

Aan alle ernst komt een einde...

Citation for published version (APA):

Rademaker, O. (1992). *Aan alle ernst komt een einde...* Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1992

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Aan alle ernst
komt een einde...

AFSCHEIDSCOLLEGE

Prof.ir. O. Rademaker



Technische Universiteit Eindhoven

AFSCHEIDS- COLLEGE

Gegeven op 2 oktober 1992
aan de Technische Universiteit
Eindhoven.

Prof.ir. O. Rademaker

Dames en heren gasten van deze universiteit, dames en heren leden van onze academische gemeenschap: bestuurders, docenten, medewerkers en studenten, gij allen die door Uw aanwezigheid blijkt geeft van Uw belangstelling, zeer gewaardeerde toehoorders!

Inleiding

„Is het U wel eens overkomen dat U in een restaurant zat, een ellenlange spijkskaart in de hand, en dat U, juist door de veelheid van kostelijke mogelijkheden, nauwelijks tot een keuze kon komen? Zo heb ook ik, gezeten aan mijn stamtafel in het restaurant dat men afwisselend aanduidt met de namen: „meten en regelen, „instrumentatie“, „automatisering“ en zelfs „cybernetica“ oftewel „stuurkunde“, zitten wikken, wegen en weifelen over hetgeen ik U vandaag zou voorzetten. Zou ik over het meten, of over het regelen, over theorie of experiment, over research of toepassing, of misschien over de relatie tot onderwijs, economie, of mens en maatschappij spreken? En aan welk gebied zou ik mijn voorbeelden ontleenen? Fascinerende prestaties van het meten en regelen zijn overal te vinden!“

Beste mensen, vindt U dit geen aardigste inleiding tot een toespraak over je eigen vakgebied, bestemd voor een breed gehoor? Ik vond in ieder geval van wel toen ik dit opschreef, nu één derde eeuw geleden, als inleiding tot mijn inaugurele rede, die de titel droeg: „*Uit de keuken van de regeltechniek*“. Toen ik die rede schreef waren er dingen die ik meende te kunnen voorzien en dingen die ik absoluut niet kón voorzien. Tot de laatsten hoort het feit dat mijn plaats in mijn vakgroepskeuken nu deeltijds ingenomen is door een echte Kok, een gegeven dat mij danig belemmerd heeft om voor dit relaas over mijn ervaringen in die keuken, een titel te vinden die een mooie, rake tegenhanger zou zijn van die van mijn intreerede.

Tot de dingen die ik meende te kunnen voorzien behoorde dat ik tot mijn zeventigste hoogleraar zou kunnen blijven en dat het jaar 2000 dus mijn eerste volle pensioenjaar zou zijn, iets wat mij meer aantrok dan op mijn zestigste afgedankt te worden door mijn industriële werkgever, bij wie ik het overigens buitengewoon naar mijn zin had. Wat ik in de verste verte niet kón voorzien, was dat onze Rijksoverheid zich een 'gedrag' zou gaan permitteren, alsof er voor iedere universiteit nog wel een gaaf exemplaar in de diepvries ligt, en nog minder dat er een VUT zou komen waarvan ik gebruik zou willen maken. Maar goed, ik meende te weten dat 1999 mijn afscheidsjaar zou zijn en,

mijn geliefde vakbroeders kennende (zie verderop), dat zij bij die gelegenheid maar ál te graag mijn intreerede tegen mij zouden willen gebruiken, en daarom heb ik hem nog één keer zorgvuldig doorgenomen voordat hij naar de drukker ging.

Ik heb er toen niets aan veranderd.

Vanzelfsprekend heb ik hem nu ook weer zorgvuldig doorgenomen, en de verleiding is heel erg groot geweest om vandaag weer dezelfde tekst te gebruiken, met alleen hier en daar een aangepaste tijdaanduiding zoals *'een jaar of 35 geleden'* inplaats van *'de laatste jaren'*. Vanzelfsprekend zou de aanhef veranderd zijn, want curatoren hebben we allang niet meer, en zou ik de dankwoorden aan het eind aangepast hebben, hoewel dat aan Hare Majesteit, voor het feit dat zij mij heeft willen benoemen, zou blijven staan.

De tekst is namelijk nog steeds een alleraardigst verhaal, dat belangstellende outsiders duidelijk maakt met wat voor een vak ik nou eigenlijk bezig was, door iets te vertellen over verleden, heden en toekomst ervan, en dat ook voor vakgenoten menige observatie bevat die nog niets aan waarde ingeboet heeft. Daarom heb ik wat herdrukken laten maken, die tijdens de receptie beschikbaar zijn.

Waarover zullen we het vandaag dan hebben? Over het vakgebied in het algemeen? Dat komt niet in aanmerking omdat collega Eijkhoff dat onlangs nog behandelde, overigens niet zonder goed overleg vooraf, in zijn

voortreffelijke Diesrede 1992:

„Regelen, rode draad door de technische/maatschappelijke verwevenheden”.

Dan misschien iets over het werk dat mijn vakgroep zou kunnen gaan doen in de rest van dit millenium? Ook dat niet, want daarover heb ik mezelf al het gras voor de voeten weggemaaid in een colloquiumvoordracht getiteld:

„Kansen voor het (be)grijpen

R&D-plannen voor de komende jaren” te schetsen wat ik zie als de meest aantrekkelijke mogelijkheden.

Dan misschien een aanknopingspunt zoeken bij de vier taken van de hoogleraar: Overige, Organisatie, Onderwijs en Onderzoek? Elk vergt de helft van de tijd, dus stof genoeg!

