

Informatiekunde; Exacte vaagheid

INAUGURELE REDE



Door Erik Proper

Informatiekunde; Exacte vaagheid

Informatiekunde; Exacte vaagheid

Rede (in verkorte vorm) uitgesproken bij de aanvaarding
van het ambt van hoogleraar Informatiekunde
aan de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica
van de Katholieke Universiteit Nijmegen
op maandag 10 november 2003

door
Erik Proper

Illustratie omslag: Elske Bleeker

ISBN 90-9017286-6

© H.A. (Erik) Proper, Arnhem, 2003

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden middels druk, fotokopie, microfilm, geluidsband of op andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de copyrighthouder.

Mijnheer de Rector Magnificus,
Zeer gewaardeerde toehoorders,

In juni 2003 [1] kondigde Minister Zalm van Financiën aan dat hij op korte termijn bedrijven wil verplichten om hun belastingaangiften in het vervolg elektronisch aan te leveren. Particulieren zullen hier iets minder snel toe verplicht worden. Maar volgens Minister Zalm zullen ook zij er vroeg of laat allemaal aan moeten geloven en hun belastingaangifte elektronisch gaan doen. Even los van de vraag of een dergelijke stap op korte termijn eigenlijk wel uitvoerbaar en sociaal verantwoord is, is het wel een belangrijk teken aan de wand. In het Engels hoort men wel eens het spreekwoord: "Nothing is certain but death and taxes". Als Nederland op korte termijn daadwerkelijk volledig overgaat op elektronische aangifte van belastingen, dan onderstreept dit eens te meer het feit dat computers inmiddels doordringen tot elk facet van ons Westerse leven.

De titel van de leerstoel die ik bekleed luidt: "Informatiekunde". Het is traditie dat een nieuw benoemde hoogleraar zijn ambt officieel aanvaardt middels het voorlezen van een rede waarin hij zijn visie op het vakgebied uiteenzet. Vandaag wil ik u daarom kennis laten maken met mijn visie op het vakgebied Informatiekunde. Dit wil ik doen in een drietal stappen. Allereerst zal ik stilstaan bij het *waarom* van het vakgebied. Hierbij zal ik ingaan op een aantal maatschappelijke ontwikkelingen en de rol die de computer hierbij speelt. Vervolgens zal ik me richten op de vraag *wat* het Informatiekunde vakgebied nu precies behelst en wat daarin, volgens mij, de interessante uitdagingen zijn. Hieraan gekoppeld zal ik aangeven welke Informatiekundige onderzoeksthema's er binnen onze vakgroep al onderzocht zijn, en wat naar mijn mening de interessante onderzoeksthema's voor de nabije toekomst zijn. Eén van deze thema's wil ik vandaag samen met u nader verkennen. Tenslotte wil ik aangeven *hoe*, middels welke onderzoeksaanpakken, we antwoorden willen vinden op Informatiekundige onderzoeksvraagstukken.

Waarom Informatiekunde?

Zoals gezegd, betreft de eerste vraag die ik vandaag wil beantwoorden de maatschappelijke relevantie van het vakgebied Informatiekunde. Deze is voornamelijk gelegen in de rol die de computer vervult in de hedendaagse Westerse maatschappij.

De oprukkende computer

Onze maatschappij kan niet meer zonder computers. De rol van computers is allang niet meer beperkt tot de voor de hand liggende voorbeelden zoals tekstverwerkers, spelcomputers of websites. Ook allerlei andere vormen van reeds bestaande technologie raken steeds meer "doordrenkt" met computers. Van wasmachines tot rolstoelen, van vrachtauto's tot vliegtuigen, van bibliotheek tot bushalte, van elektronische agenda tot digitale leeromgeving, overal vinden we technologische ondersteuning die niet meer zonder computers kan. Zelfs gebouwen worden dankzij computers steeds slimmer, onder andere door hoogwaardige beveiliging, voortdurende bewaking van het interne klimaat, automatische aanpassing van sfeerverlichting, etcetera.

Het digitale tijdperk

De Katholieke Universiteit van Nijmegen staat al 80 jaar midden in het leven. Die 80 jaar heeft voor een belangrijk deel in het teken gestaan van de verdere ontwikkeling en uitbouw van de industriële samenleving; het industriële tijdperk. Als samenleving hebben we inmiddels de eerste schreden gezet in een nieuw tijdperk; het digitale tijdperk. Let wel, ik noem dit nieuwe tijdperk bewust niet het informatietijdperk.

In de laatste decennia van de vorige eeuw was regelmatig te horen en te lezen hoe we het industriële tijdperk achter ons zouden laten, en over zouden gaan naar het informatie-tijdperk [2]. Naar mijn mening liepen die uitspraken zo'n honderd á honderdvijftig jaar achter de feiten aan. Of, iets genuanceerder gezegd, ik ben van mening dat de naamgeving "het informatietijdperk" zo'n honderd á honderdvijftig jaar achter de feiten aanloopt. Mijns inziens is het informatietijdperk onlosmakelijk verbonden met de opkomst van het industriële tijdperk. Immers, tegelijkertijd met de industrialisering van de samenleving, kwamen er ook steeds meer informatie- en documentstromen op gang om diezelfde samenleving in goede banen te leiden. Natuurlijk waren er voor de industrialisering ook al informatiestromen, en heeft bijvoorbeeld de uitvinding van de boekdrukkunst deze

stromen verder gestimuleerd. Echter, de informatiestromen zijn pas echt aangezwollen toen de industrialisering eenmaal op gang kwam. Gaandeweg zijn er steeds meer organisaties ontstaan, zoals financiële instellingen, overheden en regeluitvoerende instanties, die in essentie te zien zijn als grote informatieverwerkende fabrieken. Belastingaangiften, overschrijvingsformulieren, subsidieaanvragen en chartaal geld zijn allemaal voorbeelden van informatiedragers die door dergelijke fabrieken stromen.

In de tweede helft van de vorige eeuw waren de informatiestromen tot dermate grote proporties aangezwollen dat het bijna onmogelijk werd om ze nog handmatig te verwerken. Toen de computer zijn intrede deed, werd daar dan ook gretig gebruik van gemaakt om delen van deze informatiestromen per computer te verwerken.

Inmiddels kunnen we in de wereld om ons heen zien hoe computers steeds verder doordringen in alle delen van de samenleving. Het gebruik van computers is daarbij allang niet meer beperkt tot de informatieverwerkende fabrieken. Ook andere sectoren van de samenleving kunnen niet meer zonder. Het vervoer per trein, boot of auto, is inmiddels ook door allerlei vormen van gecomputeriseerde informatieverwerking omgeven. Zonder computers staan de vrachttreinen, vrachtschepen en vrachtauto's van "Nederland transportland" stil. En kan de moderne medische wereld nog zonder computer? We hoeven maar in een gemiddeld Westers ziekenhuis te gaan kijken om te beseffen dat men ook daar niet meer zonder kan.

De industrialisering is begonnen met het mechaniseren van de aandrijving. Eerst per stoommachine, toen per brandstofmotor en later per elektromotor. Inmiddels heeft deze mechanisering zelfs zijn weg gevonden naar onze tandenborstels. Het digitale tijdperk is feitelijk begonnen toen de verwerking van informatie werd gemechaniseerd door de inzet van computers. Het is een kwestie van tijd voordat ook de computer onze tandenborstel bereikt.

Een essentiële eigenschap die alle hedendaagse computers gemeen hebben is dat ze informatie verwerken in *digitale* vorm. Feiten, documenten, muziek, foto's, films, allemaal worden ze in digitale vorm door computers verwerkt. Zoals het stenen tijdperk vernoemd is naar de introductie van stenen gereedschappen, en het bronzen tijdperk naar het gebruik van bronzen gereedschappen, kunnen we het aankomende tijdperk het beste betitelen als het *digitale* tijdperk. Diverse auteurs die proberen een inschatting te maken van de mogelijke invloed van computertechnologie op mensen, maatschappij en organisaties, gebruiken daarbij dan ook metaforen zoals: "Being Digital" [3], "Digital Economy" [4] en "Digital Places" [5]. Ook de Nederlandse overheid spreekt in haar toekomstbespiegelingen

over "Digitale Delta" [6] en "Digitale Economie" [7]. Men gebruikt zelfs al enige tijd het begrip de "Digitale Overheid" [8], terwijl het Ministerie van Binnenlandse Zaken zich reeds waagt aan de "grondrechten in het digitale tijdperk" [9]. We kunnen dus stellen dat het leven steeds meer een digitaal leven wordt waarin informatie steeds meer in digitale vorm wordt verwerkt. In die zin lijken we ons dan ook te bevinden in de overgangsfase van het industriële tijdperk naar het digitale tijdperk.

Enablers van het digitale tijdperk

Alvorens nader in te gaan op de mogelijke rol van de Informatiekunde in het digitale tijdperk, is het nuttig eerst kort stil te staan bij de belangrijkste enablers van het digitale tijdperk. Er zijn hierbij een drietal belangrijke voorwaardenscheppende factoren te onderkennen, twee van technologische en één van financiële aard.

Ten eerste worden computers steeds verder geminiaturiseerd. Dit maakt het mede mogelijk dat computers steeds makkelijker zijn te integreren in bestaande vormen van technologie. We hebben een ontwikkeling kunnen zien van zaalvullende mainframes, via PC's, tot alomtegenwoordige computers zoals we die kunnen terugvinden in onze mobiele telefoons, elektronische agenda's, autonavigatiesystemen, wasmachines, bankpassen, etcetera.

Ten tweede worden computers steeds meer met elkaar verbonden. Hier hebben we een ontwikkeling kunnen zien van alleenstaande mainframes die middels ad-hoc verbindingen met elkaar werden verbonden, via het ontstaan van het Internet als structureel en robuust verbindingmedium tussen diezelfde mainframes, tot aan de hedendaagse situatie waarin inmiddels naast de PC op het werk, de PC thuis en zelfs telefoons, DVD spelers, pacemakers, elektronische agenda's en spelcomputers via het Internet met elkaar verbonden zijn. Tenslotte wordt de beschikbare rekenkracht en opslagcapaciteit steeds goedkoper. Let op: ik stel dat rekenkracht en opslagcapaciteit goedkoper wordt. Ik stel niet dat alle computergebaseerde apparatuur die wij kopen goedkoper wordt. PC's zijn, bijvoorbeeld, de afgelopen jaren niet *dramatisch* in prijs gedaald. De rekenkracht en opslagcapaciteit die je per Euro krijgt is echter wel *fors* toegenomen.

Een extreem, maar wel tot de verbeelding sprekend voorbeeld van de miniaturisering en de toenemende interconnectiviteit, is het zogenaamde "smart dust" [10]. Het gaat hierbij om heel kleine computertjes met ingebouwde communicatiemiddelen, die daadwerkelijk kunnen zweven in de lucht. Omdat deze computertjes slechts bestaan uit één chip zijn ze ook nog eens erg goedkoop te produceren. Naast het onvermijdelijke militaire gebruik zijn

mogelijke toepassingen: het detecteren of traceren van luchtvervuiling, het bewaken van verkeersstromen en het verkennen van planeten. Wat de uiteindelijke invloed van dergelijke technologie op de maatschappij zal zijn laat zich vooralsnog raden, maar "smart dust" is wel een mooie illustratie van de drie zojuist geschetste enablers van het digitale tijdperk.

