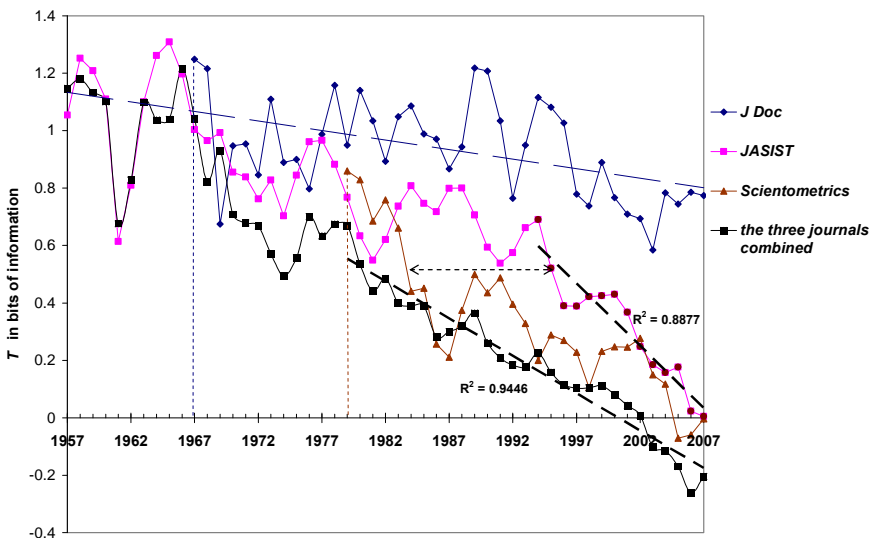
**Figuur 4:** Triple Helix synergie in de 43 COROP-regio's van Nederland.

Het is niet verrassend dat vooral de regio's Amsterdam-Utrecht, Rotterdam-Den Haag en de omgeving van Eindhoven kennis-intensief zijn. Wel

verrassend is soms hoe dit anders kan liggen per bedrijfstak. Medium-tech blijkt dan bij voorbeeld belangrijker voor de regionale ontwikkeling van een kennis-economie dan high-tech, omdat high-tech meer ‘footlose’ is terwijl medium-tech beter ‘embedded’ is.

In meer recente studies hebben we dit herhaald voor Duitsland, Hongarije en zeer onlangs voor Noorwegen. In Duitsland vonden Michael Fritsch en ik bijv. niet zoals in Nederland een nationaal systeem, maar synergie op het niveau van de federale deelstaten. In Hongarije leidde onderzoek met Balasz Lengyel tot de conclusie dat dit land niet langer over een nationaal innovatie-systeem beschikt. Het Hongaarse systeem is uiteengevallen in een metropolitaan innovatiesysteem rond de hoofdstad Budapest, een westelijk innovatie-systeem dat aansluiting heeft gevonden bij West-Europa en een oostelijk deel waar de oude verhoudingen nog domineren. In een lopend project met Øivind Strand, konden we wèl een nationaal innovatie-systeem in Noorwegen meten.

Gedurende de afgelopen jaren heb ik met Diana Lucio-Arias als AIO deze zelfde systeemmaat ook toegepast op de ontwikkeling van wetenschappelijke tijdschriften en onderzoeksgebieden. Figuur 5 geeft een van onze resultaten, nl. toegespitst op het eigen vakgebied van de scientometrie en de informatie-wetenschappen.



**Figuur 5:** De ontwikkeling van synergie in en tussen drie tijdschriften in de informatie-wetenschappen.

Het gaat hier om de codificatie en synergie in het informatie-wetenschappelijk onderzoek geoperationaliseerd in termen van drie leidende wetenschappelijke tijdschriften en gemeten in termen van titel-woorden, citaties en publicatiejaren als drie onafhankelijke dimensies. De titel-woorden worden beschouwd als een maat voor de variatie, de citaties als een proxy voor codificatie en de volgorde in de tijd is belangrijk om de historische organisatie in de relaties versus het evolutionaire karakter van de zelf-organisatie op systeemniveau te kunnen volgen.