Wie ervaring heeft in het schrijven van teksten-op-uitnodiging herkent in deze overwegingen al het gevaar dat in de bokssport een *'links-rechts combinatie'* heet: de eerste stoot is *'waar kan ik in hemelsnaam die tijd mee volmaken?'* en terwijl die nog nawerkt is de volgende, die nog harder aankomt: *'wat moet ik in hemelsnaam nu nog méér weglaten?'* Daarom heb ik afgezien van veel onderwerpen die me aan het hart gaan, en maar wat kleins uit mijn voorraad keukenverhalen gekozen (desondanks zal ik tóch wel tijd tekort komen). Daartoe wil ik eerst ingaan op één van de kernthema's van mijn vak, daarna op cursorisch onderwijs, om U tenslotte deelgenoot te maken van wat losse ervaringen, opvattingen en bespiegelingen.

De witte saus

Om te beginnen wil ik iets zeggen over wat in de klassieke fijne keuken het basisrecept voor de witte saus zou zijn, namelijk "witte modellen", in de hoop dat zulks ook in de smaak zal vallen bij degenen die zich wel bezig houden met techniek en/of wetenschap, maar niet specifiek met de beheersing van processen voor de productie van bijvoorbeeld chemicaliën, aardoliederivaten, cement, ijzer en staal, papier en plastic, voedingsmiddelen en farmaceutica, kortom:

de procesregeltechniek.

Daarbij heeft de overweging gegolden dat een afscheidscollege toch ook les aan studenten, en over hun hoofden heen, liefst ook aan gevorderden moet geven. Dit onderwerp leent zich daar voortreffelijk toe, want er zijn een paar belangrijke gezichtspunten waarover in de vakliteratuur zelden gerept wordt.

In de regeltechniek zijn modellen, d.w.z. exacte beschrijvingen van de te beheersen processen, van cruciaal belang, want zonder een model is de regeltheorie volstrekt hulpeloos. Het proces kan desnoods gemist worden - in de ontwerpfasen bestaat het zelfs niet eens - maar een wiskundig model ervan niet.

Modelbouw

Zo'n model is te verkrijgen door eerst, rekening houdend met het beoogde doel ervan, vast te stellen welke variabelen (zoals produkteigenschappen, temperaturen, drukken,

materie- en energiestromen) een rol van betekenis spelen. Voor elke variabele moet diens invloed op en afhankelijkheid van elk der andere variabelen uitgezocht worden; als zo'n beïnvloeding denkbaar is moet die in het model opgenomen worden. Dat kan op twee manieren.

Als we menen dat de beïnvloeding onbelangrijk is, declareren we dat in een aanname, en anders moeten we er een wiskundige formulering voor geven. Vaak is de formule die we daarvoor op het oog hebben slechts geldig onder bepaalde, vaak meer ideale, omstandigheden. We moeten dan ons beeld van het proces wat idealiseren, waartegen geen bezwaar is mits alle idealisaties gedeclareerd worden bij de aannamen.

Gewoonlijk is het te modelleren proces zó ingewikkeld dat je er niet zomaar alle vergelijkingen en aannamen voor kunt opschrijven. Het proces(ontwerp) moet dan nauwkeurig geanalyseerd en in gedachten opgedeeld worden in stukjes, waarbinnen een voldoende mate van uniformiteit aannemelijk is.

Daarbij moet men bedenken welke grootheden en mechanismen daarin een rol van betekenis spelen, en welke andere grootheden en mechanismen daarin ook nog een rol zouden kunnen spelen, maar waarvan aannemelijk lijkt dat die van ondergeschikt belang zijn.

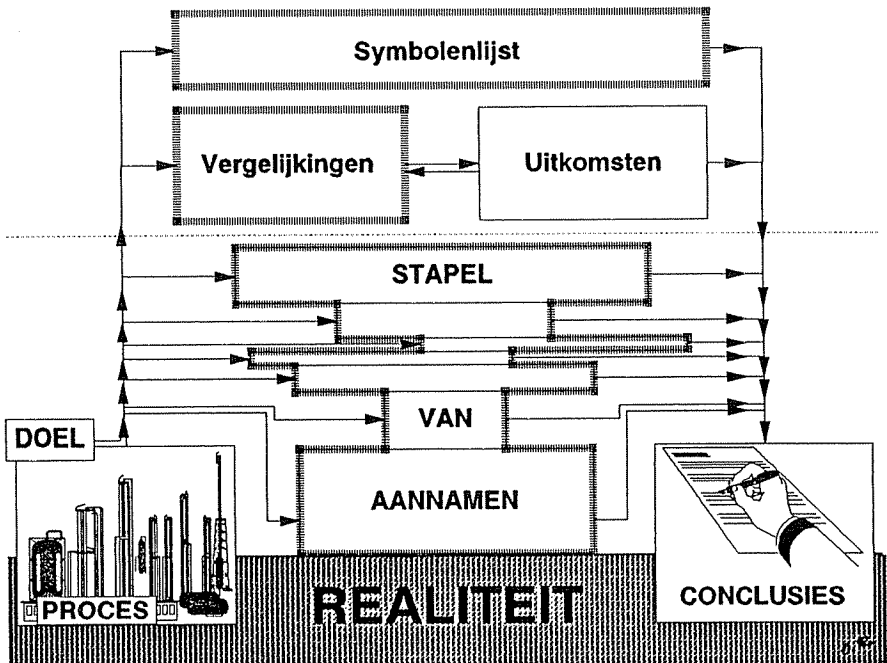
Laatstgenoemden worden netjes toegevoegd aan de verzameling: "aannamen".

Eerstgenoemde hoofdrolvariabelen worden, met hun dimensies, bijgeschreven in de verzameling die "symbolenlijst" genoemd wordt, en er worden de bekende wetmatigheden van fysica en chemie met de bijbehorende wiskundige formules op toegepast, welke worden toegevoegd aan de verzameling van de "vergelijkingen"; waarbij doorgaans nog bepaalde voorwaarden horen, zoals begin- en randvoorwaarden.

Dat leidt dus tot drie verzamelingen, die te zamen een "model" vormen en er wordt niets weggegooid, ook geen dingen die onbelangrijk lijken. Deze gang van realiteit naar model is links in onderstaande figuur weergegeven.