Het zijn de miniaturisering, de toenemende interconnectiviteit, en de dalende prijs van rekenkracht, die het *mogelijk* maken dat computers daadwerkelijk doordringen tot in elke uithoek van onze samenleving. Nog even en dan herinnert mijn tandenborstel me er aan weer eens een afspraak te maken met de tandarts.

Waarom dus Informatiekunde?

De enablers van het digitale tijdperk bieden legio mogelijkheden voor nieuwe toepassingen van gecomputeriseerde informatieverwerking. Dit betekent ook dat computers een toenemende invloed zullen hebben op de manier waarop we met zijn allen leven en werken. Diverse auteurs hebben zich gewaagd aan voorspellingen van deze invloed. Zie bijvoorbeeld "Paradigm Shift – The New Promise of Information Technology" van Don Tapscott en Art Caston [11], "Shaping the Future – Business Design Through Information Technology" van Peter Keen [12] of "Being Digital" van Nicholas Negroponte [3].

Een kritische vraag die we daarbij moeten stellen blijft uiteraard of deze ontwikkelingen in alle gevallen leiden tot een nuttige of wenselijke toevoeging aan de samenleving. Zit de moderne mens, bijvoorbeeld, nu echt wel te wachten op een tandenborstel die je herinnert aan afspraken met je tandarts? Hoeveel mensen maken er inmiddels echt, vrijwillig, gebruik van de chipknip? Zijn de baten van gecomputeriseerde informatieverwerking werkelijk hoger dan de kosten? In het stellen en beantwoorden van dergelijke vragen ligt de basis voor het vakgebied der Informatiekunde.

De introductie van de computer heeft in eerste instantie geleid tot het wetenschapsgebied der Informatica. Naarmate dit gebied beter begrepen werd, en computers meer en meer geïntegreerd raakten in de samenleving, ontstond echter een steeds grotere behoefte aan een dieper inzicht in de relatie tussen computers en de context waarin deze gebruikt worden. Zo ontstond, aan het begin van het digitale tijdperk, het vakgebied der Informatiekunde; het thema van mijn leerstoel.

Het is, naar mijn mening, met name de Informatiekunde die ervoor dient te waken dat de digitalisering in goede banen wordt geleid. Informatiekundigen zijn de vormgevers, architecten en planologen van het *digitale tijdperk*.

Wat is Informatiekunde?

Na deze bespreking van de maatschappelijke context van de Informatiekunde, kom ik langzaam toe aan de vraag: *wat is Informatiekunde eigenlijk?* Ik moet uw geduld echter nog even op de proef stellen. We moeten eerst nog wat noodzakelijke terminologie invoeren.

Informatietechnologie & informatiesystemen

Er zijn twee termen die ik tot dusverre zorgvuldig heb vermeden, terwijl deze toch een belangrijke rol spelen bij het definiëren van het vakgebied. Het gaat hierbij om de termen *informatietechnologie en informatiesystemen*.

Pen en papier zijn vormen van technologie die zich door de eeuwen heen al uitstekend hebben bewezen als middel voor de uitwisseling van informatie. Zijn het daarmee dus ook vormen van informatietechnologie? De meeste mensen zullen pen en papier niet echt als informatietechnologie willen bestempelen. In het algemeen denken we, en daarmee bedoel ik feitelijk de hele maatschappij, bij informatietechnologie toch aan computers.

Om het begrip informatietechnologie beter te duiden, is het nodig om eerst het begrip "informatiesysteem" preciezer te definiëren. In de definitie van het vakgebied Informatica, zoals deze is opgesteld door de verkenningscommissie Informatica, is de volgende omschrijving van "informatiesystemen" terug te vinden [13]:

"Informatiesystemen realiseren de informatievoorziening van organisaties, individuen en apparaten door middel van generatie, opslag, interpretatie, transformatie, transport en presentatie van gegevens, in de verschijningsvormen tekst, beeld of geluid."

In lijn met deze omschrijving kunnen we het begrip "informatietechnologie" op zijn beurt beter omschrijven als technologie die het genereren, opslaan, interpreteren, transformeren, transporteren en presenteren van gegevens in verschillende verschijningsvormen ondersteunt, middels computers.

De zojuist geciteerde omschrijving van informatiesystemen bevat overigens twee opvallende zaken. Het eerste dat opvalt, is dat er in de omschrijving geen verwijzing wordt gemaakt naar computers. Dat is correct. Informatiesystemen bestonden ook al vóórdat we de computer gingen gebruiken om delen van de verwerking te mechaniseren. Zelfs de Egyptenaren en de Romeinen maakten al gebruik van informatiesystemen. Een informatiesysteem *mag* gecomputeerd zijn, maar het is geen vereiste.

Het tweede dat opvalt is dat het bij een informatiesysteem kan gaan om "informatieverwerking ten behoeve van organisaties, individuen én *apparaten*". Volgens deze definitie heeft een apparaat dus ook een mogelijke behoefte aan de verwerking van informatie. De *besturing* van apparatuur zoals robotarmen, treinen, vliegtuigen, etcetera is in essentie ook te zien als het verwerken en interpreteren van informatie. Het apparaat heeft deze besturing nodig om daadwerkelijk tot "leven" te komen. We moeten een informatiesysteem overigens niet alleen zien als iets dat op zichzelf bestaat. De automatische besturing van een vliegtuig is onlosmakelijk verbonden met het vliegtuig. Desondanks kunnen we zien dat er sprake is van een informatieverwerkend deelsysteem van het vliegtuig dat zich richt op de besturing.

In essentie is een informatiesysteem dus te zien als een systeem dat verantwoordelijk is voor de informatievoorziening van "iets anders". Daarnaast *hoeft* een informatiesysteem dus niet gecomputeriseerd te zijn. Sterker nog, bij vrijwel alle informatiesystemen zullen er ergens in het systeem mensen een rol spelen. We noemen die mensen ook wel eens "gebruikers". In mijn optiek zijn die "gebruikers" een volwaardig onderdeel van het informatiesysteem. Volledig gecomputeriseerde informatiesystemen bestaan daarom ook nauwelijks. De term "gebruikers" is hierbij overigens erg verwarrend. Als het ene gecomputeriseerde informatiesysteem gebruik maakt van het andere gecomputeriseerde informatiesysteem, is dat eerste systeem dan niet ook een gebruiker? In plaats van "gebruiker" in de zin van een "menselijke gebruiker" spreek ik daarom liever over menselijke actoren in het informatiesysteem, naast computers of apparaten.

Mijn persoonlijke interesse gaat vooral uit naar informatiesystemen die voor een groot deel geautomatiseerd zijn, maar waarbij de mens een cruciale rol blijft vervullen. Gelukkig voor mij worden er dat in het digitale tijdperk steeds meer. In het vervolg zal ik de term "informatiesysteem" gebruiken als afkorting voor "vergaand gecomputeriseerd informatiesysteem".

Een aantal mensen onder u zult zich misschien inmiddels afvragen waarom ik steeds het woord "gecomputeriseerd" gebruik, terwijl het Nederlands daar toch het prachtige woord "automatisch" voor heeft. Dat is een bewuste keuze. De meeste mensen met een achtergrond in "de automatisering" zullen het woord "automatisch" uitleggen als: het per computer, of zo u wilt per automaat, uitvoeren van bepaalde taken. Dat is echter niet de enige betekenis van het woord automatisch. In het dagelijkse taalgebruik betekent automatisch namelijk ook "vanzelf". Als iets automatisch gaat, dan gaat het vanzelf. Eenieder die

gebruik maakt van gecomputeriseerde informatiesystemen weet echter uit ervaring dat het in de praktijk nogal eens tegenvalt met dat "vanzelf gaan". Ik vermijd daarom liever het woord automatisch. Het klinkt misschien als fijnslipperij, maar ik denk dat het juist voor de Informatiekunde belangrijk is dat we ons ervan bewust zijn dat als iets gecomputeriseerd kan worden, dit niet automatisch betekent dat het automatisch gebeurt.

Essentiële aspecten van Informatiesystemen

Voor elke vorm van technologie geldt dat, teneinde op de lange duur succesvol te zijn, ze goed moet aansluiten bij de wensen en mogelijkheden van de omgeving waarin ze wordt toegepast. Bij gecomputeriseerde informatiesystemen is dit *nog* belangrijker omdat, zoals ik zojuist heb beargumenteerd, deze doordringen tot in elk facet van ons leven.

Informatiesystemen kennen een veelheid aan aspecten. Welke aspecten relevant zijn, zal voor een deel afhangen van het specifieke soort informatiesysteem. In mijn optiek zijn er echter vier aspecten die vrijwel altijd een essentiële rol spelen bij het effectief inzetten van informatietechnologie binnen een informatiesysteem. Het betreft hier de *organisatorische*, de *menselijke*, de *informatie* en de *technologische* aspecten.

De organisatorische aspecten hebben betrekking op alles wat te maken heeft met het doelbewust vormgeven van de structurele samenhang en samenwerking tussen de verschillende onderdelen van het systeem zelf en haar directe omgeving. Het "doelbewuste" heeft hierbij onder andere betrekking op de feitelijke *missie*, de reden van bestaan, van het systeem. Gaat het bijvoorbeeld om een systeem voor de informatievoorziening van een afdeling van een verzekeringsmaatschappij, de besturing van een vliegtuig of een systeem voor de besturing van een logistieke keten? Binnen het organisatorische aspect vinden we ook de relatie tussen de informatievoorziening van een bedrijf en de bedrijfsdoelstellingen terug.

De menselijke aspecten richten zich op de individuele mens en haar relatie met het informatiesysteem. Denk hierbij aan de menselijke capaciteiten, motivaties, drijfveren, wensen, en haar manier van denken, communiceren, werken, leren, etcetera. Hier vinden we dus ook de eerdergenoemde menselijke actoren van een informatiesysteem terug. De informatie aspecten betreffen de informatie die door het informatiesysteem en haar onderdelen verwerkt en uitgewisseld wordt. Denk hierbij aan de aard van de informatie, de taal waarin deze eventueel gerepresenteerd kan worden, en de media die hiervoor gebruikt kunnen worden.

Tenslotte onderkennen we uiteraard de technologische aspecten. Dit is waar we de informatietechnologie terugvinden.

