



WAGENINGEN UNIVERSITEIT

# relevant...?

prof.ir. M.S. Elzas

# RELEVANT ... ?

door prof. ir. M.S. Elzas



**WAGENINGEN UNIVERSITEIT**

Voordracht gehouden op 11 november 1999 ter gelegenheid van zijn afscheid als hoogleraar in de Informatica (sinds 1990: in het bijzonder de Kenissystemen) aan de Wageningen Universiteit.

# Relevant... ?

Mijnheer de Rector,  
Geachte leden van de Raad van Bestuur,  
Beste Dames en Heren.

Een afscheidscollege is een mooie gelegenheid om zaken te berde te brengen die tijdens een (hopelijk) wetenschappelijke carrière van belang bleken te zijn maar onbesproken moesten blijven, ofwel vanwege de politieke gevoeligheid van het onderwerp ofwel vanwege het controversiële karakter van de visie in wetenschappelijke kringen ofwel simpelweg wegens gebrek aan tijd.

De titel van deze voordracht slaat op de spiegel die ik U wil voorhouden en niet op mijn persoonlijk optreden in dit ondermaanse, dat beschouw ik namelijk zelf als onvoldoende relevant om U daarmee lastig te vallen.

Ik zal een poging wagen begrip 'relevant' van verschillende kanten te belichten door U mee te nemen op een reis langs de historie van de universiteit en de beoefening van de wetenschap, het vakgebied informatica en enige van zijn problemen, het wezen van kennis en het werkgebied en de toekomst van kennissystemen.

Dat mijn verhaal hier en daar wat pessimistisch zal klinken, is hoogstwaarschijnlijk te wijten aan mijn oorspronkelijke opleiding tot vliegtuigbouwer. Het is daarbij vaak van groter, maatschappelijk, belang in te zien waarom vliegtuigen neerstorten dan waarom ze vliegen ...

## *Kwade tijden, slechte tijden?*

*"All too often we dwell upon making mechanisms for productivity which, like birth control, are most practicable for our neighbors, not for ourselves"*

*(Nicolas Negroponte, 1977)*

De wetenschap - en in het bijzonder het deel ervan dat in Wageningen beoefend wordt - maakt woelige tijden mee, de grenzen worden verlegd, de middelen herverdeeld en de doelen bijgesteld. De onderzoeker die werkt aan een langdurig project of op zoek is naar financiering voor fundamentele zaken, heeft grote moeite zijn enthousiasme vast te houden.

## Waarschuwing minister Hermans: Wetenschappelijk onderzoek in gevaar

NRC HANDELSBLAD  
24 juni 1999

Door een reductie wetenschappen  
ROTTERDAM, 24 JUNI. Het Nederlandse wetenschappelijk onderzoek dreigt vast te lopen door onvoldoende geld, beknutting van inventiviteit en een overmaat aan bureaucratie. Voor jonge wetenschappers is er weinig loopbaanperspectief.

Sommigen zien hierin niet alleen de aankondiging van het einde van de 'universitas' maar ook die van de wetenschap in het algemeen.

3 Boeken 29 | 1999 Universiteit NRC HANDELSBLAD

### Slechte ruilhandel op de alma mater

**Bas Blokker**

**Jan Dehman: Academische neotanden.**  
De Universiteit van Amsterdam volgens vijftig jaar Folio. Folio, 192 blz. f 27,50 (in bestellen bij Folio, tel. 020-5253981)

**Jankeste Govers: De breakbaarheid van het gevede.** Bijdragen aan de idee van een universiteit. Vossiuspers/Amsterdam University Press, 245 blz. f 35,—

**Peter Jan Knegtmans: Een bureaubeur centrum van de gaest.** De Universiteit van Amsterdam tussen 1935 en 1950. Amsterdam University Press, 415 blz. f 55,—

**Kees Willeman (red.): Het heilig vuur.** De kern van het universitaire bestaan. Wolters Noordhoff, 543 blz. f 89,—

In de loop der tijden (en niet slechts de laatste jaren) heeft de overheid, aangemoedigd door de tweede kamer (al te ?) vaak gevolgd door de Universiteitsbesturen, vele reorganisaties afgedwongen die

-in het algemeen- niet onverdeeld gunstig uitpakten voor de bloei van onderwijs en onderzoek in ons land.

DEET PAROOL - Woensdag 1 oktober 1980 - pagina 11

ECONOMIE

## UNIVERSITEITEN NIET ERG ACTIE-BEREID

# 'Inleveren doet geen pijn'

NIEMAND MERKT HET ALS IK ZOU STAKEN

NET PAROOL  
2 oktober 1980

De afbeelding op deze pagina is een tekening van de kunstenaar J. van der Vliet. Het is een satirische afbeelding van de Nederlandse universiteiten. De afbeelding is te zien op pagina 11 van de aflevering van 2 oktober 1980 van het tijdschrift 'Deet Parool'.

Onderzoeksfinanciering en -organisatie zijn in beweging, nieuwe vormen volgen elkaar met een moordend tempo op en wel op zodanige wijze dat sommigen (en dat zijn niet bepaald de minsten onder ons) er alsnog tegen in opstand komen.

### Directeur Le Pair verlaat onderzoeksfinancier STW

## 'Toponderzoekscholen zijn het stomste wat er is'

Rees le Pair vertrekt bij technisch-financier STW. De directeur met de grote mond gaat wegzien. Maar zodat hij voorgoed zijn anker licht, blijft hij zich braad maken over het Nederlandse wetenschapsbeleid: „Hiernaam moet onmiddellijk met die toponderzoekscholen stoppen.”

WB nummer 5  
4 februari 1999

Er begint zich zelfs een strijd tegen het 'bevoegd gezag' en de hiërarchische verhoudingen binnen de Universiteit af te tekenen.

NRC HANDELSBLAD  
28 augustus 1999

46 NRC HANDELSBLAD

Wetenschap & Onderwijs

## Dubbeltje op de eerste rang

POTENTIËLE NOBELPRIJSWINNAAR HOORT NIET OP EEN HOUTJE TE BIJTEN

Minister Hermans wil meer aandacht en geld voor fundamenteel onderzoek. Maar dan moeten universiteiten erkennen dat de top zich bevindt op de werkvloer en niet in het bestuursgebouw.

Donald de Wied



Zijn dit allemaal voorbeelden van doemdenken of valt het wel mee?

Maar ... zelfs als al deze meningen een al te sombere visie vertegenwoordigen, hoe moet het dan wel verder met de universiteiten, bijvoorbeeld omdat de financiering toch wel onder druk staat en het onderscheid met het HBO steeds geringer dreigt te worden?

Een belangrijk –uitwendig- criterium daarvoor is de relevantie van ons doen en laten.

Kennelijk worden Universiteit en Wetenschap toch niet van voldoende belang voor het heden en de toekomst van onze maatschappij geacht, op zijn minst door degenen die ons democratisch vertegenwoordigen.

Spoort hetgeen wat in wetenschappelijke kringen als relevant wordt gezien wel met hetgeen de maatschappij verwacht en is de definitie van maatschappelijke relevantie die voor beoordeling van onderzoeksaanvragen gehanteerd wordt, wel in overeenstemming met de verlangens van onze financiers?

Of is maatschappelijke relevantie wellicht een onbruikbaar criterium en alleen maar betere PR van de universiteiten en overige wetenschappelijke instituten, het enige wat echt nodig is om te overleven?

Laten we daarom eens kijken hoe wat van belang was voor de universiteiten en de wetenschap, wel of niet spoorde met de publieke verwachtingen in het verleden. .

## *Universiteit en Wetenschap in vogelvucht.*

*"Plus ça change, plus ça reste la même chose"*  
(Blaise Pascal, ca. 1660)

In dit overzicht zal ik me voornamelijk beperken tot de natuurwetenschappelijke kant van de zaak, aangezien het kennelijk deze tak van sport is geweest die de wereld zoals wij die kennen tot de huidige toestand heeft gebracht en op een of andere wijze beheerst moet worden om ons overleven mogelijk te maken.

Daarenboven zal ik in dit overzicht de Wetenschap alleen bekijken in samenhang met de Universiteit, aangezien dit de enige context is waarin ik enig recht van spreken heb.

Er valt niet aan te ontkomen om vooraf op te merken dat wetenschap, of de waardering daarvan, geen noodzakelijke voorwaarde vormt voor succesvolle beschavingen en complexe maatschappelijke ontwikkelingen. In de antieke wereld hebben bijvoorbeeld de Egyptenaren, Mesopotamiërs, Indiërs en Hebreëen dat voldoende aangetoond. *Wij zelf hebben daarenboven aangetoond dat het tevens geen voldoende voorwaarde is.*

Op de vooruniversitaire wetenschap van de oude Grieken, die na zijn aanvankelijke successen vele eeuwen in de kast bleef liggen, kom ik later terug bij een beschouwing over wetenschappelijke relevantie door de eeuwen heen.

De vroegste Universiteit (in Napels) werd in 1224 gesticht als een rijksuniversiteit door keizer Frederik II, als gevolg van een afspraak tussen Kerk en Staat. Vóór het eind van de 14e. eeuw werden een twintigtal van deze instituten door heel Europa opgericht.

Dit intellectuele produkt van de middeleeuwen was een directe erfgenaam van het kerkelijke onderwijssysteem, maar met een belangrijk onderscheid: deze hoogste instituten van onderwijs en wetenschap stelden de kerkelijke geleerdheid ter beschikking aan



de hele gemeenschap. Dat kon, dankzij speciale overeenkomsten die door de wereldlijke autoriteiten met hun kerkelijke tegenhangers werden gesloten, waarschijnlijk onder druk van de beginnende emancipatie van adel en burgerij.