U ziet (in Figuur 5) de toename van de synergie als afname van de onzekerheid in deze tijdschriften eerst afzonderlijk en dan ook gecombineerd. De gecombineerde set representeert in deze operationalisatie de ontwikkeling op het niveau van het vakgebied; op dat geaggregeerde niveau is de reductie van de onzekerheid sterker dan in ieder van de drie tijdschriften afzonderlijk. De reductie van de onzekerheid is hier een maat voor de synergie.

Ik merk op dat de wetenschapsocioloog Richard Whitley al in 1984 de mate van taak-onzekerheid als cruciaal beschouwde voor de dynamiek in de intellectuele organisatie van vakgebieden. De claim van Diana en mij is dat we deze afname van onzekerheid nu kunnen operationaliseren; in een aantal wetenschapsgebieden is het al dan niet ontstaan van een researchfront als een specifieke synergie tussen wetenschapbeoefening en wetenschapsontwikkeling reeds op deze wijze gemeten.

## **7. Conclusies en afronding**

Richard Whitley is een tijdje gasthoogleraar geweest bij de indertijd nieuwe vakgroep wetenschapsdynamica aan de UvA. Dat brengt mij dus terug bij de historische realiteit. Ik begrijp dat u het het afgelopen uur mogelijk in Keulen heeft horen donderen. Maar ik vond dat ik de gelegenheid te baat moest nemen om mijn onderzoeksprogramma een keer in zijn samenhang voor te leggen. U heeft vast meegekregen dat ik voorstel om centrale vragen uit de wetenschapsfilosofie te operationaliseren in termen van communicaties van verwachtingen. Wetenschap wordt dan beschouwd als een communicatiesysteem waarin selecties opereren. De structuur van en de structurering door de selecties bepalen de kwaliteit van de communicatie.

De anders gecodificeerde communicaties in de ‘context of justification’, de ‘context of discovery’ of de meer recent toegevoegde ‘context of

application' (Gibbons *et al.*, 1994) kunnen we theoretisch specificeren als hypothesen waarvoor in de scientometrie ook meetinstrumenten zijn ontwikkeld. De communicatie-wetenschappelijke invalshoek levert zo een concreet veld van empirisch onderzoek op. Deze invalshoek stelt ons in staat puzzels die in de wetenschapsfilosofie sinds de Wiener Kreis in de eerste helft van de 20<sup>ste</sup> eeuw zijn geformuleerd, empirisch te onderzoeken en de vragen te operationaliseren. In plaats van over 'de wetenschap' in zijn algemeenheid te spreken, kunnen verschillen tussen vakgebieden dan ook worden gewaardeerd in termen van mogelijke synergie tussen onafhankelijke dimensies.

De stap naar de relaties tussen tijdschriften als operationalisatie voor het bestuderen van wetenschapsontwikkelingen heb ik al in 1982 gemaakt binnen de context van de toen tot ontwikkeling komende vakgroep wetenschapsdynamica. Mijn collega's van die groep die veelal meer historiserende of sociologische benaderingen voorstonden, hebben het misschien vaak moeilijk gehad met deze vreemde benadering waarin niet de mensen, maar communicaties als eenheden van analyse worden genomen. Mijn lange-termijn onderzoeksprogramma is – in alle bescheidenheid – dat van Husserl, hoewel ik die pas tien jaar geleden ben gaan lezen.

De theorie en de computatie van anticipatorische systemen heeft dit type wetenschapsonderzoek verder gemathematiseerd en gedreven in de richting van simulaties. Tegelijk en enigszins los daarvan is de zelf-organisatie theorie beschikbaar gekomen en is in toenemende mate de scientometrie als meettheorie ter beschikking gekomen. In 1990, ter gelegenheid van het verschijnen van Luhmann's boek *Die Wissenschaft der Gesellschaft* heb ik een colloquium kunnen organiseren waarin die lijnen voor het eerst bij elkaar gebracht konden worden. Later is dat (in samenwerking met o.a. Peter van den Besselaar) uitgebreid tot de studie van technologische innovatie. Vanaf 1994 heb ik bovendien aan de twee-jaarlijkse bijeenkomsten van 'computing anticipatory systems' in Luik en de frequente triple-helix conferenties en workshops kunnen bijdragen.

