

CONSTANTEN, OF VARIABELEN, VAN HET LOGISCH DENKEN

Johan van Benthem, Amsterdam & Stanford

<http://staff.science.uva.nl/~johan/>

Het *ANTW* viert een eeuwfeest, en dat is een welgemeende gelukwens waard. Voor een onderneming die beide wereldoorlogen nog heeft meegemaakt, en talloze golven van verandering heeft zien aanrollen op de Nederlandstalige filosofie, oogt het tijdschrift opmerkelijk levendig en eigentijds. Na een typografische face-lift mengt het stemmig grijs van weleer, toen ik als jongeling in het *ANTW* mocht publiceren, zich met een fris Oranjegevoel – op zich natuurlijk ook een historische constante aan de Noordzeekust. De redactie vraagt bij dit eeuwfeest om een kort essay waaruit blijkt hoe de Nederlandse filosofie mijn ontwikkeling heeft beïnvloed. Ik doe dat graag, maar ik houd het licht.

1 Heldenlevens

De Nederlandse filosofie heeft zich altijd bevonden op de grens van drie grote wijsgerige tradities, de Angelsaksische, Duitse, en Franse. Hoewel deze Grote Drie gelukkig geen coalities sluiten, zodat het politieke rampjaar 1672 ons cultureel bespaard is gebleven, maakt deze dominantie het toch moeilijk een eigen stem te vinden. Wat zo'n eigen geluid betreft, zijn voor mij het meest opmerkelijk de Nederlandse auteurs die filosofie bedreven in een continuüm met de exacte wetenschappen, met name de wiskunde. Dat begint al met Spinoza's *Ethica*, met een wiskundige denktrant en presentatie inzake menselijke kennis, emoties, en gedrag. Deze culturele rol van de wiskunde was in onze Gouden Eeuw breder gemeengoed. Vergelijk eens De Witt's boekje *Waerdije*, dat de destijds nieuwe principes van de waarschijnlijkheidsrekening aan het Nederlandse volk uitlegt, en de moderne levensverzekeringswiskunde inluidde, met de geschriften van 's lands leiders van nu. Een volgende opmerkelijke grenspersoon is L.E.J. Brouwer, wiens fameuze *ANTW* artikel (Brouwer 1908) over 'De Onbetrouwbaarheid der Logische Principes' het *intuitionisme* inluidde, een hoogst originele wijsgerig-wiskundige school. Het intuitionisme liet zien hoe een filosofische visie op de wiskunde als groeiend geheel van mentale constructies spectaculaire concrete consequenties kan hebben – en omgekeerd, hoe een Kantiaans getinte wijsgerige visie door wiskundige middelen slagkracht en invloed kan verwerven in vakgebieden door de universiteit heen. Maar mijn meest vormende rolmodel was toch een

derde auteur: Evert-Willem Beth, mijn voorganger op de leerstoel Logica in Amsterdam – en op hem zal ik nader ingaan. Natuurlijk resoneert ieder slechts met zijn eigenfrequenties, en als afgestudeerd filosoof en wiskundige zijn mijn trillingen voorspelbaar. Maar laat ik nogmaals met kracht zeggen wat mij als student zo trok aan deze Nederlandse denkers. Drie ‘philosophers in arms’: na de contemplatie gepantserd ten strijde, net zoals de Tempeliers van weleer. Wie zou niet tot die intellectuele stoottroepen willen behoren?

2 Cruciale teksten

Voor mij als aankomend student in de 60er jaren was Brouwer geen grote culturele invloed: de cultus rond zijn persoon stoorde me toen al, en hoe dan ook, maakte de komende Wereldrevolutie de helden van weleer niet geheel irrelevant? Het werk van Beth, hoewel evenzeer van een oudere generatie, had meer effect: soms spreekt een stillere stem luider, en de afwezigheid van een koor van bewonderaars helpt doorgaans ook de akoestiek.

Met name het artikel ‘Semantic Entailment and Formal Derivability’ (Beth 1955) maakte op mij een diepe indruk door de combinatie van inhoud en stijl. Beth begint met een beschouwing over de mysterieuze complementaire methoden van ‘analyse’ en ‘synthese’ in de wiskunde sinds de Griekse Oudheid, die via latere transformaties de filosofie zouden bereiken in het werk van Kant. Hij komt op grond van deze beschouwing met een systeem dat logische geldigheid van gegeven redeneringen test door systematisch zoeken in een boom van alle mogelijke tegenvoorbeelden – waarbij ontbreken van tegenvoorbeelden die boom doet ‘omslaan’ in een deductief bewijs. Dit systeem van ‘semantische tableaux’ is nog steeds een elegante krachtige methode in de logica, informatica en kunstmatige intelligentie. En bij dit alles toont het artikel een weldadige eruditie, zoals verwijzingen naar de ‘Boom van Porphyrius’ die een referee vandaag meteen zou schrappen als irrelevante uitwijding. Niets van het hijgerige staccato van moderne tijdschrift-publicaties, die net zo goed door een computer geschreven hadden kunnen zijn – en dat binnenkort misschien ook gaan worden. Hier spreekt een denker en intellectueel die de tijd neemt voor iets wat de moeite waard is. Sinds die studententijd is dit openstellen van de geest voor inspiratie vanuit velerlei richting voor mij een richtsnoer in het onderzoek geworden.