Wel werd het principe dat wetenschapsbeoefening optimaal tot zijn recht komt als de autonomie van de beoefenaar wordt gewaarborgd, van de kerkelijke traditie overgenomen.

Al in het begin van de 13e. eeuw werd deze autonomie vastgelegd bij de oprichting van de Universiteit van Parijs: zij werd een "universitas magistrorum et scholarium" (letterlijk uit het Latijn: het heelal - de wereld- van de leermeesters -de leidsmannen- en zij die zich aan de wetenschap wijden - de studenten-). Het zinnebeeld is duidelijk: een eigen wereld voor de wetenschap, met zijn eigen wetten en verantwoordelijkheden.

Deze instituten werden voornamelijk gefinancierd op basis van het feit dat ze een bron van prestige vormden voor oprichter en financier en de belangrijkheid onderstreepten van de stadstaat waarin ze gevestigd waren. *Komt dat niet bekend voor?*

Met de komst van de Renaissance en haar sterke onderstroom van Reformatie en Humanisme ontstond een nieuwe situatie voor alle vormen van onderwijs, die in het bijzonder de universiteiten trof.

De humanisten eisten geormerkte plaatsen voor vrij (niet kerkelijk) onderzoek in alle academiën die niet onder de directe invloedssfeer van de kerk stonden. De Protestantse (stad-) staten richtten toen ook hun eigen staatsuniversiteiten op, onder andere om hun kerkelijke belangen veilig te stellen. Als reactie daarop namen de Jezuïeten de leiding over van alle universiteiten die in belangrijke mate Katholiek waren gebleven. *De 'algemene' universiteiten stonden toen ook al 'onder druk'!*

Het midden van de 16e. eeuw ziet de opkomst van de academiën van wetenschap (1560 Napels, 1575 Madrid): hun hoofddoel was

de 'promotie' van filosofie, kunsten, letteren en natuurwetenschappen. Mede door het effect van de snelle verspreiding van het gedrukte woord hadden deze een diepgaande invloed op de publieke bewustwording van het bestaan en het 'nut' van verschillende takken van wetenschap. Tegen het eind van de eeuw volgden Weimar, Parijs (Académie Française) en Londen (Royal Society).

Het moge duidelijk zijn dat de universiteiten nu niet langer konden ontkomen aan specialisatie, op zijn minst in hun interne organisatie van de wetenschapsbeoefening.

Ze lijdten niettemin onder een gevoelig gebrek aan belangstelling en zijn niet bij machte de godsdienststrijd buiten de deur te houden. Verlies van talent, produktiviteit en werksfeer zijn het gevolg. Studentenaantallen lopen terug, onderzoeksfinanciering verschuift naar de academiën (de onderzoeksinstituten van toen). Publiceren, ook ten bate van belangstellenden buiten de universiteiten, komt tot bloei en wordt het middel om gedachtengoed buiten de eigen landsgrenzen bekend te maken. Terwijl aan het begin van de eeuw de wetenschappelijke bronnen nog voornamelijk bestonden uit schimmige compendia van oude Griekse en Arabische bronnen, begonnen midden in de 16e. eeuw werken te verschijnen die nog steeds beschouwd kunnen worden als de grondvesten van onze wetenschappelijke traditie. De werken Copernicus (Polen, astronomie), Vesalius (Belg, anatomie) en Cardanus (Italië, wiskunde) toonden -ongewild- aan dat wetenschap toen al een pan-Europese aangelegenheid was

In de 17e. eeuw volgt een ware revolutie op het gebied van de objecten, methoden en functies van onderzoek. De objecten werden geabstraheerd uit hun dagelijkse verschijningsvorm en systematisch werken vond ingang, ook al omdat de ambitieuze plannen samenwerking tussen onderzoekers in belang doet toenemen. Men zou haast kunnen zeggen dat het tijdperk van de ratio noodgedwongen aanbreekt. De aarzelend opkomende industrie ziet al snel het economische belang in van bepaalde takken van wetenschap. Zonder dat de werkomstandigheden voor de wetenschappers ingrijpend veranderden onderging hun visie op de

wereld een grondige verandering van een ongreepbare, 'levende', kosmos naar een heelal van kenbare objecten.

Aangewakkerd door de profeten van de nieuwe tijd (Bacon, Descartes, Galilei) zorgen de Cartesianen en de Encyclopedisten in Frankrijk voor een opleving van intellectuele vernieuwing. Gekoppeld aan het empirisme en de onderwijs vernieuwingen van John Locke ontstond er een totaal nieuw wetenschappelijk panorama. Experiment en theorievorming gingen hand in hand en het gedachtengoed van Descartes deed zich voelen in de queeste naar universele wetmatigheden, die leidden tot het volwaardig worden van ondersteunende wetenschappen, zoals de Wiskunde. Ondanks vervolging door Kerk en Staat, was de honger naar kennis zo groot en de opkomst van de 'mondige burger' zo sterk, dat een ongekeerde bloei van de exacte wetenschappen (die geen direct 'nut' hadden voor het dagelijks bestaan) tot stand kwam (Fermat, Pascal, Newton, Leibniz, de Bernouilli's, Euler). De drang naar 'exactheid' breidde zich, ook door de belangstelling voor de opkomende industrie, uit tot andere vakgebieden (Linnaeus, Boerhaave, Franklin, Watt).

Het begin van de 19e. eeuw kan eigenlijk het beste gelegd worden bij het eind van de Franse revolutie, die de maatschappelijke structuren zo ingrijpend aantastte dat de beleving van wetenschap en onderwijs er blijvend door veranderde. Niet dat de filosofie en werkwijze van de wetenschappers er sterk door wijzigde, maar veel meer dat deelname hieraan door brede lagen van de bevolking zijn beslag begon te krijgen.

In deze tijd van maatschappelijke emancipatie, kon de wetenschap meedelen, ook al omdat de wetenschap gezien werd als de motor van de industriële vooruitgang. Nieuwe gebieden werden ontsloten, middels de ondertussen voldoende erkende rationele methoden.

Het besef dat de Staat een zorgplicht had voor haar burgers won terrein. De daarmee samenhangende groei van de daartoe bestemde overheidsorganen, leidden er in het midden van de eeuw toe dat de overheid een vaste greep probeerde te krijgen op het onderwijs in eerste instantie en de wetenschapsbeoefening als afgeleide daar-

van. In de meeste Europese landen kwam daartoe wetgeving tot stand (Nederland 1801, Engeland en Frankrijk 1870, Duitsland 1871, Zwitserland 1874, Italië 1877). Basisprincipe (lager) onderwijs voor iedereen, onderwijsverbod voor geestelijken in het lager onderwijs.

Langzamerhand werden de 'onafhankelijk gefinancierde' universiteiten in het gareel van de overheid gebracht, vaak vanwege de grote sommen gelds die nodig waren om de toenemende aantallen studenten te onderwijzen. Het spreekt vanzelf dat de universitaire staf hierdoor gaandeweg zijn uitzonderlijke positie verloor.

Door deze zekerstelling van de financiering kon op de Duitse universiteiten wel de 'zuivere' wetenschap tot verdere bloei komen, terwijl bijvoorbeeld in Engeland toen al samenwerking met de industrie een voorwaarde vormde voor het creëren van ruimte voor fundamenteel onderzoek.

In het grootste deel van Europa vertraagde daardoor de ontwikkeling van de meer abstracte vakken zoals wiskunde ten voordele van de groei van de levenswetenschappen (Darwin, Huxley ...).

Tsaristisch Rusland was daarop een uitzondering en legde toen de grondslag voor een, nog steeds voortlevende, traditie van wetenschappelijke uitmuntendheid (Lobachevsky, Mendeljev).

Aan het eind van de eeuw begint strikte specialisatie op de universiteiten behoorlijk gestalte te krijgen, onder meer onder invloed van de toenemende directe overdracht van laboratorium kennis naar industriële toepassing.

Door de successen van deze toepassingen en de impact van (voornamelijk filosofische) publikaties op het algemene publiek, ontstaat een stevig vertrouwen in de wetenschap leidend tot een groeiend enthousiasme voor wat de Universiteit vermag.

Voortbouwend op dit enthousiasme zal de twintigste eeuw,

waarschijnlijk, de universitaire geschiedenis ingaan als de eeuw van het rotsvaste geloof in de maakbare (*en breekbare*) wereld. De emancipatie van het volk zorgt voor het geleidelijke slopen van het clitaire imago en massaal hoger onderwijs doet zijn intrede.

De academiën van wetenschap verliezen definitief hun rol als entiteiten voor wetenschappelijk onderzoek en worden een soort 'debating societies' die zich bezig houden met het volgen van de wetenschappelijke ontwikkelingen en het vaststellen van normen voor waardevol onderzoek.

De overheid richt, vaak in nauwe samenwerking met de industrie, gespecialiseerde onderzoeksinstituten op, met het doel zowel maatschappelijk belangrijke problemen te onderzoeken als de nationale industriële vooruitgang te verzekeren.

De specialisatie neemt hand over hand toe, leidend tot hyperspecialisatie na de tweede wereldoorlog. Multidisciplinair onderzoek wordt steeds meer gestimuleerd om de gevaren van de dreigende vakidiotie te beheersen.

Het verlangen van de studerenden wordt verlegd van de ambitie om een goed wetenschapper, docent of leider te worden naar een bestaan als goed verdienende intellectuele arbeider of manager.

De angst voor de maatschappelijke gevolgen van de universitaire revolutie van 1968 (die immers -op zijn minst schijnbaar- de jonge arbeiders en intellectuelen verenigde in een stormloop tegen het establishment) leidde tot een herziening van het universitair bestel in heel Europa. Het was alsof de mérites van de radenrepubliek opnieuw ontdekt werden.