Deze vier aspecten zijn overigens niet altijd even scherp af te bakenen; ze zijn op bepaalde punten sterk aan elkaar gerelateerd en vertonen soms zelfs enige overlap. Ze zijn dan ook onderscheiden om het totale speelveld overzichtelijker te maken, en niet om het strikt op te delen. Verder zijn deze aspecten, zoals eerder opgemerkt, geen poging om compleet te zijn. Afhankelijk van het specifieke type informatiesysteem zal er sprake zijn van andere relevante aspecten. Denk bijvoorbeeld aan de fysieke omgeving in het geval van de besturing van een vliegtuig, of de beveiligingsaspecten van een betalingssysteem. De besproken vier aspecten zullen, echter, bij alle informatiesystemen een belangrijke rol vervullen. Bij het ontwikkelen van informatiesystemen moeten deze aspecten daarom ook integraal meegenomen worden. Dit gaat niet vanzelf. Hier zal ik zo meteen nog uitvoeriger op terugkomen.

Informatiekunde

Nu we het begrip informatiesysteem nader hebben gedefinieerd kom ik toe aan de definitie van het vakgebied Informatiekunde. Ik zou dit vakgebied als volgt willen definiëren:

Informatiekunde is de wetenschap die zich bezighoudt met theorieën, methoden en technieken voor het ontwikkelen en in stand houden van vergaand gecomputeriseerde informatiesystemen, met specifieke aandacht voor de doelbewuste afstemming tussen de organisatorische, menselijke, informationele en technologische aspecten van dergelijke systemen.

Binnen dit gebied gaat mijn persoonlijke interesse vooral uit naar theorieën, methoden en technieken voor het *ontwikkelen* van informatiesystemen. Hierbij onderken ik zeker dat niet alleen het bouwen van informatiesystemen belangrijk is, maar ook het in stand houden ervan. Als we kijken naar de kosten van informatiesystemen, dan zien we dat het grootste deel hiervan bestaat uit kosten die voortkomen uit instandhouding [14]. Echter, de hoogte van deze kosten worden voor een groot deel al bepaald door ontwerpbeslissingen die genomen worden tijdens de *ontwikkeling* van het systeem. Goed beheer begint bij goede ontwikkeling.

Bij het ontwikkelen van systemen denk ik overigens niet alleen aan de nieuwbouw van systemen. Het uitbouwen van een bestaand systeem met nieuwe functionaliteit, het corrigeren van fouten in de bestaande functionaliteit, of het renoveren van een bestaand

systeem zodat toekomstige uitbreidingen makkelijker zijn te verwezenlijken, vallen bijvoorbeeld ook onder systeemontwikkeling. Ik zou systeemontwikkeling willen definiëren als: *het doelbewust veranderen van een bestaande situatie teneinde in een situatie te geraken die beter overeenkomt met de wensen en eisen ten aanzien van het systeem.*

Uitdagingen voor de Informatiekunde

De overgang naar het digitale tijdperk brengt een aantal uitdagingen met zich mee voor de ontwikkeling van gecomputeriseerde informatiesystemen. Er zijn vier uitdagingen die ik als de belangrijkste drijfveren beschouw voor het Informatiekunde onderzoek waar ik me in de komende jaren op wil richten.

De eerste uitdaging betreft de *verwevenheid* van de producten van de informatietechnologie met ons dagelijks leven en werken. Als gevolg van de toenemende verwevenheid zullen de gevolgen van eventuele problemen met diezelfde informatietechnologie steeds groter worden. Tegelijkertijd maakt deze verwevenheid het moeilijk om, bij het ontwikkelen van grootschalige informatiesystemen, precies af te bakenen met welke andere systemen en belanghebbenden er rekening gehouden dient te worden. Traditioneel viel een informatiesysteem binnen de muren van één organisatieonderdeel van beperkte omvang. Bijvoorbeeld een afdeling of een filiaal. De grenzen van zo'n organisatieonderdeel vormden als het ware een natuurlijke begrenzing van het informatiesysteem. Dit is echter in veel situaties allang niet meer het geval. Op steeds meer plaatsen zien we informatiesystemen ontstaan die geen natuurlijke grenzen meer kennen. Het ultieme voorbeeld daarvan is het World-Wide-Web. Probeer maar eens van dat systeem de grenzen eenduidig af te bakenen. Maar ook op andere plekken zien we dit probleem terug. Denk eens aan de informatievoorziening binnen één productieketen, zoals de productieketen voor auto's. Het zou voor de aanstaande koper van een auto erg prettig zijn als hij tot op een paar dagen nauwkeurig kan weten wanneer zijn aanstaande heilige koe opgehaald kan worden. Theoretisch kan dit berekend worden op basis van de voorraden en doorlooptijden in de hele productieketen. Maar, waar moeten we beginnen om een dergelijk informatiesysteem af te bakenen? Een nachtmerrie voor een projectleider; een uitdaging voor een Informatiekundige.

De tweede uitdaging heeft betrekking op de *pluriformiteit* van de belangen en de belanghebbenden van de systemen die ontwikkeld worden. Denk hierbij maar eens aan de eerdergenoemde organisatorische, menselijke, informationele en technologische aspecten die voor informatiesystemen onderkend kunnen worden. Informatiesysteemontwikkeling

vindt in de praktijk plaats in situaties waarin sprake is van een ruime schakering aan belanghebbenden met vaak tegenstrijdige belangen. Neem als voorbeeld het OV chipkaart project [15]. De hoofddoelstelling van dit project is de introductie van de chipkaart als vervoerbewijs bij het OV met als einddoel één kaart die overal in het land bruikbaar is voor de trein, metro, tram, bus en boot. Het zal duidelijk zijn dat de belangen van de diverse vervoerders, de overheid, de leveranciers van de benodigde infrastructuur en, oh ja, de reizigers, nogal sterk uiteen zullen lopen.

Bij het ontwikkelen van informatiesystemen kunnen en mogen we onze ogen niet sluiten voor deze pluriforme realiteit. De theorieën, methoden en technieken die we hiervoor gebruiken moeten dus plek bieden voor deze "dans der belangen".

De pluriformiteit van de belanghebbenden en hun belangen maakt ook dat de broodnodige afstemming tussen de eerdergenoemde organisatorische, menselijke, informatieve en technologische aspecten van informatiesystemen van essentieel belang is. Hierbij moeten we ons er terdege van bewust zijn dat deze afstemming meer vergt dan het "aan elkaar praten" van een aantal aspectspecifieke modellen. Het gaat uiteindelijk om de afstemming van denkwerelden, belangen, motivaties, en de daadwerkelijke *integratie* van modellen.

De derde uitdaging wordt gevormd door de *ongrijpbaarheid* van informatiesystemen. Bij het ontwerpen van "iets" is het prettig als de belanghebbenden zich goed kunnen inleven in hoe het resultaat er uit zou kunnen zien. Zonder dat inlevingsvermogen wordt het vaak moeilijk voor belanghebbenden om zich een voorstelling te maken van de mogelijke invloed van het eindresultaat op hun belangen. Daar komt men dan vaak pas achteraf achter, met alle gevolgen van dien. Zolang een ontwerp slechts op de tekentafel bestaat blijft het voor veel belanghebbenden te abstract; ongrijpbaar.

Bij het ontwerpen van artefacten in de fysieke wereld, zoals een auto of een huis, zullen belanghebbenden zich van tevoren al een voorstelling kunnen maken van het te ontwerpen object. Op basis van analogieën met reeds bestaande fysieke objecten kan men zich voorstellen hoe het eindresultaat er uit zou kunnen zien. In die situaties wordt de ongrijpbaarheid dus wat verzacht. Dit is bij het ontwerpen van informatiesystemen veel minder het geval. Gecomputeriseerde informatiesystemen zijn moeilijk in te beelden dingen. Het enige fysieke dat aan hun bestaan raakt zijn de kasten waarin de computer hardware zich bevindt, de beeldschermen, en eventuele afdrukken op papier. Het informatiesysteem *zelf* blijft ongrijpbaar. Er is zelfs niet één specifieke kast aan te wijzen waarin het informatie-

systeem zich bevindt. In zijn inaugurele rede argumenteert Roel Wieringa dat de informatici een onzichtbare wereld van symboolmanipulatie creëren [16]. Het is hierbij de uitdaging voor informatiekundigen om met belanghebbenden te communiceren en te onderhandelen over iets wat onzichtbaar is.

De vierde uitdaging is de *veranderlijkheid* van de socio-economische en technologische context waarin informatiesystemen worden ontwikkeld. Evolutie is een constante. Die schijnbare tegenstelling is een bondige omschrijving van de condities waaronder veel organisaties tegenwoordig moeten opereren.

Informatietechnologie ontwikkelt zich snel. In de context van het World-Wide-Web wordt er wel eens gekserend gesproken over "web-jaren" [17], als waren het hondenjaren. De ontwikkelingen op het World-Wide-Web lijken sneller te gaan dan in het "echte" leven. Het uiteenspatten van de e-commerce zeepbel lijkt de duur van web-jaren weer wat meer in overeenstemming gebracht te hebben met de realiteit. Desondanks is de verwachting dat de informatietechnologische ontwikkelingen zich in hoog tempo zullen blijven voortzetten.

Het zijn echter zeker niet alleen de ontwikkelingen van de informatietechnologie die evolutie tot een constante maken. De liberalisering van markten, het verminderen van protectionisme, de privatisering van staatsbedrijven, de toenemende wereldwijde concurrentie en grensoverschrijdende bedrijfsfusies zijn allemaal aspecten die bijdragen aan de dynamiek van de huidige socio-economische context.

Het is het samenspel tussen de socio-economische en de informatietechnologische ontwikkelingen die evolutie tot een constante maken. In deze dynamische omgeving moet de Informatiekunde helder krijgen wat de behoeften en belangen zijn ten aanzien van te ontwikkelen informatiesystemen. Het beantwoorden van die vraag verwordt al snel tot "het schieten op een bewegend doelwit".

Exacte vaagheid

Als gevolg van de vier genoemde uitdagingen: verwevenheid, pluriformiteit, ongrijpbaarheid en veranderlijkheid, hebben projecten voor de ontwikkeling van informatiesystemen in het digitale tijdperk te maken met een groot aantal vaagheden. Vaagheden zoals:

1. Wat zijn de grenzen van het te ontwikkelen systeem?
2. Wat zijn precies alle belanghebbenden, en wat zijn hun belangen?
3. Weten we zeker dat alle belanghebbenden voldoende inzicht hebben in de invloed van het nieuwe systeem op hun belangen?

4. Welke socio-economische en technologische ontwikkelingen zullen het nieuwe systeem verder beïnvloeden?

Als wetenschapsgebied houdt de Informatiekunde zich bezig met theorieën, methoden en technieken voor het ontwikkelen en in stand houden van informatiesystemen, met specifieke aandacht voor de doelbewuste afstemming tussen de organisatorische, menselijke, informationele en technologische aspecten van dergelijke systemen. Zoals uit de uitdagingen voor het vakgebied blijkt, moeten deze theorieën, methoden en technieken de diverse vormen van vaagheid respecteren. Die vaagheden zeggen echter niets over het exacte gehalte van de wetenschappelijke methodes waarmee we dit wetenschapsgebied kunnen, en moeten, benaderen. Het is mijn stellige overtuiging dat we exacte methoden en modellen kunnen aanwenden om deze vaagheden beter te duiden, te voorspellen en te beïnvloeden. Diverse aspecten van informatiesystemen en de bijbehorende ontwikkelprocessen lenen zich er toe om middels wiskundige modellen beschreven te worden. De complexiteit van de ontwikkelprocessen maakt het hierbij overigens wel moeilijk om realistische en herhaalbare experimenten te doen. Echter, deelaspecten laten zich wel degelijk vastleggen in wiskundige modellen. Denk bijvoorbeeld aan rekenmodellen om de te verwachten ontwikkelingskosten en de beschikbaarheid van informatiesystemen te voorspellen, maar ook aan de formele semantiek van allerlei specificatietalen die gebruikt worden tijdens de ontwikkeling van informatiesystemen.