Inmiddels wijs ik in Luhmann's theorie ook zaken af als te grandioos, maar mijns inziens moeten we niet het kind met het badwater weggooien. Het kind is dat we (1) verwachtingsstructuren theoretisch kunnen specificeren, (2) functionele differentiatie tussen symbolisch gegeneraliseerde codes van de communicatie als coördinatie-mechanismen in moderne samenlevingsordeningen kunnen begrijpen, (3) kennis-gebaseerde economie daarmee kunnen analyseren als resultante van drie in plaats van twee dynamieken – maatschappelijk georganiseerde kennisproductie is toegevoegd

aan economische uitwisseling en politieke coordinatie – en (4) bovendien succesvol over kunnen gaan tot ‘the measurement’.

Dit is een lange-termijn onderzoeksprogramma. Er zijn nog zeer veel losse eindjes. Bij voorbeeld zou men in simulaties kunnen willen onderzoeken hoe wetenschappelijke tijdschriften manuscripten incursief organiseren, door ze te positioneren (bij voorbeeld middels beoordelingen), en hoe tijdschriften en manuscripten zelf hyper-incursief worden ‘structured’ over de tijdsas. Vroegtijdige signalering van het ontstaan van nieuwe wetenschapsgebieden en technologieën in interdisciplinaire ontwikkelingen is daarbij veelal het leidende onderzoeksthema. De discipline-grenzen hoeven zoals gezegd niet samen te vallen met de grenzen tussen tijdschriften. De scientometrie is inmiddels een bloeiend vakgebied geworden waarin veel collega’s aan deze en soortgelijke vragen werken. Ik hoef die vragen dus niet meer zelf op te pakken, maar ik moet, lijkt me, nog wel een volgend boek schrijven waarin ik verder ga uitwerken wat u vandaag heeft gehoord over de communicatie van kennis en betekenis.

## 8.

Aan het einde gekomen van mijn rede, wil ik graag enkele woorden van dank uitspreken.

Om te beginnen dank ik het College van Bestuur van de Universiteit van Amsterdam, de Decaan van de Faculteit der Maatschappij en Gedragwetenschappen en alle anderen die hebben bijgedragen aan mijn benoeming voor het in mij gestelde vertrouwen. In het bijzonder wil ik de afdeling communicatie-wetenschappen bedanken die instelling van deze leerstoel heeft nagestreefd en voorbereid. Het was voor mij een verrassing en het is bijna ongelooflijk. Ik beschouw het als een grote eer deel uit te mogen maken van de Amsterdam School of Communication Research oftewel ASCoR. Het is een bloeiende onderzoeksgemeenschap.

De Universiteit van Amsterdam heeft decennia-lang voor mij gefunctioneerd als een thuishaven waar ruimte werd geboden voor experimenten en vernieuwing. Of het nu de beta/gamma propedeuse was, de wetenschapswinkel, wetenschapsdynamica of het major/minor schema, ik heb er vanuit een diepgaande betrokkenheid bij vragen over wetenschap, techniek en samenleving aan mogen bijdragen om zaken op te bouwen en soms ook weer te deinstitutionaliseren. De al genoemde vakgroep wetenschapsdynamica is daarbij twintig jaar lang een “obligatory passage point” geweest.



Daarmee kom ik tot mijn meer existentiële bedankjes. Behalve de kinderen is er natuurlijk een levenslang project met mijn echtgenote, Margaret Traudes. Hier passen mogelijk geen woorden – hooguit bloemen.

Ik bedank u allen tenslotte voor uw aanwezigheid en aandacht.

Ik heb gezegd.

## Referenties

- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' error: emotion, reason, and the human brain*. New York: Grosset/Putnam.
- De Groot, A. D. (1961). *Methodologie: Grondslagen van onderzoek en denken in de gedragswetenschappen*. 's-Gravenhage: Mouton.
- Dubois, D. M. (1998). Computing Anticipatory Systems with Incursion and Hyperincursion. In D. M. Dubois (Ed.), *Computing Anticipatory Systems, CASYS-First International Conference* (Vol. 437, pp. 3-29). Woodbury, NY: American Institute of Physics.
- Dubois, D. M. (2003). Mathematical Foundations of Discrete and Functional Systems with Strong and Weak Anticipations. In M. V. Butz, O. Sigaud & P. Gérard (Eds.), *Anticipatory Behavior in Adaptive Learning Systems* (Vol. Lecture Notes in Artificial Intelligence Vol. 2684, pp. 110-132). Berlin: Springer-Verlag.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1994). *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage.
- Giddens, A. (1979). *Central Problems in Social Theory*. London, etc.: Macmillan.
- Husserl, E. (1929). *Cartesianische Meditationen und Pariser Vorträge [Cartesian meditations and the Paris lectures]*. The Hague: Martinus Nijhoff, 1973.
- Husserl, E. ([1935/36] 1962). *Die Krisis der Europäischen Wissenschaften und die Transzendente Phänomenologie*. Den Haag: Martinus Nijhoff.
- Lengyel, B., & Leydesdorff, L. (2011). Regional innovation systems in Hungary: The failing synergy at the national level. *Regional Studies*, 45(5), 677-693.
- Leydesdorff, L., Dolfsma, W., & Van der Panne, G. (2006). Measuring the Knowledge Base of an Economy in terms of Triple-Helix Relations