*"Wantrouwen is de enige winst der geschiedenis en democratie is het geïnstitutionaliseerde wantrouwen"*  
(Dick Hillenius, 1974)

Beïnvloed door het hoge percentage jongeren die in Amerika hun weg naar de universiteit vonden, werden ook hier de drempels

verlaagd en zo de toestroom verveelvoudigd.

Ontegenzegglijk is deze eeuw ook de periode waarin het primaat van de politiek zich sterker dan ooit heeft genesteld in wetenschappelijke kringen.

De enorme toeloop van studenten in organisaties die niet berekend waren op massaal onderwijs, gekoppeld aan een terugloop in efficiency door de vereisten van democratisering, leidden tot een gigantische toename van de vereiste budgetten. Onderwijs en Wetenschap werd één van de belangrijkste onderdelen in de rijksbegroting.

Ondanks de -op wetenschap gebaseerde- technologische successen in beide wereldoorlogen en de daaropvolgende fase van expansie o.a. gestimuleerd door successen in de chemie, de biologie, de hoge energie fysica en de ruimtevaart, begon de maatschappij zich -terecht- af te vragen of het rendement van de O&W uitgaven wel voldoende was. De greep van politiek en overheid op de Europese universiteiten moest dus wel nog meer versterkt worden.

Zo zijn, sinds de vijftiger jaren, gemiddeld om de vijf jaar, de golven van verandering en herstructurering over de Nederlandse universiteiten 'gespoeld'. De universitaire wereld bleek helaas niet in staat daar anders dan 'ad hoc' op te reageren. Al in 1974 toonde een Wageningen model (opgesteld door Nieuwenhuis en mijzelf, in samenwerking met de planning afdeling van het Ministerie van O&W) aan dat de enige snelle en effectieve mogelijkheid om het gedrag van de universiteiten te beïnvloeden het hanteren van de geldkraan was. Dat deed de overheid dan ook.

Ondanks goed bedoelde herstructureringsinitiatieven, bleek de toename van de (interne) regelgeving en andere bestuurlijke maatregelen eerder te leiden tot een groei van het ambtelijk apparaat dan tot de beoogde efficiency verhoging.

De stortvloed van wijzigingen bracht de werkvloer in verwarring, werkte demotiverend en dwong de meer ambitieuze wetenschap-

pers om te vertrekken of uit te kijken naar externe financiering voor hun onderzoek. Alhoewel dat bepaald gunstig is uitgepakt voor bepaalde gebieden, heeft hetzelfde verschijnsel een destructieve werking gehad voor vele aspecten van het onderwijs en onderzoek in veel -als fundamenteel gekenmerkte- vakgebieden. Studenten gingen daarenboven kritischer kijken naar de werkgelegenheidsaspecten van bepaalde studies, het gemak waarmee de studie volbracht kon worden en de sfeer en faciliteiten van de onderscheiden universiteiten.

Het onderscheid tussen het wezen van de universiteit (het ontwikkelen en aanleren van methoden om nieuwe problemen op te lossen) en het HBO (het ontwikkelen en aanleren van technieken om bekende problemen efficiënt op te lossen) vervaagt steeds meer in het streven steeds meer 'klanten' aan zich te binden.

Ondertussen blijft het beeld van de universiteiten in politieke kringen en bij het grote publiek vrijwel onveranderd. Onvoldoende maatschappelijk betrokken, bezig met navelstaarderij, ivoren toren wetenschapsbeoefening, onrechtvaardig bevoordeeld, inefficiënt en verkwistend.

De neiging in onze maatschappij om de 'image' zwaarder te laten wegen dan de feiten is ook in dit geval (helaas?) kenmerkend voor veel zaken waarover politiek beslist moet worden.

*"Dat toverwoord, beeldvorming,  
telt blijkbaar in het publieke debat meer dan  
de kwaliteit, relevantie en betrouwbaarheid van informatie."  
(Elsbeth Estry, NRC Handelsblad, 9-10-1999)*

Dit overzicht laat zien dat dat geen echt nieuwe ontwikkeling is, het lot van de universiteiten is daar al vijf eeuwen door beïnvloed.

Het is dan ook wellicht aan te bevelen juist op dat gebied de handen aan de ploeg te slaan, en het niet te laten bij de jaarlijkse open- en voorlichtingsdagen. Actieve samenwerking met de media en de

politieke gremia ligt voor de hand, veeleer dan continue en te weinig effectieve verandering.

Alhoewel, het vlijtig gaan meedoen aan de –in deze tijd zo geliefde- 'hypes' is weer te veel van het goede'. Universiteit en Wetenschap blijven alleen geloofwaardig zolang de maatschappij gelooft dat ze oprecht en onpartijdig wordt voorgelicht.

Betrekkelijkheid van resultaten is ook nieuws en het maakt de reden om verder te zoeken beter begrijpelijk voor het publiek.

---

<sup>1</sup> Hypothese, kwartaalblad NWO, jaargang 6, nummer 22, oktober 1999.



## *Relevantie door de eeuwen heen.*

*"The methods become clear once the stereotypes are overthrown,  
the cause of the problem is revealed and  
the need to design viable systems is accepted ....  
Whole books are available about how to proceed."  
(Stafford Beer, 1980)*

Vanaf het prilste begin van de wetenschapsbeoefening is relevantie een belangrijk criterium geweest, onder andere omdat de beoefenaren daarvan maar zelden gezien werden als actief bijdragend aan het welzijn van de maatschappij waarin ze leefden.

Toch was hetgeen wat relevant werd geacht steeds verschillend en min of meer synchroon met de evolutie fase waarin de wetenschap zich bevond.

De wetenschap begon ooit op omni-disciplinaire wijze, die in de loop der eeuwen (in elk geval na de 17e. eeuw) steeds meer mono-disciplinaire trekjes ging vertonen, tot op den duur de wal het schip moest keren en in de dertiger jaren van deze eeuw de drang naar multidisciplinair onderzoek een willig gehoor begon te krijgen.

Voor de vroegste wetenschappers speelde wetenschappelijke relevantie geen rol, hun relevantie voor de maatschappij kwam voort uit wat zij zagen als hun hoofdrol. Bij wijze van voorbeeld: de godsdienst bij Pythagoras en de politiek bij Thales. Veel van hun bijdragen aan de vroege wetenschap (toevallig behorend tot de wiskunde) blijken bij nadere beschouwing niet zozeer door hen zelf, maar veeleer door hun volgelingen (hun 'school') tot stand te zijn gebracht.

Alhoewel Pythagoras' bewering "*alles is getal*" voortkwam uit zijn mystieke overtuiging, zou je nu kunnen zeggen dat zijn visie in de huidige maatschappij wordt bewaarheid.

Dat Thales, onbekend met de hedendaagse ontwikkelingen van Chemie en Fysica, stelde dat er slechts één unieke grondstof was waaruit het hele heelal is opgebouwd, kwam voort uit zijn strijd tegen de mythologie. Dat hij water als deze grondstof zag en het heelal als een levende entiteit beschouwde, doet voor de moderne wetenschapper niet meer ter zake.

*Kortom: in hun tijd relevant voor godsdienst, politiek en hun volgingen, nu pas in andere zin.*

Pas met Socrates begint eigenlijk het hedendaagse wetenschappelijke avontuur: met de centrale vraag "*waarover denken en waarom?*" en zijn aanpak om goed, kwaad en het menselijk gedrag te definiëren op basis van discussies die hij voerde met iedereen die hij tegenkwam. Hij maakte zich in het geheel niet druk over relevantie.

Plato is eigenlijk de eerste die relevantie ervoer in 'onze betekenis' omdat hij de stichting en organisatie van zijn Atheense Academie als zijn grootste mérite zag. Van groter belang voor de (huidige) wetenschap is echter zijn wijsgerige zoektocht naar wat kenbaar is.

*Les: relevantie is geen tijdeloos begrip, en daarom geen duurzame maatlat voor wetenschapsbeoefening.*

Het meest relevant in de vroegste universiteiten was het 'erbij' te horen en het volledig kunnen opgaan in het doel van deze aparte gemeenschap: het beoefenen van de wetenschap, welke deze ook mocht zijn, onafhankelijk van enig ander doel behalve wellicht het versterken van de eerbied voor het opperwezen. Godsdienstige onderwerpen behoorden ook daarom tot de kern van de universitaire activiteiten. "*L'art pour l'art?*"

In de Renaissance kende relevantie voortaan twee interpretaties: de humanistische (alle onderzoek is relevant als het maar 'vrij' is) en de kerkelijke (alleen onderzoek dat godsdienstig 'in orde' is, is relevant).

In de 16e en 17e. eeuw begon het erop te lijken dat de normen, die in komende eeuwen aangelegd zouden worden voor wetenschappelijke relevantie, de overhand kregen, namelijk het erkend worden als het bediscussiëren waard in eigen wetenschappelijke kring en ook in het buitenland gelezen worden.

Dat deze relevantie ook toen al slechts betrekkelijke waarde had, blijkt onder meer uit de levens van enkele grootheden uit de 18e. eeuw. Leibniz vond meer erkenning als diplomaat en staatsman dan als wetenschapper. Gauss vond het nodig vele jaren van zijn leven te wijden aan het voorspellen van de baan van de planeet Ceres omdat zijn vrienden en familie vonden dat hij zo tenminste met iets relevants bezig was. Wat wij daardoor moeten missen aan de vruchten van een onderbroken wiskundige carrière is helaas niet meer te achterhalen. Ook bijvoorbeeld Euler, Lagrange, Laplace en zelfs Lobachevsky hebben veel heren moeten dienen om daarnaast ruimte te maken voor hun wetenschappelijk werk.