Beth is ook anderszins een inspiratie voor velen: zijn creatieve periode brak pas aan rond zijn 50ste, en we hebben als denkers dus meer tijd dan wat veel jeugd-fetisjisme tettert.

3 Konstanten van het wiskundig denken

Maar wat dacht Beth nu zelf eigenlijk over het contact tussen de filosofie en de wiskunde? Mijn oorspronkelijke plan voor dit stukje was om terug te keren naar een oude favoriet, Beth's beroemde *ANTW* artikel 'Konstanten van het Logisch Denken' uit 1963, waarin hij de drie belangrijkste ideeën uit de logica bespreekt, te weten: *bewijs*, *algoritme*, en *waarheid*, en te zien hoe zijn zienswijze spoort met wat inmiddels van mijzelf geworden is.

Dit nu bleek onmogelijk: het artikel verscheen niet in het *ANTW*, het gaat niet speciaal over logica, want de titel is 'Konstanten van het Wiskundig Denken', en de pointes zijn niet degene die ik zojuist noemde. Nu beschouw ik dit creatieve geheugen op zich als positief. Wij hebben ongetwijfeld allen dezelfde ervaring hoe intens zwalkend en teleurstellend vaak de echte formuleringen zijn van auteurs wier citaten we ons met zoveel genoeg herinneren – en er is zelfs gezegd dat de ware vooruitgang van de wetenschap berust op creatieve mis-interpretatie. Intellectuele invloed wordt niet uitgeoefend door wat iemand zegt, maar door wat men denkt dat hij zegt. Maar nu toch een toetsing aan de realiteit!

Beth bespreekt in zijn artikel diverse kwesties, en de drie 'constanten' zijn maar een onderdeel. De strekking van zijn betoog is dat wiskunde op zich al filosofie kan zijn, en hij ziet moderne ontwikkelingen in de wiskunde als een 'filosofische logica' in Husserl's zin. Die ontwikkelingen worden gerubriceerd onder drie hoofden, waarvan slechts twee sporen met mijn herinnering: *bewijs* en *algoritme*. Daarnaast ziet hij als kernthema *oneindigheid*. En de wiskundige vakken die Beth dan als zo intens filosofisch ziet zijn wiskundige logica voor bewijs, rekenkunde voor algoritme, en verzamelingenleer voor oneindigheid. Daarnaast bevat het artikel een bespreking van Chomsky's destijds radicale wiskundige ideeën in de formele taalkunde, en een verdediging van het resulterende programma tegen de kritiek van de Nederlandse taalkundige en taalfilosoof Reichling. Het stuk van Beth gaat dus over veel te veel tegelijk, net zoals menige van mijn eigen artikelen – en terugblikkend, mag ik wellicht ook mijn *slechte* intellectuele gewoontes aan hem toeschrijven.

Veel van wat Beth in dit artikel zegt is herkenbaar, maar ook gedateerd. 'Filosofische logica' in Husserl's zin is niet meer in omloop, en de term staat tegenwoordig voor een heel ander gebied: de studie van wijsgerige problemen met logische technieken die juist vaak

het kader van de wiskundige logica doorbreken. Bij het begrip ‘algoritme’ is opmerkelijk dat Beth het traditionele gebied van de rekenkunde noemt, en niet de *informatica* die juist rond 1960 als fundamentele studie van rekenen naar voren kwam in het baanbrekende werk van Dijkstra, van Wijngaarden, en andere pioniers: die dageraad was hem dus ontgaan. De verdediging van Chomsky toont aan dat hij de taalkundige toekomst beter aanvoelde. Maar nu het Chomskyaans paradigma tot orthodoxie is geworden, ben ik zelf eigenlijk meer getroffen door de redelijkheid van Reichling’s subtiele bezwaren, die Beth zonder empathie weergeeft – vele waarvan inmiddels geruisloos in de moderne taalkunde zijn geabsorbeerd. En tenslotte, althans vanuit de logica gezien is oneindigheid, hoe belangrijk ook op zich, geen fundamenteel methodisch thema – zelfs niet vanuit Beth’s eigen werk bezien.

Ik licht deze opmerkingen toe met een korte bespreking van drie konstanten van het logisch denken, en de moderne wendingen die deze – althans in mijn eigen zienswijze – nemen.

4 Bewijs en redenering

Wat mij van meet af aan heeft geboeid, zowel in de filosofie als de wiskunde, is de kracht van zuiver redeneren, het genot van begripsmatige verheldering als confuse kwesties door louter denken op hun natuurlijke plaats vallen, en de precisie van de conclusies die dan mogelijk zijn. En Beth heeft ongetwijfeld gelijk dat wiskundige bewijsvoering hierbij een belangrijke rol heeft te spelen, en dat filosofie en wiskundige precisie harmonieus kunnen samen gaan. Bovendien blijken langs deze weg diepe inzichten te winnen, zoals Gödel’s Stellingen en andere resultaten uit de 30er jaren over kracht en beperkingen van wiskundige theoriën, die filosofische discussies over grenzen aan onze kennis op een niveau van verfijning en elegantie brengen dat vóór die tijd ondenkbaar was.