Als één en ander voor alle relevante stukjes van het proces is gedaan, heeft men een model waaraan het gehele proces zou moeten gehoorzamen, als het aan de verzamelde aannamen zou voldoen.

Voor regeltechnische doeleinden hebben we een model nodig dat beschrijft hoe de diverse procesgrootheden *in de loop van de tijd* reageren op storende invloeden zoals veranderingen in de grondstoftoevoer en/of in het weer, en op correcties die het effect van zulke storingen zo goed mogelijk moeten compenseren, dus: een 'dynamisch' model. Wiskundig gezien komen er dan één of meer, al dan niet partiële differentiaalvergelijkingen in voor.



Méér dan alleen wiskunde

Duidelijk zal zijn dat procesmodellen méér omvatten dan alleen wiskunde. Wiskundigen hebben voldoende aan laatstgenoemde verzameling, die van de vergelijkingen met voorwaarden, maar in de technologie stelt een model **niets** voor als ook beide andere verzamelingen **niet volledig correct en compleet zijn**. Alleen dán vormen de drie verzamelingen een zinvolle basis voor reflectie en discussie, voor duiding van resultaten, discrepanties en modelfouten, en daarmee ook als basis voor voortdurende modelverbetering. Behalve wiskunde is ook 'gewone taal' onmisbaar gereedschap om een scherp beeld van het proces te krijgen.

Het ontzag van studenten voor wiskunde doet hen dit vaak uit het oog verliezen. Uit de vele vakpublicaties met incomplete verzamelingen aannamen blijkt, dat velen deze slechte attitude nooit afleren, kennelijk zelfs niet als ze 'reviewer' worden.

Een bijbehorende gangbare fout is dat men meteen aan de gang gaat alsof het doel van de modelstudie het maken van een model is. Dit is een schijnbaar subtiele attitudeverandering, die in werkelijkheid heel akelige consequenties kan hebben, vooral omdat die zo lang onopgemerkt kunnen blijven.

Zelfs behoudswetten kunnen kwaad!

Het klinkt ongeloofwaardig, maar modelbouw kan ook dérailleren als gevolg van overmatige aandacht

voor de behoudswetten van materie, energie en impuls. Ze worden, zodra de meest voor de hand liggende opdeling van het proces, in handzame stukjes die zich daartoe lenen, ontdekt is, onverwijld en met overgave toegepast. Alleen voorzover die formules nog aanvulling behoeven, worden er nog andere wetmatigheden bij gezocht en daarmee wordt de klus dan geacht te zijn geklaard. Het denken wordt dan gedictieerd door behoudswetten en niet door een zorgvuldige analyse van het proces.

Eenvoud versus Volledigheid

Over de omgang met modellen heersen soms grote meningsverschillen, zoals over het voor en tegen van de hier besproken "*witte modellen*" in vergelijking met "*zwarte modellen*", waarover straks meer. Maar ook zijn er diepgaande verschillen in opvatting over de gewenste *ingewikkeldheid* van een model. Sommigen zijn buitengewoon sterk gehecht aan het zo simpel mogelijk houden van een model, o.a. om toch vooral het overzicht en inzicht niet te verliezen.

Anderen vinden daarentegen dat alles wat maar enigszins betrouwbaar te beschrijven is, in het model opgenomen moet worden. De controverse tussen voorstanders van simpele modellen en die van vollediger modellen kan hoog oplopen.

In eerste aanzet ben ik van mening dat een ieder die aanpak moet kiezen, waarmee hij/zij de meeste ervaring heeft, want ervaring en "Fingerspitzengefühl" zijn heel belangrijk.

Voor mezelf prefereer ik het modelleren van alles wat te modelleren is en ik heb daar een paar hele goede redenen voor.

Vooraf in de hedendaagse, ingewikkelde installaties is lang niet altijd a priori zeker wat hoofdzaken en wat bijzaken zijn, vooral niet in de regeltechniek, waarin de grootste traagheden vaak niet de grootste moeilijkheden veroorzaken. Zo kan de vloeistofhoeveelheid in een groot reactorvat wel zó'n grote thermische tijdconstante hebben dat het op temperatuur brengen uren duurt, maar daarna kunnen andere, veel minder trage, verschijnselen de snelheid van de temperatuurregeling volledig dicteren en doet de grootte van de thermische traagheid er weinig of niets toe.

Verder dwingt het modelleren van een schijnbaar minder belangrijk mechanisme tot een veel indringender analyse dan het verwaarlosen ervan. Ieder van U heeft wel de ervaring dat door te praten over een probleem, de gedachten erover verbeterd worden, en dat denkbeelden nog scherper in focus komen tijdens het opschrijven. Wiskundig moeten formuleren dwingt tot een nóg grondiger bezinning.

Een additioneel voordeel is, dat de (on)belangrijkheid van het détail wetenschappelijk verantwoord vast te stellen is, meestal door na te gaan of de bijdrage kwantitatief significant is of niet. Het ligt voor de hand om daartoe na te gaan wat het gewicht van de betreffende term is in de ver-

gelijking waarin hij voorkomt, maar daarmee kan men zich erg vergalopperen. Eén kleine term in één vergelijking van een stelsel van vele vergelijkingen kan namelijk een onverwacht grote uitwerking hebben. Na het weglaten van zulke termen moet het model dan ook ter controle opnieuw doorgerekend worden.

Ik denk dat je, om goed met modelleren om te gaan, gepast schizofreen moet zijn: met liefde en overgave aan je model bouwen en er tegelijkertijd een diep wantrouwen tegen koesteren, en vooral niet in je aannamen geloven, laat staan ze vergeten.