Pas in de 19e. eeuw, en dan nog voornamelijk in Duitsland, kwam de academische vrijheid en daarmee de bescherming van zuiver wetenschappelijke relevantie echt tot stand. Dat neemt niet weg dat in de Angelsaksische landen de praktische dienstbaarheid aan industrie en overheid een must was voor het verzekeren van een goed wetenschappelijk bestaan. Toch stond, in de periode rond de eeuwwisseling, de wetenschap in zeer hoog aanzien. *Misschien waren deze jaren van succes en publiek vertrouwen wel één van de redenen voor de huidige desillusie in wat de wetenschap vermag.*

In de 20e. eeuw zien we voor het eerst ingrijpende veranderingen in wat universitair en wetenschappelijk relevant geacht moet worden.

Beginnend met de onversneden wetenschappelijke relevantie van het begin van de eeuw, verschuiven de normen alras naar relevantie voor het nationale prestige, relevantie voor de oorlogs-inspanning, relevantie voor de wederopbouw, industrieel relevant, maatschappelijk relevant en heden ten dage: economisch relevant.

*Morgen wellicht: relevant voor een positieve beeldvorming over de wetenschap?*

Ondanks dat iedereen toegeeft dat zelfs de meest esoterische vorm van wetenschap op den duur tot praktische toepassingen kan leiden, blijft een knagend gevoel achter dat honorering van de 'relevantie van de dag' op den duur leidt tot een verschraling van vele gebieden en het wegvloeien van schaars talent. Dat dit verschijnsel niet alleen beperkt blijft tot universiteiten en wetenschappelijke instituten, maar ook de industriële research raakt, zou grote zorgen moeten baren.

Het uitspreken van die zorg vergezeld van een mager financieel gebaar kan, overigens, het tij onvoldoende keren, in een maatschappij die gefocuseerd is op financieel rendement op de korte termijn.

Om een open deur in te trappen: het is zowel onmogelijk te voorspellen welke wetenschappelijke inspanningen op de lange duur zullen leiden tot belangrijke resultaten als serendipiteit te programmeren.

Er zal een compromis gevonden moeten worden tussen het massaal opleiden van grote groepen jongeren voor een comfortabele financiële toekomst en het bevorderen van toekomstgericht wetenschappelijk onderzoek, waarvan de relevantie niet direct te meten is.

Dat zo'n compromis (wellicht leidend tot het invoeren van toelatingsexamens, zoals bij onze zuiderburen) op protesten kan rekenen, lijkt wel zeker.

*"Een compromis is de eerlijkste manier  
om iedereen ontevreden te stellen."  
(Alexander Pola, 1979)*

Maar we zouden het op zijn minst moeten proberen, of, zoals onze

zuiderbuur Johan Anthierens het al in 1980 verwoordde:

*"Als je aan niets begint,  
moet je doorzetten.  
Alles is onmogelijk,  
als je het maar wilt."*

## *De Informatica: een relevant en uitdijend vakgebied.*

*"Excellent men should not loose hours like slaves  
in the labour which could be safely relegated to any one else  
if machines were used"*

*(Gottfried Wilhelm Leibniz, Royal Society ca. 1668)*

Dit bastaardkind van ons militaire verleden, de elektrotechniek, de wiskunde en de accountancy is thans volwassen geworden en maakt briljant carrière.

Vele vakgenoten zijn zich er niet meer van bewust, maar het Nederlands Normalisatie Instituut heeft de informatica al lang geleden (en kennelijk met vooruitziende blik) gedefinieerd als: *"het vakgebied dat zowel het verschijnsel informatie bestudeert in relatie tot informatiesystemen als het verwerken, overdragen en gebruiken van informatie, in hoofdzaak, maar niet noodzakelijkerwijze, met computers en telecommunicatie-systemen."*

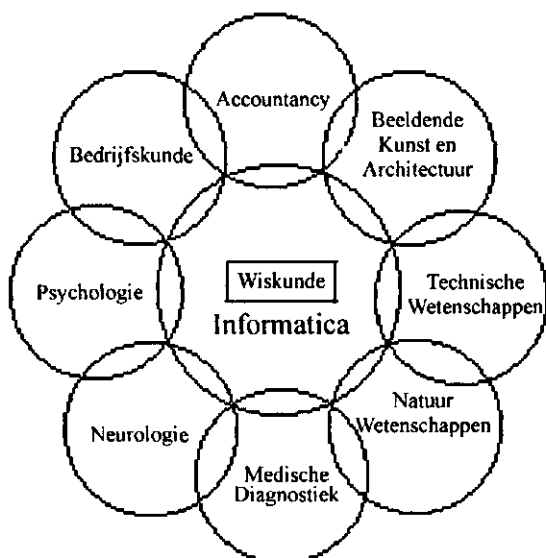
Deze definitie geeft goed weer hoe het vak, van de oorspronkelijke missie: het ontwerpen van computersystemen en het programmeren ervan uitgegroeid is tot een veelomvattend gebied, waarbij de toepasbaarheid in andere disciplines een steeds belangrijker rol speelt.

Alhoewel hierdoor het gevaar bestaat dat de grens vervaagt tussen wat tot het vakgebied informatica behoort en wat niet, valt er – met de toenemende complexiteit van de gewenste toepassingen – niet aan te ontkomen dat informatici een soort alleseters zullen moeten blijven, net zoals bijvoorbeeld de toegepast wiskundigen die hun voorgingen.

Met een aantal vakgebieden heeft de informatica inmiddels een bijna symbiotische relatie opgebouwd, die ruwweg in de onderstaande figuur wordt weergegeven.

De vakgebieden in de figuur zijn zodanig gegroepeerd dat deze ook

als een poging gezien kan worden om de intieme relatie tussen de 'andere' vakken onderling weer te geven.



Natuurlijk heeft de informatica een bijzondere relatie met de wiskunde, niet alleen vanwege de historische band maar ook aangezien een groot deel van de fundamentele vragen en oplossingen in het vak zonder wiskunde niet eens onderzocht zouden kunnen worden.

De andere relaties kunnen helaas in dit bestek slechts schetsmatig aangegeven worden, en dat dan nog alleen voor die relaties die in de huidige context als 'belangrijk' gekenmerkt kunnen worden.

Voor diegenen die zich verbazen, of zich wellicht zelfs ongerust maken over de relatie met de accountancy: de eerste zakelijke toepassingen van computers waren puur administratief van aard. De symbiose heeft in elk geval geleid tot nieuwe gedachten over administratieve organisatie, computer beveiliging en auditing.

De relatie tussen architectuur en accountancy wordt gevormd door de huidige vorm van projectplanning en -bewaking.

De door grafische toepassingen en de mogelijkheden van z.g. virtual reality aangejaagde relatie van de informatica met de beeldende kunst en de architectuur, heeft aanleiding gegeven tot allerlei vormen van computerkunst, bijzondere films en de mogelijkheid voor architecten om van tevoren -en levensecht- hun ontwerp te gebruiken voor interactie met de opdrachtgever.

Niemand zal zich verbazen over de relatie met de technische wetenschappen (in het bijzonder de elektrotechniek die de basiscomponenten levert die ons vak mogelijk maken). Het is ook de moeite waard te vermelden dat de architectuur -gezien vanuit de informatica- niet zomaar tegen de technische wetenschappen aanleunt: computer aided design is de gemeenschappelijke hobby.

De samenwerking tussen informatica, techniek en natuurwetenschappen heeft er voor gezorgd dat meet- en modelleer methoden tot stand zijn gekomen die het voorheen onmeetbare in kaart hebben gebracht. Over in kaart brengen gesproken: geografische informatiesystemen hebben ook, dankzij deze samenwerking, een vaste plek in de wereld veroverd.

Niet alleen hebben de natuurwetenschappen geprofiteerd van de nieuwe meet- en experimenteer wereld die computers (voorzien van adequate randapparaten en programmatuur) mogelijk hebben gemaakt, de informatica heeft aan de natuurwetenschappen haar aanpak van experimenteel onderzoek te danken. De beroemde toegepast wiskundige Richard Hamming (toen nog werkzaam bij Bell Labs) zag dit al in 1958 in:



*"In time, especially in fields where the basic theory is well understood, at least 9 out of 10 experiments will be done on computers, and only the interesting, suggestive, experiments will be done in the laboratory to check the theoretical model ... In the long run this change from the physical to the conceptual approach will revolutionize much of science and engineering...."*

We kunnen nu beamen dat zijn zienswijze realiteit is geworden.

De medische diagnostiek heeft veel profijt gehad van de mogelijkheden voor gegevensbeheer en visualisatie die de informatica in het leven heeft geroepen, anderzijds is het aan het zoeken naar doeltreffendere medische diagnostiek te danken dat de eerste z.g. expert systemen verschenen.

Alhoewel het onderzoek naar kunstmatige intelligentie al een geschiedenis van 50 jaar achter de rug heeft, hebben de 80-er jaren een enorme opleving veroorzaakt (onder andere door het Star Wars programma van Reagan). Eén van de onderzoeksgebieden (neurale netwerken) werd ook nieuw leven ingeblazen en wel in nauwe samenwerking met de neurologie die daarin ook een mogelijkheid zag om meer te weten te komen over de werking van de zintuigen en de hersenen.

De samenwerking met de psychologie, onder andere die delen ervan die zich bezig houden met cognitie en de relaties van de mens met zijn omgeving, heeft niet alleen bijgedragen tot de basis voor lerende systemen, maar was ook van essentieel belang voor het onderzoek naar praktische beslissingsondersteunende systemen, waarbij we dan –als vanzelf- bij de zeer nauwe band tussen de bestuurlijke informatiekunde en de bedrijfskunde terecht komen.