Informatiekundeonderzoek

Dit brengt me bij het Informatiekundeonderzoek. Mijn academische jeugd heb ik doorgebracht in de Informatica. In de loop der jaren ben ik me echter steeds meer gaan interesseren in de menselijke en de organisatorische context van informatiesystemen. Diverse onderzoeksactiviteiten waar ik in het verleden bij betrokken ben geweest droegen reeds onmiskenbare Informatiekundige elementen in zich. De achterliggende onderzoeksdoelstellingen waren niet persé gericht op de zojuist besproken uitdagingen, maar hebben bij nader inzien toch betrekking op deelgebieden van de Informatiekunde. Vandaar dat ik het relevant vindt om hier even bij stil te staan. Het betreft een drietal drie onderzoeksthema's.

Het eerste thema betrof het *functionele gedrag van informatiesystemen*, waarbij vooral de syntax en semantiek van modelleertalen om het functionele gedrag van informatiesystemen

vast te leggen centraal stonden ([18], [19] en [20]). Het tweede thema betrof de *evolutie van informatiesystemen*. Hierbij werden modellen ontwikkeld waarmee de evolutie van een informatiesysteem door de tijd gemodelleerd kon worden. Het ging hierbij zowel om de evolutie van de structuur en gedragingen van informatiesystemen als om de evolutie van de opgeslagen informatie zelf ([21], [22] en [23]). Bij het derde thema, het *lenigen van informatiebehoef-ten*, draaide het om de vraag hoe computers ingezet kunnen worden om zo effectief mogelijk te voorzien in de informatiebehoefte van menselijke gebruikers ([24], [25] en [26]).

Dat was het verleden. Nu de toekomst. De onderzoeksthema's waar ik aan wil werken zijn tot stand gekomen op basis van de onderzoeksthema's uit het verleden, in combinatie met de uitdagingen zoals ik die zie voor het vakgebied Informatiekunde. Het gaat hierbij om een drietal thema's, waarvan de eerste twee betrekking hebben op informatiesystemen als *subject*, en het laatste thema juist het ontwikkelproces als focus heeft. Nadat ik een kort overzicht heb gegeven van deze drie thema's, zal ik het laatste thema nader met u verkennen.

Het eerste onderzoeksthema betreft de *sociale en communicatieve patronen* zoals we die in informatiesystemen kunnen aantreffen. Informatiesystemen zijn te zien als sociale systemen ([16] en [27]) waarin actoren van diverse pluimage samenwerken en communiceren. Sommige actoren zullen gecomputeriseerd van aard zijn terwijl andere actoren van menselijke aard zijn. Binnen dit thema zal gekeken worden naar patronen van organiseren en communiceren binnen dergelijke sociale systemen, en de invloed die deze patronen hebben op de kwaliteitseigenschappen van het systeem als geheel. Twee kwaliteitseigenschappen die hierbij bijzondere aandacht verdienen zijn flexibiliteit en robuustheid.

Een eerste resultaat binnen dit onderzoeksthema is het proefschrift van Stijn Hoppenbrouwers [28]. In dit proefschrift wordt naar informatiesystemen gekeken als communicatiemiddel voor mens-mens communicatie, en de rol die taal hierin speelt. De gecommuniceerde informatie wordt immers gecodeerd middels taal. Hierbij gaat specifieke aandacht uit naar de manier waarop talen die in het informatiesysteem ingebouwd zijn mee kunnen veranderen met de context.

Op termijn is het de bedoeling om binnen dit thema ook te kijken naar zinnige en bruikbare patronen van buiten de wereld van informatie- en softwaresystemen. Denk bijvoorbeeld aan interactiepatronen uit de biologie, zoals de wijze waarop bijen of mieren met elkaar samenwerken. Deze patronen kunnen, bijvoorbeeld, als inspiratie dienen om informatiesystemen robuuster en/of flexibeler te maken ten aanzien van veranderingen van buiten. Binnen de robotica en de agenttechnologie wordt al volop geëxperimenteerd

met de inzet van dergelijke, door de biologie geïnspireerde, patronen [29].

Het tweede onderzoeksthema richt zich op het *informatieaanbod*. De informatie die ons ter beschikking staat ten behoeve van onze dagelijkse activiteiten is overweldigend. Via het Internet hebben we toegang tot een bijna eindeloze hoeveelheid aan informatie in een veelheid van formaten, structuren en media. Binnen dit onderzoeksthema wordt getracht om technieken en theorieën te ontwikkelen om de essentie van dit aanbod in kaart te brengen, los van allerlei technologiegebonden verschijningsvormen van deze informatie. Een deel van dit onderzoek wordt uitgevoerd in het kader van het PRONIR NWO project ([30] en [31]), waarbinnen nauw wordt samengewerkt met het Infolab van de Universiteit van Tilburg.

Het derde thema, en tevens het thema dat ik zo meteen wat nader zal uitdiepen, richt zich op *evenwicht in informatiesysteemontwikkeling*. Het betreft hier het ontwikkelproces zelf. Hierbij is het doel te komen tot een integrale aanpak voor de ontwikkeling van informatiesystemen, die alle vier de uitdagingen het hoofd biedt. Een eerste deel van het onderzoek binnen dit thema vindt plaats in het kader van het ArchiMate project ([32], [33] en [34]). Dit project is een samenwerkingsverband tussen de ABN-Amro Bank, het Algemeen Burgerlijk Pensioenfonds, de Belastingdienst, het Centrum voor Wiskunde en Informatica, Ordina, het Telematica Instituut, de Universiteit van Leiden en de Katholieke Universiteit Nijmegen. En wordt mede gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken.

Evenwicht in informatiesysteemontwikkeling

Na deze uiteenzetting over de onderzoeksthema's uit het verleden en die voor de toekomst, heb ik voor één van deze thema's de behoefte om wat meer de diepte in te gaan. Ik besef dat een inaugurele rede primair gericht is op een breed publiek, maar ik kan het niet nalaten om voor het derde thema toch het begin van een theorie te schetsen. De theorievorming binnen dit thema is nog in een beginnend stadium. We hebben daarom momenteel vooral vragen en nog maar weinig uitgekristalliseerde antwoorden. Dit maakt het echter des te interessanter om dit thema juist vandaag samen met u wat nader te exploreren.

Informatiesysteemontwikkeling als gemeen probleem

Traditioneel wordt de ontwikkeling van informatiesystemen uitgevoerd middels projecten. Het ontwikkelen van informatiesystemen in het digitale tijdperk brengt, zoals ik al eerder

heb beargumenteerd, diverse nieuwe uitdagingen met zich mee. Ik vraag me hierbij af in hoeverre een traditionele manier van denken in termen van projecten hierbij nog van toepassing is.

Elke projectleider zal beweren dat een project goede uitgangspunten en einddoelen dient te hebben die helder afgebakend en stabiel zijn [35]. Echter, als direct voortvloeisel van de geponeerde uitdagingen *verwevenheid, pluriformiteit, ongrijpbaarheid en veranderlijkheid*, heeft de ontwikkeling van informatiesystemen in het digitale tijdperk te maken met een grote mate van vaagheid, onstabieleit en onzekerheid ten aanzien van juist deze uitgangspunten en einddoelen. Dit kan nogal wat gevolgen hebben voor ontwikkelprojecten. Laten we dit daarom eens nader analyseren.

Informatiesysteemontwikkeling kan gezien worden als het oplossen van een "probleem" [36]. Als een bestaande situatie niet voldoet aan de systeemeisen, dan is het probleem dat opgelost moet worden: "Zorg dat er een systeem komt dat wél aan de eisen voldoet". Problemen bestaan er in soorten en maten. Een relevant onderscheid dat hierbij gemaakt kan worden is het onderscheid tussen zogenaamde "gemene" en "tamme" problemen ([36], [37] en [38]). In het Engels worden deze typen van problemen respectievelijk "wicked problems" en "tame problems" genoemd. Een gemeen probleem laat zich typisch kenmerken door eigenschappen zoals de volgende:

- Je begrijpt een gemeen probleem pas goed als je er een oplossing voor hebt bedacht. Elke mogelijke oplossing brengt nieuwe aspecten van het probleem aan het licht, aspecten die verdere aanpassing van de oplossing vereisen.
- Gemene problemen hebben geen stopcriterium. Er is geen eenduidige en stabiele probleemdefinitie te geven. Als gevolg hiervan is het niet duidelijk wanneer het probleem *echt* is opgelost.
- Oplossingen voor gemene problemen zijn niet simpelweg goed of fout. In plaats daarvan zijn ze "beter", "slechter" of "goed genoeg". Voor gemene problemen is het moeilijk om op een objectieve wijze de kwaliteit van een oplossing te beoordelen.
- Elke oplossing van een gemeen probleem krijgt slechts één kans. Elke realistische poging heeft direct consequenties. Je kunt niet eerst een realistisch prototype van de Betuwelijjn bouwen om te zien of het allemaal wel zal werken in de praktijk. Hierbij komt meteen de in gemene problemen ingebouwde patstelling naar voren. Je kunt het probleem niet echt verkennen zonder oplossingen te proberen, maar elke oplossing die je probeert heeft onvoorziene bijeffecten die het probleem direct of indirect verder beïnvloeden.

Deze vier criteria zijn niet alle criteria voor gemene problemen, maar het zijn naar mijn mening wel de meest onderscheidende. Een tam probleem laat zich typisch kenmerken door eigenschappen zoals:

- Het probleem heeft een vooraf goed gedefinieerde en stabiele probleemdefinitie.
- Het heeft een duidelijk stopcriterium om te bepalen of een goede oplossing is gevonden.
- Er is een oplossing die op objectieve wijze beoordeeld kan worden op zijn correctheid.
- Het probleem heeft oplossingen die makkelijk, zonder ongewenste consequenties, uitgeprobeerd kunnen worden.

Deze typen van problemen zijn bedoeld als extremen. Een probleem kan best een "beetje gemeen" of "enigszins tam" zijn. Overigens zegt het gemeen of tam zijn van een probleem niets over de moeilijkheidsgraad van het probleem zelf. Het bewijzen van Fermat's laatste stelling was volgens deze definitie weliswaar een tam probleem, maar men heeft er jaren over gedaan om een oplossing te vinden.