Amusant is overigens wat veel makers van een model gemeen hebben, namelijk de liefde voor de eenvoud dan wel de complexiteit ervan! Ik vermoed dat succes met een van meet af aan simpel model nog slechts weggelegd is voor personen die niet alleen geniaal zijn, maar ook het geluk mee hebben. En wat de liefhebbers van complexiteit betreft, is het vermakelijk te bedenken dat complexiteit niet een attribuut van 'iets' is, maar van een mens die over dat 'iets' nadenkt. Een staartdeling van 17 op 1989 kan een bijzonder complexe bezigheid zijn voor een leerling van een lagere school, maar het zou bedenkelijk zijn als één van onze studenten dat nóg steeds complex zou vinden. Wie zegt met een complex probleem of model bezig te zijn, bekent dus in wezen dat het 't eigen verstand (bijna) te boven gaat.

Modelbenutting

Zodra de modelmaker zijn drie verzamelingen gecompleteerd heeft, begint een nieuwe fase: die van de "modelbenutting". Dat behelst heel wat meer dan het al dan niet numeriek oplossen van vergelijkingen, maar menige student denkt dan alleen nog maar: „WISKUNDE!” en een stelsel vergelijkingen is dan louter iets dat:

1. gegeven is;
 2. opgelost moet worden;
 3. maar één oplossing heeft;
 4. namelijk: de goede;
- waarmee het probleem afgedaan is!

Naar mijn weten is het meest navrante voorbeeld van kritiekloos simuleren te vinden in het proefschrift van een Amerikaan over het gedrag van een destillatiekolom [1], dat voor een aanzienlijk deel gevuld werd door 155 grafieken van simulatieresultaten. Spijtig genoeg had hij bij zijn eerste vergelijking voor een destillatieschotel, die voor de samenstelling, aangenomen dat de damp- en vloeistofmassa op die schotel constant bleven, terwijl de volgende vergelijkingen, die voor de transmissie van damp- en vloeistofstroomveranderingen van schotel tot schotel, juist impliceerden dat die massa's varieerden. Deze inconsistentie was fataal voor (nagenoeg) alle resultaten. Hetgeen onopgemerkt kon blijven door het ontbreken van experimentele verificatie en/of introspectie van het gebruikte model.

Schoolvoorbeelden van ondoordachte simulaties zijn, zoals onze publica-

ties aan het licht brachten [2], ook te vinden in de rapporten *van resp. aan* de Club van Rome, die zo'n twintig jaar geleden zoveel opzien baarden.

Met het oog op de tijd wil ik verder voorbijgaan aan alle nuttige en onnuttige dingen die men met modellen kan doen op het hoogste niveau in de figuur, en mét U beschouwen wat er daarna nog moet gebeuren met de uitkomsten die de daar gebruikte vergelijkingen opgeleverd hebben: de afdaling van het niveau van abstractie en vereenvoudiging naar dat van de realiteit, zoals rechts in de figuur weergegeven is. Langs die weg behoren we successievelijk al de gemaakte aannamen weer te betrekken in de duiding van de verkregen resultaten, totdat we weer met de voeten in de realiteit staan. Het meest opmerkelijke van dit vertaalproces is dat de bevindingen steeds minder precies worden, en tegelijkertijd steeds nauwkeuriger de werkelijkheid representeren! Daarbij blijkt vaak dat het voorafgaande werk geheel of gedeeltelijk overgedaan moet worden, wil men uiteindelijk houdbare en bruikbare conclusies kunnen presenteren, in feite: een regelkring die de kwaliteit van het eindresultaat bewaakt.

Modelintrospectie

In dit verband moet ik U wijzen op iets wat iedere professionele modelgebruiker steevast zou moeten toepassen: **modelintrospectie**, hetgeen, kort gezegd, inhoudt: nagaan hoe het model inwendig werkt en waarom

het de uitkomsten geeft die het geeft. Ik *moet* daar wel op wijzen omdat bijna niemand het doet! Een eenvoudige manier van introspectie is de uitkomsten te substitueren in de modelvergelijkingen en te analyseren wat dat te zien geeft. Dat is vaak heel leerzaam. Zo kan blijken dat bepaalde formules gebruikt worden buiten hun geldigheidsgebied. En je kan ontdekken dat een relatie, waarop je heel hard hebt gestudeerd, in werkelijkheid zó weinig te doen krijgt, dat die gerust door een lineair verband of misschien zelfs een constante te vervangen is, terwijl elders een expressie, 'met de natte vinger' ingezet omdat die onbelangrijk geacht werd, juist gedragsbepalend blijkt te zijn. Verder kan in vergelijkingen die veel termen bevatten, blijken dat maar een paar daarvan het eigenlijke werk doen, en de overigen nauwelijks meedoen.

Zo leert modelintrospectie dus wat hoofd- en wat bijzaken zijn, het begin van alle wijsheid. En ook wat de factoren zijn, die het procesgedrag in de praktijk onzeker maken, hetgeen inzicht geeft in wat het proces aan regeling nodig heeft om betrouwbaar en robuust te functioneren.

De onverbiddelijkheid waarmee een rekenmachine m.b.v. een model resultaten vindt die onzinnig zijn, kan ook voor introspectie dienen. Dat speelt vooral bij optimaliseringen, want optimaliseringsalgoritmen weten het onderste uit de kan te

halen, onbelemmerd door kennis van zaken die je verzuimd hebt in het model op te nemen. Zo kunnen ze fantastisch goede resultaten vinden bij negatieve waarden van toevoerstroom, absolute temperaturen en drukken als vergeten is negatieve waarden te verbieden.

Ook met een gaaf model kunnen 'zware rekenklussen', vooral dynamische optimaliseringen, grote convergentieproblemen veroorzaken, die puur wiskundig nauwelijks of niet oplosbaar zijn. Dan kan modelintrospectie leren waaróm dat gebeurt en hoe het door fysisch acceptabele modelverandering te verhelpen is.

Modelintrospectie helpt ook bij het beslechten van de strijd tussen eenvoud en ingewikkeldheid. Numerieke experimenten geven aan waar en hoe het model te vereenvoudigen is, en echte experimenten waar verbeteringen, meestal modeluitbreidingen, nodig zijn.