Met een dergelijk verleden van produktieve allianties met een veelheid aan vakgebieden, spreekt het dan ook vanzelf dat in het huidige economische bestel, aangestuurd door de 'informatie revolutie', van het vakgebied verwacht moet worden dat het een

centrale rol speelt bij het aanleveren van gereedschappen en het initiëren van nieuwe toepassingsgebieden.

De hierboven genoemde revolutie hoort thuis in de rij groeistuipen die nu immers de ontwikkeling van onze beschaving karakteriseren. Deze bestaan al sinds de uitvinding van het vuur en het wiel, maar hebben zich de laatste eeuwen maatschappelijk hard gemanifesteerd. Beginnend met de industriële revolutie zijn we nu beland in de beginfase van de 'gekoppelde wereld'

*A New Revolution: The Connected Society*

	Industrial Revolution 1750	Transportation Revolution 1850	Information Processing Revolution 1950	Connected Society Revolution 2000
Defining Application	Steam Engine	Transatlantic Railroad	Integrated Circuit	Digital (Internet) Communication
Social Implication	Urbanization and Industrial Employment	Regional Specialization and Inter-Regional Travel	Knowledge Worker Based Economy	Globally Connected Society and Economy
Preceding Enabler	Adequate Food Production	Mechanical Production and Growing Markets	Growing Geographic and Economic Scale of Activity	Growth of and Reliance upon Information

*Adapted from: The Connected Society: an Ernst & Young Perspective on the Future of the Communication Industry 1999.*

Nog sterker dan voorheen, ligt nu bij de informatica de verantwoordelijkheid om de gebruiksvriendelijkheid en betrouwbaarheid van alle systemen nog vele orden van grootte te verbeteren en wel op zo kort mogelijke termijn.

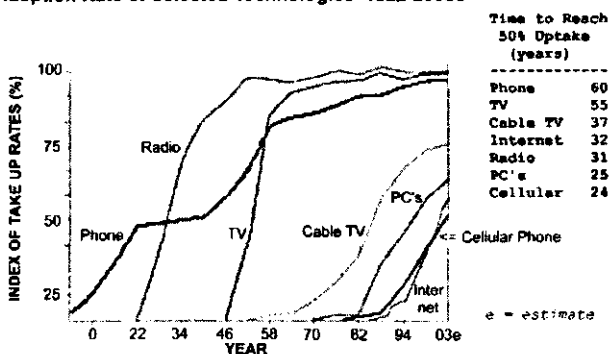
De reden daarvoor is vanzelfsprekend: hoe meer 'gekoppeld' we raken hoe meer ongetrainde gebruikers informatica producten zullen gaan benutten en wat dat betreft zijn we nog niet zo ver gevorderd. Voorbeelden hiervan kan iedereen, helaas, bij de vleet noemen.

Het excuus dat een en ander te wijten zou zijn aan de stormachtige ontwikkelingen in het vakgebied, maakt alleen maar overduidelijk hoe weinig historisch besef we nog hebben. Om slechts één voorbeeld te noemen: Internet bestaat al ca. 30 jaar (Wageningen was al in 1972 aangesloten op Arpanet) en de bijbehorende grafische interface ('browsers') ruim langer dan 10 jaar. Wellicht is door de gebrekkige werking van onze systemen de Internet markt zo langzaam gegroeid, vergeleken met bijvoorbeeld de mobiele tele-

foon (en niet bliksemsnel zoals de media ons willen doen geloven, zie de figuur hieronder).

Dat het PC bezit bijna even snel gegroeid is als de 'uptake' van de mobiele telefoon, ligt voornamelijk aan het zakelijk gebruik voor –zeer- eenvoudige toepassingen en niet aan een sterke consumentenmarkt. (Het merendeel van de PC-privé machines staat immers nog steeds op zolder, gehuld in spinnewebben).

**Adoption Rate of Selected Technologies 1922-2003e**



Kortom: de invloed van computers en informatica doet zich overal gelden. De contouren en inhoud van het vak worden inmiddels breed aanvaard, maar het vak wordt nog steeds (ondanks 50 jaar inspanning) geplaagd door problemen die dringend om een adequate oplossing vragen.

Daar zullen digitale delta's op zich weinig aan bijdragen, tenzij de plannen van overheid en industrie zodanig worden aangepast dat lange termijn onderzoek naar fundamentele oplossingen wordt mogelijk gemaakt. Dat dat dan ook aanleiding zal geven tot een grondige aanpassing van het informatica onderwijs, staat als een paal boven water.

Als dergelijke maatregelen niet op afzienbare termijn tot stand komen, dreigen we ook op dit gebied in de valkuil te lopen die Stafford Beer al in 1980 signaleerde:

*"Thus we come to manage an oversimplified model of the world,  
that exists only in the mind of the consensus,  
instead of the real world out there."*

## *Problemen?*

*"In the competitive rush to make available the latest techniques,  
we strive to take great forward leaps across gulfs of unknown  
width and depth"*

*(F.L. Bauer, voormalig IFIP voorzitter, 1971)*

Ik heb mijn studenten wel eens proberen uit te leggen dat de grootste verdienste in ons vakgebied het ongeëvenaard verkoop-talent is. Als geen ander vakgebied weten we te 'verkopen' wat nog slechts een ontwerp is, wat nog niet betrouwbaar getest is, wat we denken dat mogelijk zal zijn maar waarvan we nog niet weten hoe het moet, enzovoort.

Dat laat natuurlijk onverlet dat er ook terdege verdiende successen zijn, maar die springen vaak minder in het oog.

Wel opvallend zijn koppen zoals: "Meer dan de helft van automatiseringsprojecten mislukt" (alle dagbladen, bij herhaling in de afgelopen 10 jaar) of "85% van de ICT afdelingen presteert onder de maat" (Info-World, jaargang 4, nummer 19, 02-10-1999).

Wat doen we eraan?

In discussie treden met de media of de hand in eigen boezem steken?

Ik ben genegen de laatste weg te kiezen en wel omdat ik geloof dat er wel degelijk één en ander te verbeteren valt in ons vakgebied en dat dat juist de missie van de Universitaire Informatica is.

In de strijd om de schaarse middelen is het een natuurlijke neiging te 'vluchten' in die bezigheden die op zo groot mogelijke belangstelling kunnen rekenen. Dat zijn, helaas al te vaak, het onderzoek aan- en het onderwijs in- toepassingen en het gebruik ervan.

Ik kan dat, jammer genoeg, nog steeds niet echt zien als een vorm van wetenschapsbeoefening, het onderzoek naar constructie

methoden en technieken en de prospectie naar nieuwe toepassingsmogelijkheden echter wel.

De bovenaangehaalde neiging kan ten dele verklaard worden door een van de onbegrijpelijkste ontwikkelingen in ons vakgebied sinds zijn prille begin met grote Nederlandse successen<sup>2</sup>: sinds het midden van de jaren 60 koopt Nederland louter buitenlands.

De ondergang van de lokale computer en basissoftware industrie is daar onder meer een gevolg van. Eerdere belangstelling van de overheid had het tij waarschijnlijk goedkoper kunnen keren dan alle latere stimuleringsmaatregelen.

Laat ik nu maar -wat ik beschouw als- het hoofdprobleem van ons vakgebied bij de hoorns vatten. De eerder aangehaalde Bauer heeft het al in 1971 uitstekend geformuleerd:

*"The computer, one of the greatest inventions of engineers,  
has to go the complete way of engineering to its end"*  
(F.L. Bauer, 1971)

In bedekte termen ligt daar ons probleem, in het bijzonder met het maken van programmatuur: door geavanceerde middelen is ontwerpen en coderen gemakkelijker geworden, maar dat betekent nog lang niet dat we voldoende adequaat en betrouwbaar kunnen programmeren.

Zoals vele constructies die door ingenieurs worden bedacht en waaraan veiligheidseisen worden gesteld, moeten voldoen aan regels voor goed ontwerp en behoorlijke veiligheidsmarges, zou dat bij programmatuur evenzeer moeten (*en kunnen!*).

---

<sup>2</sup> De uitvinding van kanaal en interrupt (Mathematisch Centrum en Electrologica), essentiële bijdragen tot het programmeren en programmeertalen (Duijvestein, Dijkstra, van de Poel, van Wijngaarden) en de computerarchitectuur (o.a. Blaauw).

Het probleem is echter nog steeds dat we amper voortgang hebben geboekt in het ondubbelzinnig vaststellen hoe je een goed informatiesysteem ontwerpt, détailleert en programmeert. Alhoewel: er is proefondervindelijk aangetoond dat, indien de betrokkenen onderworpen worden aan een soort militaire discipline, het eindresultaat beter is.

Desalniettemin kunnen we ons verbazen over het feit dat een modern besturingssysteem, dat 'slechts' moet zorgen voor een goede afloop van alle taken in een computer, 10 maal zoveel coderegels omvat als de programmatuur die een 747 al een kwart eeuw geleden automatisch de oceaan overvloog. Zelfs een spaceshuttle doet het met minder.

Ondanks alle mooie plannen, congressen en artikels vindt 'programmeren voor de voet weg' nog gretig aftrek bij vakgenoten.

'Nieuwe' talen en programmeer systemen volgen elkaar op met de snelheid van het licht. Velen ervan brengen, naast een aantal welkome innovaties, mogelijkheden terug waar al lang geleden van is aangetoond dat ze funest zijn voor de testbaarheid en betrouwbaarheid van programmatuur (Bijv. C en Java).

Grote groepen verkondigen het heil van de modulaire programmabouw en het hergebruik van modules.