- among 'Technology, Organization, and Territory'. *Research Policy*, 35(2), 181-199.
- Leydesdorff, L., & Franse, S. (2009). The Communication of Meaning in Social Systems. *Systems Research and Behavioral Science*, 26(1), 109-117.
- Leydesdorff, L., & Fritsch, M. (2006). Measuring the Knowledge Base of Regional Innovation Systems in Germany in terms of a Triple Helix Dynamics. *Research Policy*, 35(10), 1538-1553.
- Leydesdorff, L., & Probst, C. (2009). The Delineation of an Interdisciplinary Specialty in terms of a Journal Set: The Case of Communication Studies. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(8), 1709-1718.
- Leydesdorff, L., & Van den Besselaar, P. (1998). Technological Development and Factor Substitution in a Non-linear Model. *Journal of Social and Evolutionary Systems*, 21, 173-192.
- Lucio-Arias, D., & Leydesdorff, L. (2009). An Indicator of Research Front Activity: Measuring Intellectual Organization as Uncertainty Reduction in Document Sets. *Journal of the American Society for information Science and Technology*, 60(12), 2488-2498.
- Luhmann, N. (1975a). Einführende Bemerkungen zu einer Theorie symbolisch generalisierter Kommunikationsmedien. In *Soziologische Aufklärung* (pp. 170-192). Vol. 2. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Luhmann, N. (1975b). Interaktion, Organisation, Gesellschaft: Anwendungen der Systemtheorie. In M. Gerhardt (Ed.), *Die Zukunft der Philosophie* (pp. 85-107). München: List.
- Luhmann, N. (1990). *Die Wissenschaft der Gesellschaft*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Maturana, H. R. (2000). The Nature of the Laws of Nature. *Systems Research and Behavioural Science*, 17, 459-468.
- Maturana, H. R., & Varela, F. (1980). *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*. Boston: Reidel.
- Mead, G. H. (1934). The Point of View of Social Behaviourism. In C. H. Morris (Ed.), *Mind, Self, & Society from the Standpoint of a Social Behaviourist. Works of G. H. Mead* (Vol. 1, pp. 1-41). Chicago and London: University of Chicago Press.
- Montesquieu, Charles de Sécondat, Baron de (1748). *De l'esprit des lois*. Paris.
- Mulkay, M., Potter, J., & Yearley, S. (1983). Why an Analysis of Scientific Discourse is Needed. In K. D. Knorr & M. J. Mulkay (Eds.), *Science*

- Observed: Perspectives on the Social Study of Science* (pp. 171-204.). London: Sage.
- Parsons, T. (1968). Interaction: I. Social Interaction. In D. L. Sills (Ed.), *The International Encyclopedia of the Social Sciences* (Vol. 7, pp. 429-441). New York: McGraw-Hill.
- Popper, K. R. ([1935] 1959). *The Logic of Scientific Discovery*. London: Hutchinson.
- Price, D. J. de Solla (1963). *Little Science, Big Science*. New York: Columbia University Press.
- Rosen, R. (1985). *Anticipatory Systems: Philosophical, mathematical and methodological foundations*. Oxford, etc.: Pergamon Press.
- Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27, 379-423 and 623-356.
- Theil, H. (1972). *Statistical Decomposition Analysis*. Amsterdam/ London: North-Holland.
- Whitley, R. D. (1984). *The Intellectual and Social Organization of the Sciences*. Oxford: Oxford University Press.