Het voorafgaande leidde tot een inzicht dat niet iedereen mij in dank zal afnemen. Ik heb nu bijna veertig jaar ervaring met modellen van allerlei processen die geregeld moesten worden, veertig jaar waarin de regeltheorie een stormachtige ontwikkeling heeft meegemaakt. En bijna steevast kwam uit de bestudering van de processen en hun modellen als het ware 'vanzelf' naar voren, hoe de automatische regeling ervan het beste aan te pakken was. Dat deed studenten wel eens verzuchten dat

inzicht in het proces de kansen be-
dieft om de - soms moeizaam ver-
worven - kennis van de regeltheorie
toe te passen. Ze hadden dan soms
al een andere teleurstelling t.g.v. een
typerende beginnersfout achter de
rug, namelijk dat de interessante niet-
lineariteiten in hun model van bijkom-
stig belang bleken voor de regel-
dynamica, als ze tenminste slim te-
werk gingen. Maar een passende
consolatie was dan het feit, dat het
om een reëel probleem ging, en dat
slim zijn wel moeilijker, maar eigenlijk
ook intelligenter is dan knap zijn.

Voor insiders: de grote kracht van de
moderne regeltheorie ligt in haar
algemeenheid, het doet er niet toe
wat er in de matrices staat; maar
introspectie geeft daarentegen zicht
op de nul-elementen, *d.w.z. ook:*
'inzicht door wat er niet in staat'.

In een ander opzicht opmerkelijk
waren de gevallen waarin er moeilijk-
heden waren met de *bestaande* re-
geling van een proces. Niet zelden
werden onze inzichten aanvankelijk
met ongeloof of zelfs afwijzing ont-
vangen door de ervaren gebruikers
van zo'n proces, omdat ze tegen de
bestaande intuïties indruisten. Uitleg
en toelichting leidden dan meestal tot
een soort '*AH! Nogal wiedes!-erleb-
nis*', en dan was er weer een pro-
bleem minder in de wereld. Die erva-
ringen doen overigens vermoeden,
dat nog menig hedendaags proces-
regelprobleem zijn (voort)bestaan
dankt aan onvoldoende inzicht bij de

gebruiker in de dynamica van zijn
proces.

Modellen: wit, zwart en grijs

Behalve de behandelde modellen is
er nog een andere soort: die van de
zogenaamde "*zwarte modellen*". Die
worden niet opgebouwd met behulp
van proceskennis, maar met behulp
van metingen van de grootheden die
van buiten op het proces inwerken,
de "*ingangsvariabelen*", en van pro-
cesgrootheden die daarop reageren
en meetbaar zijn, de "*uitgangsvaria-
belen*". Het proces wordt dan be-
schreven als een 'zwarte doos' met
dezelfde in- en uitgangsvariabelen, en
als model wordt een algemene wis-
kundige formulering gekozen die een
aantal coëfficiënten bevat, waarmee
het gedrag van dat model zo goed
mogelijk in overeenstemming ge-
bracht kan worden met dat van het
echte proces. Vandaar de benaming
"zwart model"; van de weeromstuit
wordt de eerder besproken soort
modellen "wit" genoemd.

In de achterliggende decennia is een
imposant arsenaal aan theorieën,
methoden en technieken ontwikkeld,
dat zijn waarde inmiddels ruim-
schools bewezen heeft en welkome
nieuwe mogelijkheden verschaft om
te profiteren van modellen. Bijvoor-
beeld als de proceskennis onvolledig
is en er met spoed een, liefst nauw-
keurig, model beschikbaar moet
komen. Maar er zijn ook nog tal van
andere situaties waarin zwarte
modellen uitkomst bieden. Ze kunnen
bijvoorbeeld ook heel goed *impliciet*

gebruikt worden, d.w.z. niet opgebouwd in expliciete vorm, maar bijv. door 'inleren' of 'training'. Imposante niet-technische voorbeelden daarvan zijn de topprestaties van de O.S.

Vaak zal de keuze tussen zwart en wit bepaald worden door de soort deskundigheid die men in huis heeft, want deskundigen die beide takken van sport onder de knie hebben zijn schaars. De beide leertrajecten zijn lang, verre van gemakkelijk en zeer verschillend: het ene vergt veel proceskennis, het andere veel systeem- en regeltheoretische kennis. In beide gevallen plegen de eerste toepassingen zeer tijdrovend te zijn.

Daarna is volgens mij de totale tijdsduur per toepassing niet zó verschillend, dat deze doorslaggevend is. Wie haast heeft en weinig van het proces weet, zal de 'zwarte aanpak' voordeel bieden, maar de procesindustrie is gekenmerkt door voortdurende veranderingen, die een wit model wel kan behappen, terwijl na iedere verandering opnieuw een zwart model gemaakt moet worden.

Wie van U nu denkt dat we hier te maken hebben met een strijd van zwart tegen wit heeft het mis, want niet alleen hebben zwart en wit heel verschillende spelregels, maar bovendien dienen zij hetzelfde doel: een meer economische, schone en veilige produktie. Bovendien blijkt bij nauwkeurige inspectie dat wit niet zuiver wit en zwart niet zuiver zwart is. Bij het opstellen van witte model-

len blijkt de procestheorie namelijk vaak tekort te schieten en moet men gebruik maken van zogenaamde "correlaties", die in feite zwarte modeldelen zijn voor het opvullen van de gaten in de witte modellen. En bij de voorbereidingen voor het maken van zwarte modellen blijkt er toch heel wat proceskennis nodig te zijn voor het maken van allerlei keuzen. In feite zijn witte modellen dus lichtgrijs en zwarte modellen donkergrijs.