Niets nieuws onder de zon, Henry Ford paste de methode al in het begin van deze eeuw toe in de automobiël-industrie. Hij kende echter de beperkingen als geen ander.

*"One can buy the Model T in any color.  
As long as it is black!"*

Juist de automobiëlindustrie kan ons leren dat modulariteit en hergebruik aan grenzen gebonden zijn. In elk geval dien je de, van elders te betrekken, modules tot in het kleinste détail te specificeren en wel op zodanige wijze dat ook de kwaliteitsaspecten en de controle daarop een onderdeel vormen van het 'inkoopcontract'.

Dat heeft er recent toe geleid dat alle automobiel fabrikanten drastisch hebben geschrapt in het aantal toeleveranciers, onder meer om meer greep te kunnen verkrijgen op aspecten als levertijd en kwaliteit.

De les voor het programmeervak ligt voor de hand.

Ondanks de vergevorderde staat van massale, modulaire, fabricage in de voornoemde industrie is het nog steeds niet zo dat de stoel van, zeg een SAAB 9-3, bijvoorbeeld (zelfs na maat aanpassing) past in een Fiat Cinquecento. En met reden, commercieel zowel als technisch (de rails -m.a.w. de 'interfaces'- zijn incompatibel).

Les voor ons? De modulaire aanpak werkt alleen redelijk binnen één -scherp gedefinieerde- produktlijn.

Nog een hint: hoe lang moet het nog duren vooraleer ik een adaptieve gebruikersinterface ter beschikking krijg? Hoeveel tijd kost het niet, om elke keer dat we een nieuw besturingssysteem of een nieuwe toepassing installeren, het keuzescherf zo in te delen dat het bij onze werkstijl past? Vaak nemen we niet eens de moeite. Werken dan maar aan een -door anderen- vóóringericht bureau. In deze tijd van 'bots' en 'agents' zou zo'n automatische aanpassing een fluitje van een cent moeten zijn. Maar nee, als er geen actiegroep is, is het kennelijk technisch en commercieel niet opportuun en het onderzoek niet waard.

Het zal, helaas, nog wel enige tijd duren voordat programmeren een ingenieursvak is, daar moeten eerst een aantal fundamentele problemen voor worden opgelost. En niet de eenvoudigste.

Zo is bijvoorbeeld 'go to less programming' (Dijkstra) een mooi ideaal, en leidt inderdaad tot nettere (en beter testbare) programmatuur, maar soms zijn sprongen onvermijdelijk, net zoals het onmogelijk is in een elektrisch of hydraulisch systeem alle leidingen altijd recht en in het zicht aan te leggen. Ook van zulke programmatuur moet betrouwbaarheid en kwaliteit ingebouwd en aantoonbaar zijn.



Tot slot van dit deel: het is te verwachten dat binnen niet al te lange tijd de Wet van Moore (om de twee jaar dubbele prestatie voor halve prijs) het einde van haar geldigheidsgebied zal bereiken, omdat de Von Neumann architectuur –om fysische redenen- niet verder geoptimaliseerd kan worden.

Oplossing: meerdere conventionele processors parallel laten werken aan een programma. Ondanks de inspanningen van sommige van de besten onder ons, zijn we met de fundamentele aanpak van parallel programmeren nog niet erg ver gevorderd.

Er is, naar schatting, nog tien jaar de tijd om dit vak onder de knie te krijgen ...

**Werk aan de winkel voor informatici!**

## Over kennis

*"I assert my profound conviction that,  
in the long run,  
the future will be shaped mainly  
by the interplay of technological forces and ideas"*  
(Maurice Wilkes, 1977)

Het wordt zo langzamerhand tijd om ook eens wat te gaan vertellen over de zaken waaraan ik mij de laatste jaren op deze Universiteit heb bezondigd.

Gezien de naam van mijn leerstoel had dat iets met kennis te maken.

In de context van een afscheidscollege zal ik, natuurlijk, niet op alle aspecten van dit onderwerp kunnen ingaan (hoe graag ik dat ook zou willen), maar zal ik me moeten beperken tot die zaken die me zowel aan het hart gaan als (hopelijk) een kans maken om begrijpelijk over te komen.

Alhoewel het verband tussen computers, neuronen en kennis al in 1947 in een van de vele brainstorm vergaderingen op het Institute of Advanced Study van Princeton werd besproken en Berkeley daar al in 1949 een boek met een spectaculaire titel (GIANT BRAINS OR MACHINES THAT THINK) over schreef, is pas vrij recent de belangstelling voor de materie doorgedrongen tot wetenschappers die er meer van kunnen weten dan informatici.

Ook bij het grote publiek is de belangstelling voor 'intelligente technologie' nog steeds groeiend en geen wonder: de hedendaagse opvolgers van Jules Verne, de negentiende eeuwse profeet van de maakbare wereld, science fiction schrijvers zoals Asimov en Clarke, hebben de notie van intelligente robots als het ware 'invoelbaar' gemaakt. Ook het rotsvaste geloof van de pioniers in ons vak, zoals M.V. Wilkes hierboven, heeft daartoe bijgedragen.

De bijdragen van Star Wars (zowel van Ronald Reagan als van George Lucas) en het verkooptalent van de elektronica fabrikanten

hebben dat gevoel uiteindelijk als het ware 'tastbaar' gemaakt.

Dat deze verwachtingen geheel voorbijgaan aan de complexiteit van de vraagstukken die hieraan ten grondslag liggen en een schrijnend gebrek aan historisch besef, van de in het verre verleden reeds bereikte conclusies, vertonen, raakt het grote publiek amper.

Psychologisch is dat wellicht te verklaren door onze hang naar gelijkberechtiging: indien de mythe bewaarheid wordt zal eenieder in gelijke mate kunnen profiteren van de zegeningen van ons intellect. Speciale talenten en langdurige opleidingen zullen tot het verleden behoren. Om even intelligent als de buurman te zijn, hoef je alleen maar dezelfde computer (of robot?) met bijbehorende programma's aan te schaffen.

Een kind kan de was doen ...

Sommige ontwikkelingen wijzen al in die richting: wetenschap en techniek getroosten zich grote inspanningen om de relatief onbekwamen competent te laten opereren in het door hen (om welke reden dan ook) gekozen vakgebied. Alsof, bij wijze van voorbeeld, gebrek aan visie, zakelijk talent en geboren leiderschap gecompenseerd kan worden door (ik noem maar wat) beslissingsondersteunende systemen.

Stafford Beer zag in 1978 de bui al hangen:

*"Acceptable Man is competent no longer,  
but Competent Man is not yet acceptable,  
there lies the dilemma."*

Verwacht ik, als een van de weinigen, dan niet dat er in de komende eeuw machines zullen bestaan die op velerlei gebied de mens zullen voorbijstreven?

Ook ik vermoed wel dat dat, naar alle waarschijnlijkheid nog gedurende de volgende eeuw, op zeer specifieke gebieden zal gebeuren. Welke gebieden dat, naar mijn verwachting, niet zullen zijn kunt U zo zelf proberen te beredeneren.

Van één ding ben ik echter zeker, als we zo doorgaan met de dévaluatie van ons onderwijs en het verwaarlozen van ons intellectuele erfgoed, zal binnen afzienbare tijd de computer de mens op bepaalde gebieden overtreffen, *niet omdat computers dan slimmer zullen zijn, maar de mens dommer.*

Al hebben we, na eeuwen zoeken, nog steeds geen bruikbare definitie van wat 'intelligentie' is voorhanden (de zogenaamde Turing Test wordt zelfs in de inleidende informatica literatuur<sup>3</sup> als ontoereikend instrument gekwalificeerd), zal ik –noodgedwongen– deze term toch in het navolgende gebruiken, omdat geen betere me te binnen schiet.

Het is eenieder inmiddels voldoende duidelijk dat deze motor voor het menselijk handelen, ten nauwste verbonden is met de werking van de hersenen, en juist daarover vinden sinds eeuwen de felste discussies plaats.

De laatste halve eeuw is hier zelfs een aparte tak van onderzoek uit ontstaan: de cognitieve wetenschap. Hier vinden (bevechten?) psychologen, sociologen, neurologen, informatici, taalkundigen, wiskundigen, filosofen, enz. elkaar om gezamenlijk te zoeken naar het antwoord op vragen over hoe het 'verstand' werkt. In het bijzonder wordt daarbij aandacht besteed aan het wezen van kennis, de verwerving en opslag ervan, en haar gebruik in intelligent gedrag<sup>4</sup>.

Een prima initiatief, al is daardoor wel het besef gegroeid dat er meer problemen onopgelost zijn, dan men voorheen dacht.

---

<sup>3</sup> Bijvoorbeeld in "Verkenning van de Informatica": E.W. van Ammers, J.A. den Dulk, M.R. Kramer; Kluwer Bedrijfswetenschappen, 1991.

<sup>4</sup> "Speaking Minds": P. Baumgartner & S. Payr, Eds., Princeton University Press, 1995.

Twee scholen worden nu zichtbaar: de school die er onherroepelijk van overtuigd is dat de werking van de hersenen (inclusief de sensorische organen) langs de wetten van de logica (algoritmisch) beschreven kan worden (het verstand is niets anders dan de uiting van een wandelende supercomputer) en de 'ja maar..' school die aantoonst dat essentiële aspecten van intelligent gedrag in het geheel niet door een constructivistische benadering kunnen worden verklaard.

Natuurlijk valt er voor beide standpunten wat te zeggen, de proponenten van beide zijden zijn immers zeer bekwame vaklieden. Toch verwacht ik dat, zoals zo vaak, de waarheid ergens in het midden zal blijken te liggen, als we het raadsel eindelijk oplossen.