Hoe zit het nu met het ontwikkelen van informatiesystemen? Komen we daar tamme of gemene problemen tegen? Mijn stelling is dat het ontwikkelen van informatiesystemen in het digitale tijdperk tendeert naar een gemeen probleem. Uitgaande van de uitdagingen voor informatiesysteemontwikkeling in het digitale tijdperk zullen veel ontwikkelprojecten al snel voldoen aan de criteria voor gemene problemen. Laat we de belangrijkste criteria wat nader bekijken.

Het eerste criterium betrof het feit dat een probleem pas echt begrepen kan worden als er een eerste oplossing voor is bedacht. Dit criterium sluit direct aan bij de uitdagingen *verwevenheid* en *ongrijpbaarheid*. Terwijl men een informatiesysteem ontwikkelt, zal men nieuwe belanghebbenden kunnen tegenkomen, en zullen belanghebbenden door het concreter worden van het nieuwe systeem steeds beter gaan inzien wat hun feitelijke belangen zijn. Ik zou hierbij willen verwijzen naar het eerdergenoemde voorbeeld van de OV chipkaart.

Het tweede criterium betrof het ontbreken van een goed stopcriterium. Bij het ontwikkelen van informatiesystemen ontstaat er een soort natuurlijke drang om te gaan schuiven met de eisen ten aanzien van het nieuwe informatiesysteem. Ten dele zal dit het gevolg zijn van veranderingen die plaatsvinden in de socio-economische context gedurende de ontwikkeling van het systeem. De wereld staat niet stil. Er zijn echter ook redenen dichter bij huis te vinden. Het ontwikkelen van een informatiesysteem zal vrijwel altijd de directe context van het systeem beïnvloeden. Immers, om een ontwikkelproject überhaupt op te star-

ten moet er in eerste instantie een concrete behoefte zijn om iets te veranderen aan een reeds bestaande situatie. Er moet een "knelpunt" zijn dat als ernstig genoeg wordt ervaren, om iemand er toe te brengen de moeite te nemen een ontwikkelproject op te zetten en te betalen. Het wegnemen van dat "knelpunt" zal ongetwijfeld het gedrag van de context beïnvloeden. Immers, de context van het systeem heeft moeten leren leven met beperkingen. Zodra die beperkingen zijn weggenomen, zal dat ongetwijfeld leiden tot ander gedrag van de context. Een verandering die vrijwel zeker *nieuwe* veranderingswensen met zich meebrengt, omdat er ergens anders een nieuw knelpunt zal opduiken. Nu kunnen we vervolgens hard roepen "ja maar dat nieuwe knelpunt is niet het originele probleem", maar dat verandert niets aan het feit dat de definitie van het probleem is veranderd, en dat het dus maar de vraag is of we uiteindelijk het goede probleem hebben opgelost. Wat is het goede stopcriterium?

Een concreet voorbeeld van dit fenomeen is het oplossen van fileproblemen. Wanneer we bij een systeem van snelwegen op een bepaalde plek de wegen verbreden om op die plek de files op te lossen, dan zullen er vrijwel zeker op andere plekken nieuwe files ontstaan. Aan de ene kant zullen auto's op voormalige knelpunten sneller kunnen doorstromen, en daardoor ergens anders nieuwe files veroorzaken. Aan de andere kant, en dat is het gemene, zal de vermindering van de files waarschijnlijk veroorzaken dat ineens meer mensen tijdens de spitsuren van hun auto gebruik wensen te maken. Vooraf is dit gedrag moeilijk voorspelbaar. Een directe informatietechnologische tegenhanger van de filesituatie is het automatiseren van productieprocessen. Wanneer we knelpunten in productieprocessen oplossen door deze te automatiseren, kunnen er ergens anders weer nieuwe knelpunten ontstaan. Soms zijn deze knelpunten voorspelbaar, maar vaak ook niet.

Het derde criterium voor gemene problemen had betrekking op het feit dat oplossingen niet simpelweg goed of fout zijn. Wanneer is een informatiesysteem goed? Als het conform de specificaties werkt? Maar wat als het systeem, om dat niveau van correctheid te bereiken, te laat wordt opgeleverd? Is een op tijd opgeleverd systeem met een aantal fouten in niet al te cruciale delen van het systeem, niet "beter" dan een systeem dat een maand later wordt opgeleverd zonder fouten? Stel dat het gaat om een informatiesysteem dat noodzakelijk is voor de introductie van een nieuw product op de markt. Een maand eerder met het nieuwe product op de markt komen dan de concurrentie kan wel eens van doorslaggevend belang zijn. Hoe erg zijn die overgebleven fouten dan nog?

Daarnaast blijft het, zie ook de vorige twee criteria, moeilijk om te komen tot een kwan-

titatieve specificatie van wat eigenlijk het goede informatiesysteem is. Als mens zijn we uitermate adaptief ingesteld. Zelfs als een systeem niet precies doet wat we er van verwachten, kunnen we er nog steeds erg nuttig gebruik van maken. Is dat systeem dan "slecht"? Het kan beter. Maar dat kan het bijna altijd. Wanneer is goed *goed genoeg*?

Volgens het vierde criterium zou een oplossing van een gemeen probleem slechts één kans hebben om zich te bewijzen. Dit criterium zal niet altijd van toepassing zijn bij het ontwikkelen van informatiesystemen. Als het te ontwikkelen informatiesysteem klein genoeg van omvang is, zou men zich kunnen veroorloven om te experimenteren met alternatieve oplossingen. Echter, bij grootschalige informatiesystemen, zoals de OV chipkaart, elektronische belastingaangifte, het betalingsverkeer, etcetera, is er slechts beperkt ruimte om op realistische schaal te experimenteren [36]. Na bijvoorbeeld een mislukte poging tot het introduceren van een OV chipkaart, moet er voor een volgende poging rekening worden gehouden met eventuele "overblijfselen" van deze eerdere poging. Het oorspronkelijke probleem bestaat daarom ook niet meer als zodanig. Je hebt maar één kans gehad om het originele probleem op te lossen.

Tenslotte moet nog opgemerkt worden dat *gemeenheid* een eigenschap van het probleem zelf is. Maar dat is nog niet het hele verhaal. Naast het probleem zelf, hebben we namelijk ook nog te maken met een *context* waarin het probleem opgelost moet worden. Twee van de genoemde uitdagingen voor de Informatiekunde hebben meer betrekking op de context van het probleem dan op het probleem zelf. Het gaat hierbij om de *pluriformiteit* van de belanghebbenden en de *veranderlijkheid* van de socio-economische en technologische context. Die twee factoren dragen in veel gevallen nog eens extra bij aan de gemeenheid. Ik meen dus te mogen concluderen dat informatiesysteemontwikkeling in het digitale tijdperk tendeert een gemeen probleem te zijn, waarbij de context van het probleem de gemeenheid eerder zal verergeren dan verminderen.

Traditionele informatiesysteemontwikkeling

Hoe wordt bij het ontwikkelen van informatiesystemen traditioneel omgegaan met gemeenheid? Informatiesysteemontwikkeling kan opgedeeld worden in een aantal fasen. Nu zijn er verschillende manieren om deze indeling te maken ([39] en [40]), maar grofweg kunnen we stellen dat er vier belangrijke fasen zijn te onderkennen: definiëren, ontwerpen, construeren en implementeren ([41] en [42]).

Bij het definiëren staan drie vragen centraal: *wat* moet het systeem doen, *waarom*

moet het dit doen, en *hoe goed* moet het dit doen. Deze fase leidt tot de probleemdefinitie. Tijdens de ontwerpfase zijn de centrale vragen: *hoe* moet het systeem er uit zien om te voldoen aan de eisen zoals die opgesteld zijn in de definitiefase, en *waarmee* kan dit gerealiseerd worden. Na de ontwerpfase volgt de constructiefase. In deze fase worden alle benodigde onderdelen van het informatiesysteem bijeengebracht, en wordt het eindresultaat samengesteld. Het kan hierbij gaan om hardware, software, handleidingen, etcetera. Wat volgt, in de implementatiefase, is de daadwerkelijke in gebruik name van het eindresultaat door de opdrachtgevers. Na de implementatie volgt doorgaans het beheren van het systeem. Zoals ik echter eerder heb aangegeven, richt ik me in mijn onderzoek specifiek op systeemontwikkeling.

Er zijn verschillende strategieën om de vier genoemde fasen te doorlopen. Een lineaire strategie loopt, zoals de naam al suggereert, voor het gehele systeem stap voor stap alle fasen door. Dit wordt ook wel eens een waterval aanpak genoemd, omdat we als het ware van de ene fase naar de andere fase stromen. Een eerste variatie hierop is de incrementele strategie, waarbij de verschillende fasen per deelsysteem doorlopen worden. Deze strategie gaat er wel van uit dat we een zinnige opdeling van het systeem hebben kunnen maken in deelsystemen. Een derde variant is de iteratieve strategie. Hierbij wordt door veelvuldig op en neer springen tussen de verschillende fasen een voldoende goed eindresultaat toegewerkt.

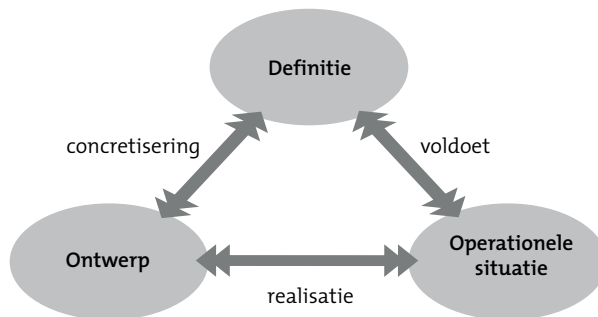
Wat al deze aanpakken gemeen hebben is dat ze uitgaan van wat ik zou willen noemen het "projectdenken". Men neemt als vertrekpunt de aanname dat men, idealiter, in staat is om heldere uitgangspunten en einddoelen te formuleren. Startende vanuit het projectdenken zou je het liefst willen zien dat je te maken hebt met situaties waarin je een nette, goed gestructureerde, lineaire aanpak kunt gebruiken. Omdat de praktijk weerbarstiger is dan dat, moest het projectdenken opgerekt worden. Dit heeft geleid tot de meer iteratieve strategieën. Ik zou echter willen stellen dat zelfs wanneer een iteratieve strategie gebruikt wordt, dit toch een ontkenning blijft van het gemene karakter van de problemen die men oplost. Men blijft immers het projectdenken, dat vraagt om heldere uitgangspunten en einddoelen, als kader gebruiken.

Evenwichtsdenken

Ik vraag me af of we er niet veel beter aan doen om in plaats van het projectdenken een ander startpunt te kiezen, waarbij ik overigens niet wil zeggen dat projecten afgeschaft moeten worden. Projecten zijn zeker nodig, ze bieden immers een goede manier om sta-

biele en behapbare brokken werk te verzetten. Ze zouden echter ingebed moeten worden in een groter geheel dat niet persé uitgaat van stabiele uitgangspunten en einddoelen. Het is overigens interessant om te zien hoe grootschalige ontwikkelprojecten nogal eens de neiging hebben om instituten te worden. Wat begon als project wordt op een zeker moment bijna een staande organisatie op zichzelf. Het feitelijke werk hierbinnen wordt weer uitgevoerd middels kleinere projecten. Als tegenbeweging wordt ook wel gesproken over microprojecten, waarbij het gaat om het initiëren van vele kleine projecten, in plaats van één onbestuurbare kolos [43].