Niets ligt meer voor de hand dan de ontwikkeling van de wetenschap te richten op het combineren van de voordelen en het elimineren van de nadelen van wit en zwart in *grijze* modellen. Modellen, waarin men de structuur die de procesontwerper in het proces aangebracht heeft terugvindt, evenals de hoofdwetten van fysica en chemie waarnaar het proces zich gedraagt, én liefst ook de factoren die de procesbeheersing minder robuust maken. Modellen, tevens, waarin statistisch bepaalde relaties en coëfficiëntwaarden een hoge mate van nauwkeurigheid garanderen. Ik heb reeds aangestipt dat zulks een samengaan van twee verschillende denkwerelden vereist, maar verheug me erin dat bij mijn afscheid deze universiteit met de diverse deskundigheden in haar technisch-wetenschappelijke bemanning, en haar intentie om tot een nog bredere aanpak van de procesbeheersing te komen, in een uitzonderlijk gunstige situatie verkeert om deze uitdaging aan te nemen.

Cursorisch onderwijs

Ik wil nu, wat korter, ingaan op het bereiden van een tweede hoofdgerecht in mijn keuken, het onderwijs, of om precies te zijn, het cursorische onderwijs. Het zal degenen die mij college hebben zien geven misschien verbazen dat ik dat niet leuk vond, evenmin als alle andere vormen van routine-onderwijs. Zoals destijds één van mijn studie- en sportvrienden tijdens onze aanloop tot de Europese Zwembkampioenschappen verzuchtte: *'Die studie nekt je carrière'*, zo heb ik wel eens verzucht: *'Een universiteit is wel leuk, maar er moesten geen studenten zijn'*.

Maar ja: *'Als je iets niet leuk vindt, dan doe je maar alsóf je het leuk vindt'* en als je dan goede kijkcijfers krijgt, wordt 't wel een béétje leuk.

Eén van de manieren waarop je mensen kunt karakteriseren is de volgende. Je hebt mensen die zich lekker voelen in situaties waarin duidelijk is dat iets nieuws opgezet moet worden, maar volstrekt onduidelijk *wat, waar, hoe, met wat en met wie*. Je hebt ook mensen die zo'n situatie, zacht gezegd, nogal onbehaaglijk vinden en zich pas gelukkig voelen als alles in een ordelijker bedding gekomen is; tenslotte heb je mensen die tot géén van die twee categorieën horen. Ik behoor duidelijk tot de eerste en heb het *opzetten* van cursorisch onderwijs wel boeiend gevonden. In essentie is één van de weinige zaken waarbij de docent écht onmisbaar is, het selecteren van de leerstof. Immers, een student behoort

in principe genoeg te hebben aan een goede bibliotheek, maar men kan niet verwachten dat hij in 5 à 6 jaar de goede stof uitkiest. Dat moet de docent doen, en voor hem is het nog leerzaam ook! In de eerste twaalf à vijftien jaar heb ik dan ook, al dan niet samen met andere groepsleden, ongeveer even zovele nieuwe colleges opgezet en er veel van geleerd. Ik moet in dit verband denken aan een interview op de BBC van - naar ik meen - Jehudi Menuhin. Toen het gesprek kwam op een bepaald vioolconcert zei hij dat niet zo goed te kennen. Op een verbouwerend: *'Maar dat heeft U toch onlangs nog opnieuw opgenomen op de plaat?'*, antwoordde hij: *'Jawel, maar ik heb er nog nooit lés in gegeven'*.

Misschien is één van de onverwachte voordelen van les moeten geven als je er niet zoveel zin in hebt, dat je niet denkt dat je al weet hoe dat moet en dus de literatuur gaat raadplegen. Daarbij ontdekte ik ook het verrukkelijke boekje van Dubin en Taveggia getiteld: *„The Teaching-Learning Paradox”* [3], dat eigenlijk verplicht leesvoer zou moeten zijn om docenten van hun onkunde en geliefkoosde misvattingen af te helpen. Deze onderzoekers van het Centre for the Advanced Study of Educational Administration van de Universiteit van Oregon analyseerden alle 91 onderzoeken van universitaire onderwijsvormen die in de periode 1924-1965 uitgevoerd zijn en kwamen tot opmerkelijke conclusies.

Om de nieuwsgierigheid te prikkelen zal ik die niet noemen, maar volstaan met twee citaten die ik erg raak vind. In de eerste plaats uit hun inleiding: *'It is an important part of the folklore of college teaching that certain methods of instruction are preferred over others. The most preferred methods probably vary by discipline as well as temperament of the professor. Just as important as having preferences is the supporting belief or belief-system that alleges superiority for the preferred teaching method.'*

'We, therefore, enter into an area of strong affect and little concern for facts in trying to assess the relative utility of various college teaching methods.'

Vooraf citeren zij J.P. Powell [4]:

'The activities of teaching, learning and examining in higher education have received remarkably little attention from experimentalists. The suggestion that belief, however hallowed, stands in need of empirical support is often met with incredulous opposition, and men whose academic work is based upon a rigorous testing of accepted ideas, tend to think it somehow indecent to apply the same standard of inquiry to their own teaching and examining practices. Few university teachers are even aware that many of their instructional problems have already been investigated experimentally, and only a tiny minority take the trouble to acquaint themselves with the results.'

Powell's observaties gelden overi-

gens niet alleen voor het onderwijs. Zelf heb ik de bittere ervaring opgedaan dat collegae, die zich met overgave wijdden aan het observeren, kwantificeren, analyseren en concluderen op hun eigen vakgebied, er fel tegen waren om datzelfde te doen als het ging om de verdeling van personeelsplaatsen en financiën voor onderwijstaken. Maar soit, dat is al weer decennia geleden.

Wat college geven aanvankelijk aardig maakte was het nieuwe, en wat het op den duur boeiend hield was de strijd tussen de studenten en mij om hun aandacht. Er is heel wat veranderd sinds het begin. In 1959 zaten de studenten nog netjes gekleed, keurig gekapt en goed gewassen in de banken om kennis op te nemen. Ze hadden zelfs de aardige gewoonte om collectief op te staan als een nieuwbenoemde hoogleraar binnen kwam om zijn eerste college te geven. Bij mij ging dat de mist in; ze dachten waarschijnlijk zoiets als: *'die knul komt zeker even controleren of er genoeg krijtjes zijn'* en dus was ik al bezig vóór ze het wisten.