Maar dat wiskundig bewijs de maat van alle rationele argumentatie zou zijn is een opvatting die ik al snel heb verlaten, onder invloed van een andere Nederlandstalige filosoof, en wel Chaim Perelman, een tijdgenoot van Beth (Perelman & Olbrechts–Tyteca 1958). Deze Belgische auteur, zelf afvallig logicus, maakte diepe indruk op mij met zijn opmerking hoeveel wetenschap onbewust wordt beheerst door *metaforen*. Een wiskundig bewijs is als een ‘ketting’, zegt Perelman, en die metafoor suggereert dat het breken van een enkele schakel de redenering ongeldig maakt. Maar hier is de ‘contra-metafoor’: echte argumentatie is meer als een *weefsel*, en het trekken van een draadje uit een weefsel maakt

het iets zwakker, maar niet veel. Is rationele argumentatie, zelfs veel wetenschappelijke argumentatie, nu een ketting of een weefsel? Ik denk meer het tweede dan het eerste.

Eén zo'n observatie leidt tot meerdere. Frege 1879 begon aan het grondslagenonderzoek met nog een metafoor. De wiskunde is als een *huis met funderingen*, en als we ergens een contradictie vinden, dan stort, zoals hij zegt, het gebouw 'als een kaartenhuis' ineens. Maar ook deze metafoor is dubieus. De wiskunde is veeleer een modulair web van theoriën met onderlinge verbanden – maar deze draaien om elkaar heen als een zonnestelsel, zonder dat wegvallen van een planeet het geheel tot een wisse ondergang doemt. Het 'grondslagenonderzoek' dreef deels op angsten vanuit een onbenoemd filosofisch vooroordeel.

Evenzeer werd ik beïnvloed door Stephen Toulmin's "The Uses of Argument" (1958). Toulmin merkt op dat onze beschaving niet één, maar twee grote redeneertradities heeft voortgebracht: de wiskundige, en de *juridische*. De eerste gaat over 'vorm' zoals hij zegt, de tweede over procedure en 'formaliteiten', zij het dat hij deze laatste toch weer vatte in een statisch schema. Een visionaire gangmaker voor dit ruimere perspectief in Nederland was Else Barth, die de logica bepleitte in samenhang met een ruimere argumentatietheorie.

5 Logische dynamiek en leerprocessen

Toulmin's visie wijst op een verschijnsel wat al geruime tijd een hoofdthema is in mijn eigen onderzoek: het *proceskarakter* van veel centrale logische noties. Jeanne Peijnenburg redigeerde er een themanummer over van het *ANTW* in 1998. Een 'bewijs' is zowel een activiteit als het product van die activiteit, en hetzelfde geldt voor een 'bewering', of andere centrale noties in de logica. Deze dualiteit speelt heel algemeen in onze natuurlijke taal, waar werkwoorden en naamwoorden dicht tegen elkaar liggen: de activiteit van "dansen" produceert specifieke 'dans-producten' als een tango of een wals. De logica heeft zich doorgaans gericht op de studie van producten, zoals syntactische formules en bewijzen, ontdaan van hun actoren en achterliggende activiteiten, maar die activiteiten zelf kunnen heel goed gelijkwaardig worden bestudeerd. Dat gebeurt met name in moderne systemen van 'dynamische logica', oorspronkelijk ontworpen in de studie van computerprogramma's die veranderende toestanden van een rekenproces sturen. Zo kunnen bewijzen zelf als informatieverwerkende processen worden bestudeerd, en vele andere informatieve activiteiten, zoals *observatie* of *communicatie*, waarop ik straks nog terug kom.

Deze ‘dynamische wending’ geeft een meer radicale kijk op het grondslagenonderzoek dat Beth nog in zo’n serene rust presenteerde. We weten sinds Gödel dat er geen bewijsbare garanties zijn voor de consistentie van belangrijke wiskundige theoriën. Hoe erg is dat? Wel, we weten uit de wetenschapsgeschiedenis dat gebleken paradoxen en inconsistentie juist een belangrijke motor van vooruitgang zijn. Er stort helemaal geen kaartenhuis in elkaar, maar er treedt een process van intelligente perestrojka in werking, dat onze vorige theorie aanpast en ombouwt. Volgens Popper is dit nu juist het rationele leren par excellence: weerleggingen drijven de vooruitgang. De activiteit die hier aan de dag treedt beschouw ik als kenmerkend voor rationeel handelen in het algemeen: ons vermogen tot *zelf-correctie* bij gebleken conflicten tussen oude opinies en nieuwe evidentie. En de kern van onze cognitieve succes schuilt niet in een of andere absolute garantie dat we altijd gelijk hebben, maar juist in ons intelligent omgaan met de gevallen waar dat niet zo is. Kortom, er is een samenspel: een logisch-dynamisch perspectief op bewijzen gaat voor mij meteen gepaard met leertheorie, en wat in de literatuur bekend staat als ‘belief revision’. Kortom, als ik nu de kans zou hebben om met Beth te discussiëren, dan zou ik erop wijzen dat ons meest kenmerkende rationele vermogen juist de reparatie betreft van problematische theoriën – net zoals het grootste biologische wonder van ons lichaam niet bestaat uit een absoluut gezondheidscertificaat, maar in de werking van ons *immuunsysteem*. Weer zo’n heilzame contra-metafoor die oude vormen en gedachten relativeert!