Ik zou zelf informatiesysteemontwikkeling in eerste instantie willen zien als een continu evolutionair proces, met als doel het bewaren van evenwicht tussen drie polen: *definitie*, *ontwerp* en de *operationele situatie*. De definitiepool richt zich op het wat, waarom en hoe goed, terwijl de ontwerppool zich richt op het hoe en waarmee. De operationele pool betreft de actuele informatievoorziening, waarbij het overigens best mogelijk is dat er in een actuele situatie nog geen gebruik gemaakt wordt van een (gecomputeriseerd) informatiesysteem.



Figuur 1: Evenwicht in informatiesysteemontwikkeling

Zoals in Figuur 1 is geïllustreerd spannen de drie polen (metaforisch gezien) samen een spanningsveld op. De drie polen zijn onderling verbonden middels een drietal krachten; drie elastiekjes. Het elastiekje tussen de definitiepool en de operationele pool heeft betrekking op de vraag in hoeverre de operationele situatie *voldoet* aan de gestelde definitie. Het elastiekje tussen de definitiepool en de ontwerppool richt zich op de vraag of het ont-

werp een *concretisering* is van de definitie; een goede vertaling van het wat naar het hoe. Tenslotte richt het elastiekje tussen de ontwerppool en de operationele pool zich op de vraag of de operationele situatie een goede *realisatie* is van het ontwerp.

Het evenwichtsmodel in Figuur 1 is van toepassing op alle soorten informatiesysteemontwikkeling, dus zowel bij nieuwbouw, correctie, uitbouw als renovatie.

Het evenwicht bewaren

Het evenwichtsmodel zegt nog niets over de eventuele processen die het krachtenveld kunnen beïnvloeden. Idealiter is er een volledige balans tussen de drie polen. Bij een onbalans ontstaat er een behoefte aan verandering. Mits we een dergelijke verandering scherp genoeg kunnen formuleren in termen van uitgangspunten en einddoelen, en de verandering klein genoeg is qua omvang en te verwachten doorlooptijd, kan er een project opgestart worden om deze verandering daadwerkelijk te verwezenlijken.

In elk van de drie verbindingen kan er sprake zijn van een onbalans. Zo kan het zijn dat de behoeften van de belanghebbenden niet voldoende afgedekt worden door de operationele situatie. In zo'n geval kan de balans hersteld worden door de operationele situatie aan te passen, en/of door de behoeften bij te stellen. Dat laatste klinkt misschien raar, maar u zou zich een situatie kunnen voorstellen waarin de diverse belanghebbenden er onrealistische wensen op nahouden, die bijvoorbeeld met de huidige stand der technologie niet praktisch realiseerbaar zijn, terwijl de verschillende belanghebbenden elkaar misschien ook nog eens tegenspreken. Het kan in een dergelijke situatie heel effectief zijn om een project op te starten dat er voor moet zorgen dat de belanghebbenden in gaan zien wat realistische en haalbare wensen zijn, gelet op de stand der technologie, de eventuele kosten van verbeteringen en de belangen van andere belanghebbenden.

Wanneer de definitie en het ontwerp met elkaar in onbalans zijn, moet óf het ontwerp geactualiseerd worden, óf moeten wederom de behoeften van de belanghebbenden bijgesteld worden. Een onbalans tussen realisatie en ontwerp kan er op duiden dat de operationele situatie nog verder geactualiseerd moet worden. Het kan er echter ook op duiden dat het ontwerp achterloopt op de operationele situatie. In de praktijk komt men dit laatste nogal eens tegen als er veranderingen aan een systeem zijn aangebracht zonder dat het ontwerp hierop is aangepast.

Elke actie die ondernomen moet worden om de balans weer te herstellen kan in potentie uitgevoerd worden middels een project. De uitgangspunten en einddoelen van een der-

gelijk project kunnen uitgedrukt worden in termen van de mate waarin de balans verbeterd moet worden. Dit klinkt nog vaag. Het zal in de toekomst exacter gemaakt moeten worden: exacte vaagheid! De uitdaging is om zo exact mogelijk uit te kunnen drukken wat het is om in balans te zijn. Met andere woorden, we moeten er voor zorgen dat er meetinstrumenten komen om, voor elk van de elastiekjes uit het evenwichtsmodel, precies vast te stellen wat de mate van balans in een bepaalde situatie is.

Het evenwicht toetsen

Om in staat te zijn vast te stellen in welke mate een operationele situatie daadwerkelijk een realisatie is van het ontwerp, zijn instrumenten en methoden nodig om te *testen* of een operationele situatie zich gedraagt conform het ontwerp. De Informatica beschikt hier reeds over een uitgebreid instrumentarium voor het testen van software- en hardwareonderdelen van een informatiesysteem [44]. Daarnaast bieden methoden zoals Total Quality Management [45] aanknopingspunten om te toetsen in hoeverre het menselijke deel van een informatiesysteem zich conform het ontwerp gedraagt. Een belangrijke voorwaarde is wel dat de talen die gebruikt worden om het informatiesysteem te ontwerpen een goed gedefinieerde semantiek hebben; ze dienen een *exacte* basis te hebben. We moeten immers wel precies weten waar we op willen testen/toetsen.

Bepalen in welke mate een ontwerp een concretisering is van de definitie, en of een operationele situatie voldoet aan de gestelde definitie, is uitdagender dan het op het eerste gezicht lijkt. Allereerst zijn er specificatietalen nodig om de definitie eenduidig te kunnen vastleggen. Idealiter kunnen we alle soorten kwaliteiten, dus zowel de functionele als niet-functionele, waaraan het systeem zou moeten voldoen in deze talen uitdrukken. Vervolgens kunnen we dan instrumenten en methoden ontwikkelen om te controleren of de operationele situatie, of het ontwerp hiervan, voldoet aan de specificatie. Hier zal overigens niet altijd een simpel ja/nee antwoord mogelijk zijn.

De benodigde specificatietalen kunnen we zeker ontwikkelen. Echter, de aanname dat we de definitie eenduidig kunnen vastleggen is wat naïef. Waar moet die eenduidige definitie vandaan komen? Er zijn twee factoren die het verkrijgen hiervan nogal bemoeilijken. Ten eerste zit de definitie van het systeem in eerste instantie in de hoofden van de belanghebbenden verstopt. En om de zaak nog erger te maken, zullen die belanghebbenden zich vaak niet eens precies bewust zijn van hun specifieke wensen en eisen. De *ongrijpbaarheid* van informatiesystemen speelt ons hierbij ook nog eens flink parten. We worden gedwon-

gen om een onderscheid te maken tussen een deel van de definitie dat reeds expliciet is gemaakt, dus op papier staat, en een deel dat impliciet is gebleven. Zodra een belanghebbende zich bewust wordt van een aspect van zijn of haar belangen, en dit kan verwoorden, kunnen we het toevoegen aan het expliciete deel van de definitie. Pas dan zijn we in staat om middels ons instrumentarium te toetsen of de bestaande situatie, of een ontwerp daarvan, hieraan voldoet. Toetsen of een ontwerp of een bestaande situatie voldoet aan het impliciet gebleven deel van de definitie is uiteraard niet zomaar mogelijk. Wel kunnen methoden worden ontwikkeld om, op basis van een ontwerp of een operationele situatie, belanghebbenden te helpen in het expliciet maken van hun behoeften.

De tweede bemoeilijkende factor bij het vaststellen van een eenduidige definitie vloeit voort uit de *pluriformiteit* van de belanghebbenden en hun belangen. Als gevolg van deze pluriformiteit is de kans groot dat we te maken hebben met tegenstrijdige wensen ten aanzien van het informatiesysteem. Het verkrijgen van een eenduidige definitie vereist dus ook onderhandelingen tussen de verschillende belanghebbenden en hun belangen.

Het evenwicht sturen

Een voor de hand liggende vervolgvraag is de vraag hoe het evenwicht gestuurd kan worden, zowel wat betreft de inhoudelijke als de procesmatige sturing. Bij inhoudelijke sturing gaat het om de uiteindelijke inrichting van het ontwikkelde informatiesysteem, terwijl het bij procesmatige sturing gaat om de inrichting van de ontwikkelprocessen.

In ons onderzoek gaan we er van uit dat het belangrijk is dat beide vormen van sturen zo bewust mogelijk dienen te gebeuren. Met bewust doelen we hier op het feit dat beslissingen ten aanzien van de inrichting van het informatiesysteem en het ontwikkelproces zoveel mogelijk op rationele grondslagen genomen dienen te worden. Een beslissing om op een bepaalde manier het informatiesysteem in te richten heeft invloed op de kwaliteitseigenschappen van het resulterende systeem. Gelijkelijk zal een beslissing om het ontwikkelproces op een bepaalde manier in te richten van invloed zijn op de kwaliteit van dat proces. In ons onderzoek [34] beschouwen we "bewuste sturing" als een combinatie tussen de drie volgende ingrediënten:

1. De semantiek van beslissingen dient gezien te worden als de impact die ze hebben op de kwaliteitseigenschappen van het resultaat. Op basis hiervan kan een goede kosten-baten analyse gemaakt worden ten behoeve van de besluitvorming.
2. Inrichtingsbeslissingen dienen zoveel mogelijk expliciet genomen te worden. Bij infor-

matiesysteemontwikkelpjecten worden nogal eens verborgen beslissingen genomen. Onbewust wordt er gekozen voor een bepaalde technologie, methode of techniek, of wordt er een motivatie van een project als gegeven beschouwd zonder nadere toetsing.

3. Communiceren en onderhandelen tussen de verschillende belanghebbenden over inrichtingsbeslissingen is essentieel om tot een goede besluitvorming en concretisering van de gekozen oplossingsrichtingen te komen.

Ons onderzoek zal zich er in de komende tijd op richten de rol van deze ingrediënten nader te bepalen, met name om besluitvorming een rationele/exacte fundering te geven en tevens om het communiceren en onderhandelen met belanghebbenden meer handen en voeten te geven. Een belangrijk deel van dit onderzoek vindt reeds plaats in het kader van het eerdergenoemde ArchiMate project [32]. Hierin wordt onder ander gekeken naar de rol van architectuur als communicatie- en onderhandelingsinstrument bij de ontwikkeling van grootschalige informatievoorzieningen, en naar strategieën om architectuur in te zetten ten behoeve van rationele besluitvorming.