Dat dat zal gebeuren, daar ben ik van overtuigd. Dat zo'n oplossing nog zeer lange tijd (wellicht eeuwen) op zich zal laten wachten eveneens.

Laat ik de problemen die ik zie toch maar eens proberen invoelbaar te maken.

Al in het begin van het denken over denken werd duidelijk hoe moeilijk het is het menselijke te objectiveren (Plato vroeg zich af of de mens in staat was iets anders dan zijn eigen projectie waar te nemen in de wereld om zich heen). De basis veronderstelling van 'mechanische intelligentie' is echter dat de mogelijkheid voor een puur objectieve benadering van het 'denkverschijnsel' een vaststaand gegeven is.

Poincaré (de wiskundige, niet zijn neef de politicus) merkte eind vorige eeuw al op dat als wiskunde alleen gebaseerd zou zijn op het, voor iedereen gebruikelijke, logisch redeneren, het onmogelijk te verklaren was waarom zovelen niet met wiskunde overweg kunnen. Zuiver logisch redeneren (inclusief het hanteren van onzekerheden) vormt echter de kern van de kunstmatige intelligentie (niet alleen van de algoritmische school maar evenzeer van de aanhangers van het neurale netwerken model).

Bij het menselijk handelen (en waarschijnlijk ook dat van primaten) is het zich bewust zijn van wat de handeling inhoudt en tot gevolg heeft een belangrijke component, zoals ook de fysicus Schrödinger al rond 1910 opmerkte:

*"Consciousness is a phenomenon in the zone of evolution.  
This world lights up to itself only where  
or only in as much as it develops,  
procreates new forms."*

Hoe dit zich bewust zijn van het eigen kunnen in zijn werk gaat, is verre van bekend. Het feit dat Turing's prototype van de intelligente machine daar taal noch teken van vertoont, maakt hem (de machine natuurlijk, niet Turing) tot een 'idiot savant'.

Eén van zijn veronderstellingen, die bij zijn opvolgers overeind is gebleven, is ook nimmer afdoende bevestigd of ontkracht: de aanname dat als je een robot hebt gebouwd die zich 'menselijk' gedraagt en je op een gegeven moment constateert dat deze, in zijn rol als 'mens' iets niet helemaal correct doet, je altijd kunt vinden waar dat aan ligt en daarvoor gericht verbeteringen in de robot kunt aanbrengen. Vaak zal, gezien de inherente complexiteit van zelfs de meest eenvoudige handeling, de oorzaak van de afwijking niet ondubbelzinnig kunnen worden vastgesteld, laat staan adequaat gerepareerd.

Valt er dan wellicht meer te bereiken met 'lerende' machines, aangezien we toch al veel aspecten van het menselijk geheugen in kaart hebben gebracht en ruwweg elektronisch nagebootst? (Ik refereer hier aan de aspecten korte termijn en lange termijn geheugen, automatische associatie, patroon herkenning, herkennen en verwijderen van niet langer bruikbare elementen (garbage collection), weging en codering, enz.)

Daar is het beeld inderdaad iets positiever, maar toch ... De eerder aangehaalde Poincaré merkte ook al op dat creativiteit (een van de belangrijkste effecten van het 'leren') niet louter bestaat

uit het maken van nieuwe combinaties van reeds bekende entiteiten. Elke behoorlijke machine zou dat moeten kunnen, maar –bij een ‘volleerde’ machine– zou dat aanleiding geven tot een ongelooflijk aantal combinaties, waarvan de meeste zinloos zullen blijken te zijn. Creativiteit hangt –kennelijk– af van de mogelijkheid kleine nuances te onderscheiden en virtuoos onverwachte combinaties te selecteren.

Overigens dient ook te worden opgemerkt dat het ‘intelligent’ gedrag van de mens zich niet zomaar in rationele termen laat vangen. Gevoelens spelen ook een belangrijke rol, en sommige typische uitingen van het menselijk kunnen, zijn amper te beschrijven (bijv. Humor, serendipiteit “... *het onverwachts vinden van datgene waarvan je niet van wist dat je ernaar op zoek was...*”).

Als uitbouw van de ‘logische’ school ziet een belangrijke groep cognitieve wetenschappers de hersenen als een rationeel te beschrijven machine, geschapen door de krachten van de Darwinistische evolutie. Belangwekkend. Maar bepaalde –daarbij essentiële elementen– ontsnappen (*nog?*) aan hun greep, zoals bijvoorbeeld mentaal aanpassingsvermogen, angst, innovatie.

Eigenschappen die primaten ook bezitten en daarom waarschijnlijk van groot belang om te doorgronden voordat we kunnen claimen aan het verklaren van de werking van het menselijk brein toe te zijn.

Interessant in de context van de bovenstaande discussie is het recent verschenen en veelgeprezen boek van een belangrijke proponent van deze school: de Amerikaanse psycholoog Steven Pinker<sup>5</sup>. Merkwaardig hierin is dat Pinker in zijn inleiding stelt dat “... *the mind is a system of organs of computation designed by natural selection to solve the problems faced by our evolutionary ancestors...*”

---

<sup>5</sup> “How the Mind Works”, Allen Lane, 1997. Pinker is hoogleraar in de psychologie aan MIT en daar tevens directeur van het Center for Cognitive Neuroscience.

en er uiteindelijk niet in slaagt daar voldoende bewijzen voor aan te dragen, maar wel op briljante literaire wijze de hiervoor genoemde problemen regelrecht omzeilt.

*Kortom, twee richtingen elk met hun eigen verdiensten, veel interessant onderzoek, maar nog ver van huis.*

Aangezien intelligentie zich –op korte termijn- niet kunstmatig laat vangen, werd uitgezien naar een verwant deelgebied, waar veel van de ervaring die al was opgedaan, zo direct mogelijk nuttig kon worden gemaakt.

De wereld van kennis werd omarmd als de praktische weg uit de impasse.

In het licht van de recente trend om de Westerse economie te beschouwen als gedreven door kennis en kenniswerkers, kwam onlangs kennismanagement sterk in de belangstelling te staan. Kennis was immers het nieuwe economisch goed.

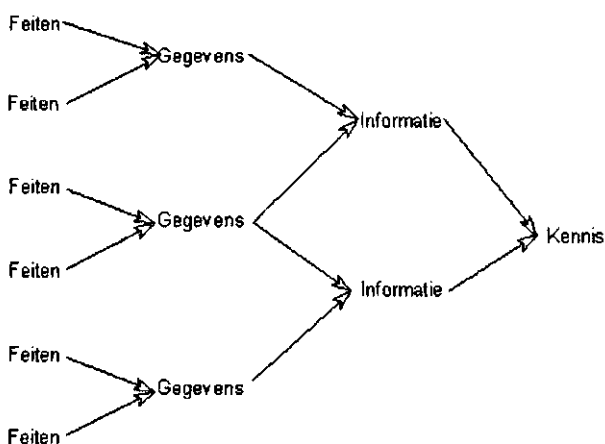
Daardoor bleek het meer dan ooit noodzakelijk met een meer inhoudelijke definitie te komen van wat kennis is, dan het intuïtieve aanvoelen dat we vroeger voldoende vonden.

Natuurlijk zijn hiervan ook weer een veelheid aan definities in omloop, zo vele dat het zinnig leek er nog een nieuwe (maar nu lekker van mijzelf) aan toe te voegen.

Die gaat als het volgt:

Kennis is het eindprodukt dat we zelf maken van een keten van transformaties beginnende met de feitelijkheden die voor eenieder bekend kunnen zijn. Deze keten wordt geïllustreerd in onderstaande figuur.





Vrijwel overal en over vele onderwerpen zijn feiten te vinden. Aan sommige van deze feiten kan –op een of andere manier– gemeten worden. Deze ‘metingen’ leveren gegevens. Deze gegevens kunnen overgebracht, opgeslagen, gegroepeerd, gesorteerd of op andere wijze gemanipuleerd worden: zo ontstaat informatie. In wezen wordt informatie het best gekenschetst als een zodanige presentatie van gegevens dat we er een ‘aha Erlebnis’<sup>6</sup> door krijgen. Kennis is op zich een abstractie. Uit informatieverzamelingen halen we die elementen en samenhangen die ons het vermogen geven ons redeneren en/of ons handelen blijvend te verbeteren (bijvoorbeeld door toegenomen inzicht).

Het best kan dit geïllustreerd worden met een voorbeeld: FEIT in ons land worden er veel auto’s van allerlei typen verkocht voor allerlei prijzen, type auto en merk beïnvloeden de prijs. GEGEVENS specificatie en verkoopprijzen van auto’s van verschillende types van populaire merken in Nederland. INFORMATIE een

---

<sup>6</sup> Term uit de waarnemingstheorie van C.G. Jung

tabel (bijvoorbeeld van de Consumentenbond) waar specificaties en prijzen voor auto's ingedeeld zijn naar type, benzineverbruik, prestaties, maximum aantal inzittenden en veiligheid. KENNIS bij onderhandeling voor de aanschaf van een nieuwe auto weet ik dat ik voor maximale veiligheid en prestaties serieus rekening moet houden met een wat hogere prijs.

Kennis is dus duidelijk een stap verder dan informatie, en de visie dat het de kennis van allen tezamen is die innovatie mogelijk maakt en een land productief en weerbaar, heeft bijna universele ingang gevonden.

## *Kennissystemen*

*"It is important to understand very clearly  
that strengthening a particular technique  
- putting muscles on it -  
contributes nothing to its validity"  
(Joseph Weizenbaum, 1978)*

Onder deze ruime noemer worden tegenwoordig alle produkten verzameld die, op een of andere wijze, te maken hebben met het analyseren, opslaan, beheren, manipuleren en aanleveren van kennis.