6 Algoritme, proces, en interactie

De dynamische wending spoort heel goed met Beth’s tweede ‘konstante’: het algoritme. Om te beginnen is historisch het begrip *berekening* gelijkwaardig met het begrip bewijs. Vanaf Euclides’ *Elementen* is wiskundige bewijsvoering hand in hand gegaan met concrete constructie van wiskundige objecten, en in andere tradities zoals de Babylonische, Indiase en Chinese klopt het hart van de wiskunde zelfs meer in een stelsel van rekenmethoden dan bewijzen. Men zou Brouwer’s intuïtionisme kunnen zien als een kritisch heronderzoek van de logica wanneer men het wiskundige begrip constructie en berekening op gelijke voet plaatst met het begrip bewijs. De moderne logica maakte het begrip berekenbaarheid tot object van wiskundige studie in de 30er jaren, met voorstellen van Gödel, Turing en

anderen, die alle wiskundig equivalent bleken: zoals onderkend in de beroemde ‘These van Church’, waarna een uniforme theorie ontstond – net als in de quantummechanica.

Het resultaat van deze fase waren klassieke resultaten als Gödels Onvolledigheidsstellingen of Turing’s bewijs dat sommige eenvoudige en natuurlijke rekenproblemen onbeslisbaar zijn, terwijl Church de eeuwenoude gedachte weerlegde dat logische geldigheid beslisbaar zou zijn. Toch is hiermee de filosofische reflectie op het begrip algoritme bepaald niet afgerond. De These van Church spreekt alleen over berekenbare functies, dat wil zeggen een ‘black-box’ van input-output gedrag. Maar het intuïtieve, en fundamentele begrip rekenmethode is ‘intensioneel’ en gaat om het *hoe*, evenzeer als het *wat*. En er bestaat nu, bijna een eeuw later, nog steeds geen consensus over wat een algoritmische methode eigenlijk is, wiskundig beschouwd. En als er al baanbrekende ideeën zijn geweest in deze richting, dan komen ze veeleer uit theoriën van berekening en processen in de *informatica*, het wereldveranderende vakgebied waarvan Beth de geboortekreten niet eens hoorde.

Hoe dan ook, de begrippen algoritme, berekenbaarheid, en het verwante begrip van numerieke rekencomplexiteit, hebben geen of nauwelijks invloed in de moderne filosofie. Anders dan ‘bewijs’ zitten ze gewoon niet in het publieke denkraam van de wijsgeren – op enkele geïsoleerde uitzonderingen na, zoals recentelijk Brandom of Floridi. En het is in dat licht (die duisternis?) schokkend, maar niet verbazend, dat naast filosofie van natuurkunde, biologie, en andere disciplines nauwelijks serieuze wijsbegeerte is ontstaan van wellicht de meest opmerkelijke wetenschappelijke innovatie in de 20ste eeuw: de informatie- en rekenwetenschappen. Zelf werk ik overigens met diverse collega’s aan een kentering, met name door bijeenbrengen van modern onderzoek naar informatie, leerbaarheid, en rekenprocessen, zoals gedocumenteerd in het *Handbook of the Philosophy of Information* (2008), met vele auteurs uit de filosofie en vakwetenschappen voor het eerst bijeen.

Een verdere ontwikkeling die in dit verband moet worden opgemerkt is een wending in de *informatica*. Het klassieke algoritme wat Beth voor ogen stond was een rekenmethode van instructies op een eenzame automaat of Turingmachine. Inmiddels is de *informatica* al lang geëvolueerd naar een theorie van gedistribueerde processen die parallel in grote netwerken opereren, informatie uitwisselen, met elkaar concurreren om rekentijd en andere resources, en in die totale interactie resultaten opleveren. Zulke processoren hebben ‘plannen’ of

‘strategiën’ om hun doelen in complexe situaties te bereiken, en veel moderne informatica gaat dan ook over ‘agent systems’ met doelgerichte interactie. Veel van de huidige meest interessante algoritmes zijn *sociale procedures*! Kortom, modern rekenen begint veel te lijken op intelligente interactie tussen mensen zoals wijzelf. Deze ‘sociale wending’ is momenteel te bespeuren in vakgebieden als filosofie, taalkunde, en cognitiewetenschap.