ArchiMate richt zich primair op de inhoudelijke sturing. In een gepland samenwerkingsverband tussen mijn leerstoel en de Nijmeegse bijzondere leerstoelen "Management van software", "Informatiesystemen onder architectuur", en "Procurement", zal gewerkt worden aan het opzetten van een onderzoeksproject dat zich juist richt op de procesmatige sturing. Hierbij zal in het bijzonder de relatie tussen visie, programmamanagement, architectuur en ontwikkelprojecten centraal staan.

Hoe onderzoeken?

Na deze verkenningstocht door deels nog onontgonnen gebied kom ik toe aan de vraag hoe we dergelijk onderzoek concreet gaan opzetten. Waar richt de Informatiekunde zich als wetenschap op? Wat zijn mogelijke resultaten? Hoe pakken we het onderzoek aan? Wat is ons laboratorium? Vragen waar ik in dit laatste deel van mijn oratie antwoorden op zal proberen te geven.

Informatiekunde als wetenschap

Als wetenschap richt de Informatiekunde zich op gelijksoortige resultaten als de Informatica. In het artikel "Wat is Informatica" [46] beschrijven Hans Meijer en Hanno

Wupper hoe de Informatica zich richt op het ontwikkelen van theorieën, methoden, talen en gereedschappen. Dit geldt, behoudens enkele nuanceverschillen, in principe ook voor de Informatiekunde.

Binnen de Informatiekunde wordt aan theorieontwikkeling gedaan die gericht is op het wezen van informatiesystemen, met specifieke aandacht voor de afstemming tussen de organisatorische, menselijke, informationele en technologische aspecten van dergelijke systemen. Daarnaast is de Informatiekunde ook geïnteresseerd in methoden om daadwerkelijk goede informatiesystemen te ontwikkelen. Theorievorming binnen de Informatiekunde heeft dus niet alleen betrekking op het subject, het informatiesysteem zelf, maar ook op het ontwikkelproces, de methoden. De Informatiekunde doet onderzoek naar dergelijke methoden vanuit het besef dat de basis van het welslagen van een informatiesysteem ligt in het proces waarin het tot stand is gekomen. Een belangrijk verschil tussen de Informatiekunde en de Informatica is dat de methoden die de Informatiekunde oplevert per definitie moeten kunnen omgaan met vaagheden. Als we het binnen de Informatiekunde hebben over methoden, dan bedoelen we zeer zeker geen kookboeken, maar eerder richtlijnen, heuristieken, etcetera, om gegeven een specifieke situatie te bepalen wat de beste aanpak is.

De Informatiekunde ontwikkelt ook vele talen om relevante aspecten tijdens de ontwikkeling van een informatiesysteem zo effectief mogelijk te kunnen communiceren. Welke concepten er in zo'n taal uitdrukbaar moeten zijn, en wat een bijbehorende communicatiewijze is, hangt sterk af van het communicatiedoel en de communicatiepartners. In het soort talen zien we overigens wederom een belangrijk verschil tussen de Informatiekunde en de Informatica. Binnen de Informatica wordt veel gewerkt met talen die eenduidig zijn te interpreteren, waarbij instructies gesteld in dergelijke talen eventueel door computers zijn uit te voeren. De syntax en de semantiek van dergelijke talen zijn daarom precies vastgelegd. Binnen de Informatiekunde ligt dat wat subtieler. Hierbij gaat het niet alleen om het gedrag van computers, maar ook om het gedrag van mensen en organisaties. Die hebben doorgaans een eigen wil. Voor talen waarmee we bijvoorbeeld het wenselijke gedrag van mensen als deel van een informatiesysteem kunnen specificeren, is het zeker nuttig om hiervan de precieze semantiek te kennen. Echter, het is nog veel belangrijker om te weten hoe robuust het systeem zal zijn als een menselijke actor zich bewust of onbewust hier niet aan houdt. Hoe gedraagt het informatiesysteem zich dan?

Het ontwikkelproces voor informatiesystemen is zelf ook een informatie-intensief pro-

ces. We hebben te maken met diverse modellen, specificaties, verslagen, etcetera. Dit betekent dat we een ontwikkelproces zelf ook weer kunnen opvatten als een informatiesysteem; een informatiesysteem dat ook weer gecomputeriseerd kan worden – en dat gebeurt ook al sinds jaar en dag [47]. Dit betekent dat er ten behoeve van de ontwikkelprocessen gecomputeriseerde gereedschappen ontwikkeld kunnen worden die deze processen ondersteunen: de Informatiekunde op zichzelf toegepast.

Onderzoeksaanpak

Bij het Informatiekunde onderzoek dat ons voor ogen staat spelen een tweetal hoofdklassen van onderzoeksaanpakken een belangrijke rol: exploratief en toetsend [48]. Afhankelijk van het type vraagstelling en de specifieke probleemsituatie zullen daarbij verschillende varianten gebruikt kunnen worden. De exploratieve aanpak en de toetsende aanpak zie ik echter als de twee hoofdsmaken.

Bij een exploratief onderzoek is er vooraf nog geen (complete) theorie beschikbaar en zijn er ook nog geen scherp geformuleerde hypothesen voorhanden. Exploratief onderzoek is gericht op de ontwikkeling van theorie en/of scherpere formulering van hypothesen. Deze aanpak is erg bruikbaar om "nieuw gebied" in kaart te brengen, bijvoorbeeld om te achterhalen wat de belangrijkste factoren zijn op basis waarvan ontwerpbeslissingen genomen worden. Een typische aanpak voor een dergelijk onderzoek zou een bestaand informatiesysteem, de bijbehorende ontwerpdocumentatie en interviews met de ontwerpers als uitgangspunt nemen. Op basis hiervan zou er vervolgens een analyse gemaakt kunnen worden van de achterliggende beslissingen, de slaag- en faalfactoren, eventuele ontwerppatronen, etcetera. Deze analyse kan vervolgens als basis gebruikt worden voor de echte theorievorming. Hoe kunnen we de waarnemingen middels een theorie verklaren en duiden? Hierbij zullen we typisch gebruik maken van, én bijdragen aan, reeds bestaande theoretische modellen van computersystemen, organisaties en de mens, systeemtheorie, communicatietheorie, etcetera. Merk op dat de opgeleverde theorieën zowel betrekking kunnen hebben op informatiesystemen zelf als op de methoden die gebruikt worden om ze te ontwikkelen.

Toetsend onderzoek is er voor bedoeld om vooraf gestelde hypothesen te confronteren met de empirie. Het doel zal hierbij typisch zijn om ontwikkelde theorieën in de praktijk te toetsen. Werken de theorieën ook als het gaat om de ontwikkeling van echte informatiesystemen? Stel, we hebben een theorie om te voorspellen wat de invloed is van ontwerpbe-

slissingen op bepaalde kwaliteitscriteria van het uiteindelijke informatiesysteem. Werkt dit dan ook in de praktijk? Kloppen de voorspellingen?

Er is op dit moment veel aandacht voor de impact van onderzoek, en de criteria om deze te meten. Gegeven mijn verleden als docent en onderzoeker aan de Universiteit enerzijds, en mijn vierjarige "stage" in de praktijk anderzijds, zal het u niet verbazen dat ik zelf twee criteria zou willen gebruiken om impact te meten. Niets is zo praktisch als een goede theorie. Tegelijkertijd is de praktijk de beste leermeester. De impact van Informatiekundeonderzoek zou ik enerzijds willen meten in termen van het aantal wetenschappelijke publicaties dat het voortbrengt, en anderzijds, en dit vind ik minstens even belangrijk, aan de mate waarin de resultaten daadwerkelijk een bijdrage leveren aan het verbeteren van de manier waarop in de praktijk informatiesystemen worden ontwikkeld.

Het laboratorium van de Informatiekundige

Nu rest nog één vraag. Waar gaan we dat onderzoek doen? Wat is ons laboratorium? Voor de β -faculteit zijn er in het kader van de nieuwbouw een aantal nieuwe laboratoria gebouwd, zoals het HFML laboratorium voor hoge magneetvelden en het nieuwe NMR-paviljoen. Het laboratorium voor de Informatiekunde bevindt zich niet in één gebouw. Ons laboratorium is de praktijk; de empirie. Voor ons exploratieve en toetsende onderzoek hebben we die empirie hard nodig. Daarom moeten we op diverse manieren de banden met die praktijk onderhouden. Dit doen we bijvoorbeeld door het benoemen van bijzonder hoogleraren op gebieden zoals "Management van software", "Informatiesystemen onder architectuur" en "Procurement". Maar ook zullen we actief samenwerken met partijen uit de praktijk. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het eerdergenoemde ArchiMate [32] project, het mede oprichten van het Nederlandse Architectuurforum [49] en het opzetten van een avondopleiding voor de architecten van het digitale tijdperk, in samenwerking met de Avondopleiding Bedrijfskunde KU Nijmegen en Cap Gemini Ernst & Young [50].

Het is mijn hoop en verwachting dat we in de komende jaren enerzijds onze betrokkenheid bij de praktijk middels derde-geldstroomprojecten verder kunnen uitbreiden, ten einde het empirische deel van ons onderzoek verder te stimuleren, en anderzijds dat we via deelname in NWO projecten het theoretische deel van ons onderzoek kunnen aanjagen.

Conclusie en dankwoord

Ik hoop u vandaag te hebben laten zien dat de Informatiekunde te maken heeft met een aantal *uitdagingen: verwevenheid, pluriformiteit, ongrijpbaarheid en veranderlijkheid*, die er toe leiden dat informatiesysteemontwikkeling te kampen heeft met een aantal vaagheden waar we de ogen niet voor kunnen sluiten. Als exacte wetenschappers rest ons een interessante uitdaging die we met onze exacte middelen te lijf willen en kunnen gaan. Vandaar de boodschap:

Informatiekunde; Exacte vaagheid

Tot slot wil ik nog enkele woorden van dank uitspreken. Mijn onderzoekslaan is in 1989 gestart. Dat was in het vak Database Management van de Nijmeegse Informatica opleiding. Het was in dat vak dat ik voor het eerst in aanraking kwam met het doen van onderzoek. Toen is de vlam gaan branden! Dat moment heb ik te danken aan Theo van der Weide.

In de hierop volgende loopbaan als onderzoeker ben ik door drie stromingen beïnvloed. De eerste stroming is de precieze en formele manier van werken, zoals me is bijgebracht door Theo van der Weide. Hij heeft me geleerd de goede dingen goed te formaliseren. De tweede stroming was de informele, doch kritische en precieze, explorerende aanpak zoals gebruikt door Eckhard Falkenberg. Hij heeft me geleerd met concepten te schilderen.