Ondanks dat de wereld van de KI (*geen Kunstmatige Inseminatie maar dito Intelligentie*) zijn uiteindelijke doel (de 'machinale mens') voorlopig nog in de nevelen van de toekomst moet laten verkeren, zijn er –door het onderzoek op dit gebied- toch een groot aantal gereedschappen ontstaan, die met vrucht gebruikt kunnen worden voor het bouwen van kennis- en aanverwante systemen.

Deze 'kennistechnologie' omvat een veelheid aan technieken en methoden, niet alleen aan de informatica gerelateerd maar ook aan allerlei andere vakgebieden zoals o.a. psychologie, organisatiekunde en zelfs antropologie.

Of de resultaten van recente ontwikkelingen in de biologie daar ook bijhoren, is nog geen uitgemaakte zaak, al willen de media ons dat wel graag doen geloven<sup>7</sup>.

Even terzijde: zelfs geleerden van naam raken hierdoor geïrriteerd en komen daardoor tot zinnige uitspraken. De bioloog S.J. Gould constateert, in een reactie op deze ontwikkelingen, terecht dat aan

---

<sup>7</sup> "A Gene for Intelligence", M.D. Lemonick, p.p. 52-56, TIME, 13-09-1999.

"A new breed of thinking computer?" en "Machines will be smarter than we are", O. Port, in Business Week, resp. p.p. 86-87 d.d. 21-06-1999 en p.p. 64-65 d.d. 30-08-1999.

specifieke onderdelen van complexe organismen niet zomaar een unieke functie kan worden toegeschreven en dat (daardoor ook) het gehele organisme niet begrepen kan worden door alle gelokaliseerde functies 'op te tellen'. De neurobioloog S. Rose en de Nobelprijs winnaar K. Mullis (chemie) delen dit standpunt en schieten zelfs enigszins naar de holistische kant door.

Hoe het zij, de 'kennistechnoloog' beschikt tegenwoordig over een indrukwekkende gereedschapskist en kan daar zinnige toepassingen mee bouwen, als hij de inherente beperkingen maar in de gaten houdt.

De een paar jaar geleden nog zo populaire expert systemen vormen daar een treffend voorbeeld van. Hiermee zijn zeer nuttige toepassingen gebouwd (bijvoorbeeld in de bancaire wereld, o.a. voor de krediet advisering; bij de overheid, o.a. voor hantering van complexe regelgeving en in de computer industrie, o.a. voor het configureren van grote systemen), maar ook een aantal schitterende mislukkingen mee gegenereerd.

De mislukkingen waren meestal te wijten aan wat ik maar de Elzas paradox noem. Actieve kennisystemen (dat zijn die systemen die op basis van opgeslagen kennis en bijbehorende zoektechnieken, oplossingen voor bepaalde problemen aanleveren) kunnen alleen r naar behoren functioneren als hun zoekruimte eindig is. Met andere woorden: indien bekend is tot waar de opgeslagen kennis reikt. *Men moet dus goed weten wat men niet weet ....*

Ook met ander kennisgereedschap (o.a. patroon herkenning, neurale netwerken, constraint reasoning, abstracte symbool manipulatie) zijn aardige successen behaald, maar altijd alleen als het toepassingsgebied duidelijk gedefinieerd was en de toepassing zelf beperkt in zijn reikwijdte. *In dit vak is beperking van het ambitieniveau dus wel vruchtbaar ...*

In het verleden is daarenboven veel informatica talent verkwist in het oplossen van problemen die beter aan de vakexperts hadden

kunnen worden overgelaten, indien de juiste gereedschappen voldoende gebruikersvriendelijk voorhanden zouden zijn geweest

Toch zijn er, op deze Universiteit, dankzij zijn unieke mogelijkheden voor multidisciplinair werken, door de leerstoel groep heel aardige successen geboekt, onder andere op het gebied van computer gesteund onderwijs, flexibele planning, ondersteuning van de modelbouw, analyse van programmatuur en interactieve beslissingsondersteuning bijvoorbeeld op het gebied van bodembemonstering en kasklimaatregeling.

*Maar daar blijft het niet bij.*

Vrij recent zijn kennistechnologen zich immers druk gaan maken over de beheersaspecten van kennis in moderne organisaties, die immers staan of vallen bij gratie van de adequate benutting van hun kapitaal: de kenniswerkers.

Het was van meet af aan duidelijk, ondanks dat sommigen dat nog steeds niet begrijpen, dat een nauwe samenwerking met vakken als bedrijfskunde en psychologie daarvoor een vereiste was.

Zo ontstond kennismanagement, het deelvakgebied dat zich tot doel stelt verbeteringen aan te brengen in:

- ✓ het effectief benutten van de kennis die al binnen de organisatie beschikbaar is
- ✓ het importeren van kennis van buiten de organisatie
- ✓ het ontwikkelen van kennis binnen de organisatie
- ✓ de financieringsvorm voor kennis die van elders verworven wordt
- ✓ het rendement van kennisverwerving, -opslag, -verwerking en -verspreiding, zowel in economische zin als in het kader van het adequaat tegemoetkomen aan de missie van de organisatie

Het moge duidelijk zijn dat deze vorm van management zijn eigen problemen kent, vooral wat betreft het aspect van de informele (niet formeel beschrijfbare) kennis.

Het is daarenboven in het algemeen zo dat, historisch gezien, persoonlijke positie en carrière perspectieven ten zeerste afhankelijk zijn van de eigen know-how en ervaring van de medewerkers. Afstand doen van deze kennis ten behoeve van de organisatie als geheel wordt daarom meestal in eerste instantie als bezwaarlijk en een inbreuk op de privacy ervaren. Alleen indien hier voordelen tegenover staan (bijvoorbeeld: prettigere werksfeer, honorering op basis van de mate van bijdrage aan het resultaat van het geheel, enz.) en de leiding enthousiasmerend optreedt, kunnen deze hinderpalen enigszins weggenomen worden.

Niet zomaar een technologisch probleem dus, maar juist daarom een belangrijke uitdaging, zowel ten aanzien van de toepasbaarheid van kennistechnologie als ten aanzien van het omgaan met mensen.

Deze manier van kijken naar kennis, kan beschouwd worden als één van de facetten van het keten management waar Wageningen zich zó voor inzet.

In de benutting van kennis door organisaties zijn namelijk duidelijk kennis ketens te ontdekken, terwijl bij het besturen van ketens (die zich uitstrekken over een veelheid aan organisaties) keten kennis<sup>a</sup> onontbeerlijk is. Dat voor beide onderwerpen, naast bedrevenheid in de nieuwste vormen van kennistechnologie, tevens bestuurlijke know-how vereist is, spreekt vanzelf.

Naar mijn bescheiden mening zullen de wetenschappelijke aspecten van dit relatief nieuwe vakgebied voortreffelijk kunnen opbloeien binnen de daarvoor uitstekend geschikte leerstoel groep die de vakgroep Informatica heeft opgevolgd.

---

<sup>a</sup> Keten kennis: de kennis die aanwezig moet zijn bij de individuele onderdelen van de keten om adequaat binnen de keten te kunnen functioneren.

## *Epiloog*

*"Met doceren is het als met het leven:  
wie denkt het onder de knie te hebben,  
moet er mee ophouden."  
(vrij naar Max Dendermonde, 1970)*

De 28 jaren aan deze Universiteit waren voor mij een uiterst relevante ervaring en het was mij een eer U allen te mogen dienen.

Ik dank al degenen die het geduld opgebracht hebben naar mij te luisteren en met mij samen te werken, want ik besef maar al te goed dat een en ander niet altijd even gemakkelijk is geweest.

Zonder de steun van mijn echtgenote was ik de moeilijke omstandigheden, die ook mij wel eens ten deel vielen, nooit te boven gekomen. Haar originele inzichten hebben mij vaak in staat gesteld totaal anders tegen problemen aan te kijken.

Mijn dochters hebben wel eens de werkdrijf van hun vader als een belasting ervaren, ik ben ze dankbaar dat ze door dik en dun in me zijn blijven geloven.

De kleinkinderen wil ik danken voor de tweede jeugd waarvan ik met hen kan genieten.

Mijn studenten en promovendi ben ik dankbaar voor al hetgeen dat ik, al docerende, van ze heb mogen leren.

Ik wil ook niet nalaten al de studiegenoten van zoveel jaren geleden, voor zover ze hier aanwezig konden zijn, te danken voor hun relativerende opmerkingen. Met ja en amen kom je namelijk niet ver.

Ondanks hij hier niet meer bij kon zijn, wil ik mijn enorme dankbaarheid aan wijlen Prof. Ruud Timman nog eens extra onderstrepen. Zonder zijn visie en enthousiaste aanmoediging, had ik mijn Delftse studie nooit voltooid.

De 'echte mannen van de waterkant' waar ik tien jaar van mijn leven met plezier en enthousiasme mee heb samengewerkt, wil ik nogmaals danken voor hun vriendschap en vertrouwen. Van hen heb ik onder meer geleerd aan welke kant de boterhammen worden gesmeerd.

Met weemoed in het hart, omdat zoveel veranderd is, dank ik ook de toenmalige benoemingscommissie en Hare Majesteit Prinses Juliana, aan wie ik het prachtige document te danken heb dat me de mogelijkheid gaf om *'eens te kijken of je ook in de landbouw iets met computers kan doen'*.

Tot slot wil ik de miljoenen eren die omgekomen zijn omdat ons de moed ontbrak ze te beschermen.

Ik hoop dat mijn gedrag een klein steentje heeft mogen bijdragen aan de eerbied voor hun nagedachtenis.