7 Taal, waarheid en betekenis

Ik besluit mijn reacties op Beth met de ontbrekende constante die hij niet noemde. Voor mij zou dit zijn: de rol van *taal, waarheid en betekenis* in de logica, wiskunde en filosofie. In feite zijn er historisch altijd twee centrale taken voor de logica geweest: de theorie van *deductie*, maar ook de theorie van *definitie*. En een groot deel van de invloed van de logica heeft juist te maken met dat tweede: de introductie van formele talen om structuren te beschrijven op velerlei gebied van denken, en het bepalen van hun definatorische uitdrukingskracht. Met name is deze ontwikkeling te zien in de compositionele semantiek van formele talen, geïntroduceerd door Alfred Tarski, Beth’s voorbeeld en bondgenoot. Tarski’s werk heeft de moderne taalfilosofie diepgaand beïnvloed als paradigma van betekenis­theorie en communicatie, maar ook ons begrip van de wiskunde of informatica.

Beth’s eigen meest beroemde technische resultaat ligt in deze sfeer. De ‘Definitiestelling’ (Beth 1953) is één van de eerste significante technische resultaten over uitdrukingskracht. Ze zegt dat voor standard systemen als de predicaatlogica de volgende twee begrippen samenvallen: *semantische definieerbaarheid* van een predicaat als zijnde vastgelegd door het geven van andere predicaten, en *syntactische definieerbaarheid* door een expliciete definitie van het predicaat in termen van andere in een formele taal. Beide begrippen komen voor in de wetenschap, maar ook in de filosofie – het eerste onder de poëtische naam *supervenience*. Beth’s resultaat laat zien dat de twee manieren van denken ‘sporen’.

Maar de logica raakt hier ook aan verdere fundamentele filosofische kwesties. Reeds sinds het werk van Helmholtz in de 19de eeuw weten we dat taal nauw verbonden is met *invariantie*. Wij vormen onze begrippen in een werkelijkheid die invariant is onder allerlei wiskundige *transformaties*. De ‘echte’ eigenschappen van die situaties zijn degenen die invariant zijn onder die transformaties: geometrisch, fysisch, perceptueel, of anderszins. En de moderne logica kan heel precies laten zien hoe formele talen ontstaan als manieren om

de invarianten te definiëren van natuurlijke transformaties op informative situaties, processen, of andere cognitief belangrijke objecten. Beth's impliciete definieerbaarheid is eigenlijk een invariantie criterium: het zegt dat transformaties die de andere predikaten bewaren 'vanzelf' ook het nieuwe predikaat bewaren. Weer in diezelfde 50er jaren waar Beth actief was ontstonden krachtige *spelmethoden* om de fijnstructuur van transformaties en invariantie nader te bestuderen ('Ehrenfeucht-Fraïssé spelen'), en deze winnen nog steeds aan belang in de huidige logica. En daarmee zijn we weer aanbeland bij het interactieve spelperspectief van mijn vorige beschouwingen over bewijs en algoritme.

Een van de meest interessante gebieden waar al deze ideeën momenteel concreet spelen is de grens tussen logica en natuurlijke taal. Logische semantiek in Tarski's stijl werd door Montague overgedragen naar de taalkunde, maar nog steeds zien we paradigmawisselingen in ons begrip van natuurlijke taal met een logisch-wiskundige achtergrond. De 'dynamische semantiek' (zie de bijdragen van Groenendijk & Stokhof en Veltman in de *ANTW* special van 1998) stelt veranderingen van informatietoestanden van hoorders of lezers door sprekers of schrijvers centraal, een meer algorithmisch thema dat van natuurlijke taal een 'programmeertaal' maakt. En in de avant garde van vandaag zijn betekenissen *strategische evenwichten in communicatiespelen* tussen meerdere actoren die symmetrisch worden behandeld (van Benthem 2008 geeft een overzicht van Nederlandse en internationale bijdragen op dit gebied). De 'hermeneutische cirkel' is daarmee wiskundig een feit.

8 Logica, informatie en interactie

Het zal duidelijk zijn dat in mijn geretoucheerde visie op Beth alle drie de genoemde constanten in elkaar overlopen. En tezamen nemen ze de eerdere logisch dynamiek nog een belangrijke stap verder, naar informatiegestuurde *sociale processen* met meerdere actoren (Van Benthem 2007). Bekijk nogmaals de meest simpele logische noties. Een 'bewering' is in feite iets wat de ene persoon doet aan een ander, en evenzo is 'argumentatie' een proces tussen meerdere partijen. En een werkelijk radicale verbinding tussen 'bewijs', 'algoritme' en 'taal' ontstaat pas wanneer we die interactie centraal stellen. Overigens raakt zelfs dit nog de cultuurkring van de 50er jaren, want één van de eerste auteurs die dit opmerkte was Paul Lorenzen, die al in 1955 zag dat Beth's tableaux zich leenden voor een herinterpretatie in termen van *spelen*. Een bewijs van een gevolgtrekking is zo gezien een winnende

argumentatieve strategie voor een speler die de conclusie verdedigt tegen andere spelers die de premissen accepteren. Filosofisch biedt dit een veel rijker paradigma, zoals reeds aangegeven, maar de wiskunde verdwijnt geenzins uit zicht, gezien het tegenwoordig snel groeiende onderzoek op de rand van filosofie, logica, informatica en *speltheorie*.