Maar tegenwoordig . . . !

Dames en Heren, als U nog schoolgaande kinderen heeft, leer ze dan in hemelsnaam hun mond te houden en aandacht te schenken aan de televisie zolang die aan staat!

Ter toelichting eerst iets over de economische waarde van een hoorcollege. U weet allemaal dat een essentieel kenmerk van een economisch goed is dat het waarde heeft en dat,

gegeven de prijs, de gever liefst niet méér geeft dan afgesproken is en de ontvanger juist liefst méér ontvangt. Althans: als de waarde positief is; voor afval geldt 't tegenovergestelde. Nu de vraag of een college waarde heeft. Wat een student betaalt, of laat betalen, dient voor haar/ zijn gevoel voor de toelating tot de universiteit. Colleges zijn gratis en één uur college duurt 45 minuten. Dat is op zichzelf al iets waar een cabaretier wat mee doen kan! Maar laten we nu eens beschouwen wat er tegen het einde van zo'n 'uur' gebeurt. De docent beijvert zich om zijn kostelijke kennis over te dragen en zou maar ál te graag nog een paar minuten doorgaan, maar het gehoor begint alvast uitvoerig aanstalten te maken met opstappen; het wil eigenlijk niets tevéél in ontvangst nemen. Conclusie: de gever wil graag meer kwijt, de ontvangers niet méér ontvangen, dus een college móét wel een *negatieve* waarde hebben.

De ontwerper van dit auditorium zag de grote open ruimte waar U doorheen ging om in deze zaal te komen als een "agora", als een marktplein in het oude Griekenland, waar men elkaar in ongedwongen sfeer kon ontmoeten, over koetjes en kalfjes van gedachten wisselen, grapjes en afspraken maken, en desgewenst luisteren naar wat de één of andere orator zo nodig moest verkondigen. 'Een mooie gedachte' zult U denken, maar die agora heeft zich nu wél uitgebreid naar de collegezalen, en dat

heeft de, vroeger tamelijk saaie, strijd om de aandacht van de studenten boeiend gemaakt. Want voor een college in 27 afleveringen moet je toch minstens 54 verschillende strategieën bedenken om ook diegenen die voor de tweede keer niet komen luisteren, voldoende afwisseling te bieden. Zo zijn er verschillende bevredigende manieren om degenen, die een stief kwartiertje na het begin komen binnenwaaien, met hartelijkheid te verwelkomen, en vele toepassingsmogelijkheden van een microfoon. De slechtste is om je verstaanbaar te maken; dat stoort de aanwezigen slechts in hun conversatie en dwingt ze die luider voort te zetten, terwijl je degenen die slapen er toch niet mee wekt. Veel effectiever is om de microfoon te deponeren bij degenen van wie de gesprekken het meest hinderlijk zijn en als het geklets dan elders opleeft, aldaar te informeren of men op toekenning van de microfoon prijs stelt.

Het tonen van oprecht medeleven is ook heel effectief en heeft het voordeel dat de effectiviteit toeneemt bij herhaald gebruik. Gewoon de slachtoffers tijdens het uitspreken van enkele zinnen met gepaste belangstelling bekijken en als ze desondanks hun gekwèk niet staken, vol medemenselijkheid informeren naar de aard van de begripsmoeilijkheden waarmee de gepresenteerde stof hen kennelijk doet worstelen, opdat door een betere uitleg in hun intellectuele appetijt voorzien zou kunnen worden. Dan mág, neen, sterker nog: móét

- omdat geen enkele toehoorder het prettig vindt om voor een volle zaal te bekennen dat hij/zij te dom is om iets te begrijpen, wat net zó helder uitgelegd is - elke docent die zijn boodschap ook aan de minst geïnteresseerde toehoorder wil opdringen, persisteren in zijn nobele streven tot kennisoverdracht en blijven doorvragen naar de aard van de moeilijkheden tot hij een antwoord krijgt. Dan kan de zaal even lachen om het schaapachtige antwoord, zodat het mes aan minstens drie kanten snijdt! Beste mensen, zo zou ik nog uren door kunnen gaan, maar dit hoofdstukje moet tot een afronding komen; geïnteresseerde collegae zal ik desgewenst geheel belangeloos andere suggesties ter beschikking stellen. Met de Olympische Spelen nog zo fris in het geheugen past toch nog vermelding van één topprestatie. Ik was tijdens college bezig met een in wezen simpel stukje dat studenten echter moeilijk blijken te vinden en werd geïntrigeerd door twee van mijn meest trouwe toehoorders die, zoals steeds dat jaar, vlak voor me, midden op de eerste rij zaten en kennelijk buitengewoon intensief met de materie bezig waren. Ze schreven alles op, keken herhaaldelijk in het dictaat en wisselden regelmatig van gedachten. Maar dat ging door toen het 'moeilijke' al voorbij was en, bezorgd dat ik hun niet langer op slep-touw had, informeerde ik op de gebruikelijke, medemenselijke wijze naar hun begripsmatige moeilijkheden die ze, naar alras bleek, eigenlijk

nauwelijks bevredigend, om niet te zeggen in het geheel niet, vermochten te expliciteren. Duidelijk werd wel dat ze betwijfelden of ik wel adequaat in hun behoeftebevrediging kon voorzien. Duidelijk werd voorts dat ze bezig waren met het maken van de verplichte oefeningen in wat toen nog Numerieke Wiskunde heette. Na enig overleg werden we het eens, dat het beter was dat ze zich niet langer door mijn gepraat in hun werk lieten storen, en dat het minder zinvol was dat ik daartoe koffie zou gaan drinken dan dat zij dat zouden doen.