De basis voor de derde stroom werd ver hiervandaan gelegd. Mijn samenwerking met Alistair Barros in Australië heeft me op het spoor gezet van de bedrijfsmatige aspecten van het vakgebied. Hij heeft me geleerd dat een goede theorie ook praktisch moet zijn. Dit was tevens het startsein van mijn vierjarige stage in het bedrijfsleven: na vier jaar promotie-onderzoek en drie jaar als postdoc en docent, was het voor mij tijd om eens in de praktijk te gaan kijken. In die tijd heb ik bij werkgevers zoals Origin, ID Research en Ordina vele leerzame en stimulerende gesprekken gehad met diverse collega's van binnen deze bedrijven, maar ook met die van andere partijen, zoals de Belastingdienst, Cap Gemini Ernst & Young, Devote en Luminis. Enkele mensen die ik met naam wil noemen zijn: Araminte Bleeker, Hans Bossenbroek, Stijn Hoppenbrouwers, Bert Kessels, Niels Klinkenberg, Peter van der Molen, Daan Rijsenbrij, Jaap Schekkerman, Denis Verhoef en Gerard Wijers.

In 2001 was het voor mij tijd om mijn vierjarige praktijkstage af te ronden en terug te keren naar de academische wereld. Sinds die tijd werk ik binnen de afdeling IRIS van het

Nijmeegs Instituut voor Informatica en Informatiekunde; het NIII. Ik wil het NIII bedanken voor het vertrouwen dat zij in mij stellen als trekker van het Informatiekunde gedachtegoed in Nijmegen. Verder wil ik in het bijzonder Sander Bosman, Bas van Gils, Stijn Hoppenbrouwers, Vera Kamphuis, Gert Veldhuijzen van Zanten en Theo van der Weide bedanken voor de vele interessante discussies die we in de afgelopen jaren hebben gehad tijdens het afbakenen en het ontginnen van het vakgebied.

Zoals ik al heb aangegeven vindt een deel van het Informatiekunde onderzoek plaats binnen het ArchiMate project. Ik wil hierbij de ArchiMate projectleden expliciet bedanken voor de hiervoor geboden ruimte.

Bij het schrijven van mijn inaugurele rede heb ik gebruik gemaakt van een aantal proeflezers. Ik wil daarbij met name Stijn Hoppenbrouwers, Victor van Reijswoud, Jan Tretmans, Frits Vaandrager en Gert Veldhuijzen van Zanten bedanken voor hun bruikbare commentaren en suggesties. Uiteraard blijf ik zelf geheel verantwoordelijk voor de kwaliteit van de inhoud.

Het is goed een thuisfront te hebben alwaar je rust en ondersteuning kunt vinden. De afgelopen zeven jaar zijn in velerlei opzicht nogal dynamisch geweest, en dan is zo'n thuisfront meer dan welkom. Araminte, mijn partner en toevallig ook nog vakgenoot, heeft me dat thuisfront geboden. Zij voelt wat ik denk, en soms voelt ze zelfs voordat ik denk.

Ik heb gezegd.

Referenties

- [1] <http://www.volkskrant.nl/economie/1055827592204.html>
- [2] M. Castells. *The Information Age: Economy, Society and Culture*. Volume 1 – The Rise of the Network Society. Blackwell, Oxford, United Kingdom, 2nd edition, 2000. 0631221409
- [3] N. Negroponte. *Being Digital*. Vintage Books, New York, New York, 1996. ISBN 0679762906
- [4] D. Tapscott. *Digital Economy – Promise and peril in the age of networked intelligence*. McGraw-Hill, New York, New York, 1996. ISBN 0070633428
- [5] T.A. Horan. *Digital Places – Building our city of bits*. The Urban Land Institute (ULI), Washington DC, United States of America, 2000. ISBN 0874208459
- [6] <http://www.dedigitaledelta.nl/>
- [7] P. Louter. Ruimte voor de digitale economie – Verkenning van de relaties tussen ICT en ruimtelijk-economische ontwikkeling. TNO-rapport 01 5R 024 51211, Ministerie van Economische Zaken, April 2001. ISBN 9067437999. <http://www.minez.nl/publicaties/pdfs/01O05.pdf>
- [8] <http://www.burger.overheid.nl/>
- [9] <http://www.minbzk.nl/gdt/>
- [10] B.I. Koerner. What is smart dust, anyway? *Wired*, 11(6), June 2003. <http://www.wired.com/wired/archive/11.06/start.html?pg=10>
- [11] D. Tapscott and A. Caston. *Paradigm Shift – The New Promise of Information Technology*. McGraw-Hill, New York, New York, 1993. ASIN 0070628572
- [12] P.W.G. Keen. *Shaping the Future – Business Design Through Information Technology*. Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, 1991. ISBN 0875842372
- [13] Verkenningcommissie Informatica. *Geen toekomst zonder Informatica – Toekomstverkenning Informatica*, Juni 1996.
- [14] M. Looijen. *Beheer van Informatiesystemen*. Kluwer, Deventer, 3e editie, 1998. ISBN 902672800X
- [15] Sociale veiligheid openbaar vervoer; Brief van de minister van verkeer en waterstaat aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal over de stand van zaken, de aanpak, de planning en de financiering van de chipkaart. Kamerstuk 2002-2003, 28642, nr. 5, Tweede Kamer, Den Haag, 17 december 2002. SDU Uitgevers, 2003. ISSN 09217371
- [16] R.J. Wieringa. *De Onzichtbare Wereld van de Informaticus – Conceptuele Modellen en Virtuele Objecten*. Universiteit Twente, Enschede, November 1998.
- [17] R. Ebert. Justin time: Net nostalgia. *Yahoo! Internet Life*, April 1999. <http://www.zdnet.com>
- [18] A.H.M. ter Hofstede, H.A. Proper, and Th.P. van der Weide. Formal definition of a conceptual language for the description and manipulation of information models. *Information Systems*, 18(7):489-523, October 1993.

- [19] G.H.W.M. Bronts, S.J. Brouwer, C.L.J. Martens, and H.A. Proper. A Unifying Object Role Modelling Approach. *Information Systems*, 20(3):213-235, 1995.
- [20] T.A. Halpin and H.A. Proper. Subtyping and Polymorphism in Object-Role Modelling. *Data & Knowledge Engineering*, 15:251-281, 1995.
- [21] H.A. Proper and Th.P. van der Weide. EVORM: A Conceptual Modelling Technique for Evolving Application Domains. *Data & Knowledge Engineering*, 12:313-359, 1994.
- [22] H.A. Proper. *A Theory for Conceptual Modelling of Evolving Application Domains*. Proefschrift, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen, 1994. ISBN 909006849X
- [23] H.A. Proper and Th.P. van der Weide. A General Theory for the Evolution of Application Models. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 7(6):984-996, December 1995.
- [24] H.A. Proper and P.D. Bruza. What is Information Discovery About? *Journal of the American Society for Information Science*, 50(9):737-750, July 1999.
- [25] M.P. Papazoglou, H.A. Proper, and J. Yang. Landscaping the information space of large multi-database networks. *Data & Knowledge Engineering*, 36(3):251-281, 2001.
- [26] H.A. Proper and Th.P. van der Weide. Information coverage - incrementally satisfying a searcher's information need. In C. Stephanides, editor, *Universal Acces in HCI: Towards an Information Society for All*, pages 719-722. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, New Jersey, August 2001.
- [27] J.L.G. Dietz. Designing technical systems as social systems. In *Proceedings of the 8th International Working Conference on the Language-Action Perspective on Communication Modelling (LAP 2003)*, Tilburg, July 2003. ISBN 9056681192
- [28] S.J.B.A. Hoppenbrouwers. *Conceptualisation processes across ICT-supported organisations*. Proefschrift, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen, 2003. ISBN 9090173188
- [29] E. Bonabeau, M. Dorigo, and G. Theraulaz. *Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems*. Santa Fe Institute Studies on the Sciences of Complexity. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom, 1999. ISBN 0195131592
- [30] <http://www.pronir.nl>
- [31] B. van Gils, H.A. Proper, and P. van Bommel. Towards a general theory for information supply. In C. Stephanidis, editor, *Proceedings of the 10th International Conference on Human-Computer Interaction*, pages 720-724, Crete, Greece, 2003.
- [32] <http://archimate.telin.nl>
- [33] H. Jonkers, R. van Buuren, F. Arbab, F. de Boer, M. Bonsangue, H. Bosma, H. ter Doest, L. Groenewegen, J. Guillen Scholten, S.J.B.A. Hoppenbrouwers, M.-E. Iacob, W. Janssen, M.M. Lankhorst, D. van Leeuwen, H.A. Proper, A. Stam, L. van der Torre, and G.E. Veldhuijzen van Zanten. Towards a Language for Coherent Enterprise Architecture Descriptions. In M. Steen en B.R. Bryant, editors, *7th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC 2003)*, Brisbane, Australia, September 2003. IEEE Computer Society Press.
- [34] G.E. Veldhuijzen van Zanten, S.J.B.A. Hoppenbrouwers, and H.A. Proper. System development as a rational

communicative process. In *Proceedings of the 7th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics*, volume XVI, pages 126-130, Orlando, Florida, July 2003.

- [35] Project Management Body of Knowledge, November 2001. <http://www.pmi.org/publicatn/pmboktoc.htm>
- [36] D. Budgen. *Software Design*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 2nd edition, 2003. ISBN 0201722194
- [37] H. Rittel and M. Webber. Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences*, 4:155-169, 1973.
- [38] J. Conklin. Wicked problems and social complexity. White paper, CogNexus Institute, 2003. <http://cog-nexus.org>
- [39] I. Sommerville. *Software Engineering*. Pearson Education, Harlow, United Kingdom, 6th edition, 2001. ISBN 020139815X
- [40] J.C. van Vliet. *Software Engineering – Principles and Practice*. John Wiley & Sons, New York, New York, 2nd edition, 2000. ISBN 0471975087
- [41] M. Franckson and T.F. Verhoef, editors. *Managing Risks and Planning Deliveries*. Information Services Procurement Library. ten Hagen & Stam, Den Haag, 1999. ISBN 9076304831
- [42] H.A. Proper, editor. *ISP for Large-scale Migrations*. Information Services Procurement Library. ten Hagen & Stam, Den Haag, 2001. ISBN 9076304882
- [43] CHAOS: A Recipe for Succes. Research report, The Standish Group International, 1998. http://www.standishgroup.com/sample_research/PDFpages/chaos1998.pdf
- [44] R. Black. *Managing the Testing Process: Practical Tools and Techniques for Managing Hardware and Software Testing*. John Wiley & Sons, New York, New York, 2nd edition, 2002. ISBN 0471223980
- [45] J. Oakland. *Total Quality Management*. Butterworth-Heinemann, London, United Kingdom, 1993. ISBN 0750609931
- [46] Wat is informatica eigenlijk? H. Wupper en H. Meijer. Technisch Rapport, Computing Science Institute, Katholieke Universiteit Nijmegen. 1997 <http://www.cs.kun.nl/~wupper/TaxonomieNL/Informatica.html>
- [47] C.L. McClure. *CASE is Software Automation*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989. ISBN 0131193309
- [48] D.B. Baarda en M.P.M. de Goede. *Basisboek Methoden en Technieken – Handleiding voor het opzetten en uitvoeren van onderzoek*. Stenfert Kroese, Groningen, 3e editie, 2001. ISBN 9020730304
- [49] <http://www.naf.nl>
- [50] <http://www.architectuur-in-de-digitale-wereld.nl>