Voor mij is de logica dus al lang niet meer de loutere studie van redeneren, maar de studie van ieder informatieverwerkend proces. En logische theoriën hebben als ultiem doel om rationeel gedrag te beschrijven van rationele actoren in het bezit van kennis, geloof, maar ook van doelen en intenties – alsmede de dynamische processen die leiden tot kennisgroei, geloofsherziening, en systematische aanpassing van doelen en strategieën. Logica betreft zo gezien de grondslagen van informatie en cognitie, met Beth's paradigma van de wiskunde als belangrijk maar ook speciaal 'in vitro' geval. En wellicht het meest kenmerkende aan de manier waarop wij onze logische vermogens uitoefenen (ook in de wiskunde) is *interactie* tussen verschillende actoren: vragen en antwoorden, communicatie met anderen, strategieën in spelen, en sociaal gedrag in *argumentatie*. Net als 'many-body problems' in de natuurkunde, maken 'many-mind problems' de logica een slag interessanter.

Ik geeft toe dat dit moderne programma ver afstaat van Beth's eigen bedoelingen, zodat ik het begrip 'invloed' erg ruim uitleg. Maar ik denk ook dat mijn interactieve visie in de pas loopt met recente ontwikkelingen op diverse gebieden van de filosofie, terwijl het anderzijds terug gaat naar de historische bronnen van de logica in de 'dialectiek', als praktijk van succesvolle intellectuele, juridische en politieke argumentatie – zowel in de Westerse als Oriëntaalse tradities. In mijn eigen denkwijze keert dit perspectief terug tot Plato's *Dialogen* als de origine van de logica, in plaats van Euclides' *Elementen*: hoewel ik onder enige argumentatieve druk zeker zou toegeven dat beide bronnen van belang zijn. Maar hoe ook geformuleerd, dat historische gevoel is dan weer een Beth erfenis.

9 Interdisciplinaire omzwervingen

Mijn bespreking van Beth's thema's zal een zuivere filosoof wellicht storen omdat telkens plotsklaps uitstapjes naar buiten worden gemaakt, soms zelfs naar wetenschappen waar geld wordt verdiend, zoals de informatica of de speltheorie. Dat lijkt platvloers en oppervlakkig. Ik voel geen drang mij te excuseren. Onlangs werd mij gevraagd om voor het *Handbook of the Philosophy of Logic* (Jacquette 2007) het centrale artikel te schrijven over

‘Logic in Philosophy’. En ik besloot iets heel simpels te doen, namelijk niet te ‘filosoferen’ over wat er gebeurd was, maar domweg een concrete geschiedenis te schrijven van enkele centrale thema’s in het onderzoek op de rand van logica en filosofie in de vorige eeuw. Ik deed vijf case studies, maar alle geven hetzelfde beeld. Belangrijke thema’s kunnen overal beginnen, maar ze hebben de neiging over te steken naar andere vakgebieden, daar een tijd te verblijven, en dan weer verder te reizen door de universiteit.

Een mooi voorbeeld is de studie van ‘counterfactual conditionals’, beweringen van de vorm “Als P was gebeurd, dan was ook Q gebeurd”. Deze begon in de wetenschapsfilosofie met Goodman en Carnap’s werk over de rol van wetten in empirische theoriën, kwam naar de filosofische logica in het werk van Stalnaker en Lewis, dook dan op in informatiegeoriënteerde semantiek van natuurlijke taal, en vervolgens in de studie van ‘non-monotone logica’s’ van probleemoplossen en planning in de Kunstmatige Intelligentie – en counterfactual conditionals spelen momenteel een belangrijke rol in de speltheorie, waar strategieën ook moeten zeggen wat zou gebeuren in situaties waarvan we weten dat ze zich niet zullen voordoen. In elk van die omzwervingen werd ons begrip van ‘conditionaliteit’, een centrale notie in de logica en daarbuiten, verrijkt. Bovendien laat dit ene voorbeeld uit vele zien hoe weinig klopt van het trieste zelfbeeld van veel filosofen dat een relatie met formele methoden hopeloos is: het thema komt tot wiskundige wasdom, vliegt uit, en komt nooit meer terug. Maar dat is weer zo’n wonderlijke *metafoor*! De Verloren Zoon kwam terug, zij het berooid, en deze zoons en dochters komen ook terug, maar zelfs in goede doen. Zo is de studie van counterfactuals, maar nu met moderne inzichten, weer te vinden in de hedendaagse kentheorie, als vervolg op Nozick’s innoverende definitie van kennis als waar geloof in een situatie waar kleine veranderingen in de wereld nog steeds tot waar geloof zouden leiden. En ze sluit evenzeer aan bij de eerder genoemde studie van ‘belief revision’, een bloeiend gebied van de kentheorie dat bestudeert hoe wij rationeel omgaan met gebleken fouten, wat momenteel ook speelt binnen de informatica en de speltheorie.

Een tweede voorbeeld is de kentheorie zelf, en een ontwikkeling die aansluit bij mijn eerdere credo inzake de logica als de fundamentele studie van informatie en interactie. In de 60er jaren, juist rond de tijd van Beth’s artikel, schreef Jaakko Hintikka zijn boek *Knowledge and Belief* dat de formele studie van kennis en geloof binnen de logica bracht,

als uitbreiding van klassieke meer wiskundig geïnspireerde systemen. Deze ‘epistemische logica’ werd door Lewis in zijn studies over conventies rond 1970 aangevuld met het begrip ‘common knowledge’ (wat hij trouwens had ontleend aan zijn docenten in de speltheorie en sociale wetenschap). In de jaren 70 migreerde de epistemische logica naar de economie, in de grondslagen van het evenwichtsbegrip in termen van rationeel handelen door actoren die weten dat andere spelers ook rationeel handelen. Onlangs ontving Robert Aumann de Nobelprijs gebaseerd op onder meer dit fundamentele werk. Rond 1980 kwam de epistemische logica op in de informatica als studie van informatie die samenwerkende processen over elkaar hebben, waarbij het samenspel tussen meerde actoren centraal kwam te staan – en ze is nog steeds essentieel in het moderne onderzoek naar multi-agent netwerken, die inmiddels de realiteit van het rekenen vormen, eerder dan eenzame Turingmachines. En inmiddels klopt de epistemische logica, verrijkt met ideeën uit de dynamische logica van programma’s en processen, weer aan de deur van de filosofie, nu als nieuwe stroming binnen de kentheorie. De ‘interactieve epistemologie’ kiest een ‘many-mind’ perspectief dat een geheel nieuw licht werpt op als klassieke filosofische kwesties als Plato’s discussie wat kennis nu precies onderscheidt van ‘waar geloof’. Kort gezegd, in een dynamische perspectief bestaat het ‘surplus’ in bestand zijn tegen de druk van nieuwe informatie en de slijpsteen van kritische interactie met anderen.

Uiteraard moet een totale geschiedenis in mijn zin nog worden geschreven. Leerboeken vertellen dit niet, noch in de filosofie noch in de logica, de meeste collega’s weten het niet, of willen het niet weten, en prefereren blikvernauwde ‘filosofische geschiedenissen’ van de twinigste eeuw met weinig feiten en veel interpretatie. Maar ik zie deze open vensters als een andere kenmerkende Nederlandse geesteshouding. Filosofie, wiskunde, en logica hangen samen, maar in een telkens wisselend academisch landschap, en en ze zijn bondgenoten in een brede uitwerking over tal van disciplines. Dit lijkt me geheel in de geest van Beth die intellectueel opmerkelijk nieuwsgierig was, getuige zijn begrip voor de taalkunde, computerbewijzen, psychologie, en zelfs, naar verluidt, de economie.

10 Organisatie en uitkijpunten

Een andere invloed van de Nederlandse filosofie op mijn ontwikkeling is organisatorisch. Ik groeide op in de *Centrale Interfaculteit*, Beth’s creatie van een filosofische faculteit die

per definitie was geplaatst op een academisch kruispunt tussen disciplines. Het was hier dat de balans tussen wiskunde, logica, en andere delen van de filosofie zou spelen. Dat spreekt niet vanzelf. Inmiddels is de 'core philosophy' in opmars, ook binnen de analytische traditie, en hele professionele gemeenschappen aan de Oostkust van de Verenigde Staten praten alleen nog met elkaar over metafysica of betekenis, onthecht van informatie uit andere vakgebieden, 'and proud of it'. En vederlichte filosofische mooipraterij van het soort dat de Wiener Kreis meende te hebben uitgeroeid blijkt hardnekkig, inclusief surrogaat-religie, of om Karl Marx te actualizeren: 'methadon voor het volk'.

Zo gezien is het verheugend om te zien hoezeer de Nederlandse filosofie haar open wetenschapsgeoriënteerde karakter heeft weten te bewaren, in florerende milieus als de logica en filosofie van de natuurwetenschappen in Utrecht, de sociale filosofie in Groningen, en natuurlijk mijn eigen Amsterdamse *Institute for Logic, Language and Computation*, de erfgenaam van Beth's 'Instituut voor Logica en Grondslagenonderzoek der Exacte Wetenschappen'. Maar er zijn verdere voorbeelden te over, blijkens nieuwe wetenschapsfilosofische ontwikkelingen in Leuven en Tilburg. Dit brede academische platform is voor mij een vanzelfsprekend voorbeeld geweest in al mijn verdere activiteiten.

Misschien is ook hier weer een kleine uitleg nodig. Hoe kan een academicus die serieus genomen wil worden in een essay nu overschakelen van inhoudelijke thema's (hoe ondiep interdisciplinair dan ook) naar werkelijk geheel irrelevante trivia als organisatie of bestuur? Mocht u zo denken, dan raad ik aan om te beginnen eens een boek te lezen als Huff 1993 waarin de cruciale intellectuele rol wordt beschreven van de moderne universiteit als rechtspersoon sinds de Middeleeuwen. Wetenschappelijke kracht vergt weldoordachte organisatie. Dat was Beth volkomen duidelijk, die samen met Tarski vele internationale campagnes heeft gevoerd om het contact tussen logica en filosofie te verankeren, inclusief verheugend moderne intrigues, die zijn te lezen in Van Ulsen 2000. Het Nederlandse milieu waarin ik ben grootgebracht heeft internationaal vaak een organisatorische voortrekkersrol gespeeld, en ook dat beschouw ik als intellectuele prestatie en serieuze vormende invloed.

De Centrale Interfaculteit is uit de Wet op het Hoger Onderwijs geschrapt. Misschien was de ambitie te hoog gegrepen. Maar dat er geestverwante disciplines op strategische

uitkijkpunten moeten staan centraal in de universiteit: filosofie, wiskunde, informatica, en wellicht nog andere, is voor mij een gegeven wat niets aan realiteit heeft ingeboet.

11 Conclusie

De Nederlandse filosofie heeft haar meest originele prestaties geleverd in allianties met de exacte wetenschappen, en dat is ook precies waar de logica gedijt. Ik beschouw mijzelf als typisch product van die verbinding van filosofie en wiskunde, inclusief de daarmee verbonden brede universitaire ambities. Natuurlijk ben ik in mijn specifieke visies op de hier geschetste logische dynamiek ver van mijn leermeesters afgedwaald, en lezers zullen misschien het gevoel hebben dat mijn ‘constanten’ van de logica zozeer verschuiven dat ze *variabelen* zijn geworden. Die dubbelzinnigheid verklaart mijn titel. Soms vrees ik zelfs dat ik inmiddels zelfs ver ben afgedwaald van mijn eigen generatie vakgenoten – maar zo gaat dat nu eenmaal, als je gelooft dat je visie correct is, en op den duur zal zegevieren.

Maar ik wil mijzelf in de algemene teneur van mijn onderzoek absoluut niet als eenzame voorganger positioneren, want de ‘Nederlandse School’ met naar buiten gerichte filosofie is wijdverbreid. Bovendien vind die traditie al vele jaren internationaal weerklank. Ik ben sinds enkele jaren managing editor van *Synthese*, volgens de statistiek het meestgelezen filosofische tijdschrift ter wereld, dat zich expliciet richt op combinaties van filosofie en vakwetenschappen. En uit alles blijkt hoezeer het ideaal van de filosofie als bron van wetenschappelijk grensverkeer bij auteurs en lezers nog steeds springlevend is. Overigens, *Synthese* werd in 1936 opgericht door een groep Nederlandse filosofen en wetenschappers (het eerste nummer bevatte een bijdrage van de wiskundige Mannoury), en het had levendige contacten met de Signifische Kring (Pietarinen 2005). Maar dat een dergelijke onderneming uit de Lage Landen kwam, zal u na lezing van dit artikel niet meer verbazen.

Verwijzingen

- P. Adriaans & J. van Benthem, red'n, 2008, *Handbook of the Philosophy of Information*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- J. van Benthem, 1998, ‘Logische Dynamiek, Contouren van een Theorie’, *Algemeen Nederlands Tijdschrift voor Wijsbegeerte*, 90:1, 54 – 70.

- J. van Benthem, 2007, 'Logic, Rational Agency, and Intelligent Interaction', invited lecture at the 13th International Congress of Logic, Methodology, and Philosophy of Science, Beijing 2007, to appear in D. Westerståhl et al., eds., *Proceedings DLMPS XIII*, College Publications, London.
- J. van Benthem, 2008, 'Games that Make Sense: Logic, Language, and Multi-Agent Interaction', te verschijnen in K. Apt & R. van Rooij, red'n, *New Perspectives on Games and Interaction*, Texts in Logic and Games, Amsterdam University Press.
- E.W. Beth, 1953, 'On Padoa's Method in the Theory of Definition', *Indagationes Mathematicae*, 15, 330 – 339.
- E-W Beth, 1955, 'Semantic Entailment and Formal Derivability', *Mededelingen van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*, Afdeling Letterkunde, 13, 309 – 342.
- E-W Beth, 1963, 'Konstanten van het Wiskundige Denken', *Mededelingen van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*, 26, 231 – 255.
- L.E.J. Brouwer, 1908, 'De Onbetrouwbaarheid der Logische Principes', *Tijdschrift voor Wijsbegeerte* 2, 152 – 158.
- G. Frege, 1879, *Begriffsschrift: eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens*, Verlag von Louis Nebert, Halle.
- T. Huff, 1993, *The Rise of Early Modern Science: Islam, China and the West*, Cambridge University Press, Cambridge.
- D. Jacquette, red., 2007, *Handbook of the Philosophy of Logic*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Ch. Perelman & L. Olbrechts-Tyteca, 1958, *Traité de l'Argumentation: La Nouvelle Rhétorique*, Presses Universitaires de France, Paris.
- A-V. Pietarinen, 2005, 'Significs and the Origins of Analytic Philosophy', Philosophical Institute, University of Helsinki.
- S. Toulmin, 1958, *The Uses of Argument*, Cambridge University Press, Cambridge.
- P. van Ulsen, 2000, *E.W. Beth als Logicus*, proefschrift DS-2000-04, Institute for Logic, Language and Computation, Universiteit van Amsterdam.