Beste ouders van leerlingen in het basisonderwijs en VWO, beste leerkrachten. Aan alle ernst komt een einde, slechts scherts past bij het gedrag dat U Uw kinderen, respectievelijk leerlingen, heeft bijgebracht. Het gedrag in de collegezaal is als dat in de huiskamer, waar je binnenkomt wanneer het je uitkomt, de TV (c.q. docent) aanzet als die niet al 'aan' is, en ongeacht wat die te bieden heeft het agora-leven - en een leven máákt het - voortzet. Daarom mijn bede: *breng ze de kunst van het luisteren bij*; het bevordert niet alleen hun studie, maar ook de motivatie van hun docenten. Want zó gaat het niet langer en ik vrees dat, vroeger of later, ongemeen harde maatregelen onvermijdelijk zullen zijn. Zoals het contant betalen van 45 cent per college-uur. Daarmee krijgen collegae, zo niet een positieve economische waarde, dan toch een positieve prijs en daarmee de *beleving* van een

positieve waarde, zo in de trant van: „Omdat wat niets kost ook niets waard is, moet iets wat wél iets kost, vast wél iets waard zijn”.

Wie de prestaties van eerstejaarsstudenten volgt en hun examenresultaten beziet, ontkomt niet aan zwaar-moedigheid. ‘Verzoeken het af te voeren puin zoveel mogelijk te bespoedigen’ was één van de vondsten die onze onvolprezen Neerlandicus Prof.dr. J.J.M. Bakker destijds in zijn rubriek van gevonden taalvoorwerpen, de „TH-Krommen” in de TH-Berichten vermeldde; een zinsnede die overigens niet aan een examenvergadering maar aan een epistel van de Bouwkundige Dienst ontleend was. Maar als je uiteindelijk hoort hoe de prestaties der afstudeerders geprezen worden, moet je onwillekeurig denken aan het gezegde: ‘Te oordelen naar de grafschriften zou de wereld er heel wat beter aan toe zijn als de doden herrezen en de levenden hun plaats zouden innemen’. Hier worden wonderen verricht! Met welke geruststelling ik van het cursorische onderwijs afstap.

Tutti frutti

Als derde gerecht wat losse observaties inzake leven en werken in ‘mijn’ keuken in telegramstijl, dus onvermijdelijk ongenueanceerd en apodictisch; U gelieve er zelf het nodige bij te bedenken.

‘My Way’

Ik heb mijn keuken kunnen runnen zoals ik dat wilde, wat betekende:

samen met de bemanning uitmaken hoe, wat, waar, waarom enzovoorts (zie onder) en je daar dan ook aan houden. De democratiseringsgolf die de universitaire wereld in de jaren zestig begon te overspoelen, betekende voor de groep dan ook niet veel meer dan wat nieuwe formaliteiten.

I keep six honest serving-men
(they taught me all I knew)
their names are what & why & when
and how & where & who

said Rudyard Kipling,
who forgot
the seventh serving-man:
with what
and, in addition, made no room
for the primal serving-man:
For Whom?

Een moeilijk gerecht

Technologie, het samengaan van wetenschap en techniek, is de hoofdkost van deze universiteit en tevens haar moeilijkste gerecht. Vrij naar Van Dale gaat wetenschap vooral om kennis, het opnemen, vermeerderen en overdragen ervan, en techniek om het veranderen door de mens van zijn omgeving. Hoe dieper je er over nadenkt, hoe tegenstrijdiger ze blijken. Nog steeds in telegramstijl. Wat

gebeurt in universiteiten, R&D-instituten, industrie? De wetenschapper zoekt naar abstractie en generalisatie, wég van enig specifiek geval; terwijl de technicus juist een uitweg zoekt voor dat éne specifieke geval dat opgelost moet worden; *'One takes the high road, the other the low road'*.

En de technoloog? Die moet zijn eigen weg zien te banen om die tegenstrijdigheid te omvatten. Maar die weg is even moeilijk te vinden als te begaan, en wat voor kwaliteitsnormen moet je aanleggen in zo'n sterk en tegenstrijdig krachtenveld?

Veel ingenieurs kiezen liever voor één van de twee meer gebaande wegen. De waarderingsnormen voor het werk van de wetenschapper resp. technicus moge zwaar zijn, doch ze liggen vrij duidelijk vast en als je er maar goed naar toewerkt, komen de lauweren vanzelf.

Toen ik naar Eindhoven kwam, had ik eigenlijk net ontdekt dat er niet alleen een manager in me stak, maar ook dat ik research 'kon', en wilde ik het vak, dat ik zelf had helpen op-tuigen, eens mooi wetenschappelijk onderbouwen. Maar ik ontdekte destijds al ras dat de - toen nog a.s. - Onderafdeling der Technische Natuurkunde een overwegend universitair-fundamentele signatuur had, en dat mijn rol een andere zou moeten zijn. Daarom heb ik, samen met mijn groep, geprobeerd technologie te bedrijven, en de bijbehorende paden en normen te vinden. Het is mij daar-

bij niet gelukt om de onafhankelijkheid die de hoogleraar gegeven is, te combineren met de gehoorzaamheid aan de riten, usances en conventies waaraan de 'ware wetenschapper' dient te gehoorzamen, hetgeen natuurlijk niet altijd de waardering kreeg die het wel verdiende. Maar onze publicaties werden altijd geaccepteerd, hun aantal is heel wat jaren zelfs relatief groot geweest, de verzoeken om artikelen en lezingen waren talrijk, en de buitenwereld had in de gaten uit wat voor een wijngaard afgestudeerden en tijdelijke medewerkers kwamen: van de conjunctuurcycli die de procesindustrie doormaakte was niets te merken. De verklaring is - denk ik - dat systemen regeltechnici even nodig zijn voor nieuwbouw in een hoogconjunctuur, als in een laagconjunctuur waarin het maximale rendement uit het geïnvesteerde kapitaal gehaald moet worden, meestal door kostenverlaging.

Ingrediënten

Laat me een paar van de ingrediënten noemen die nuttig bleken in het onderzoek-samen-met-studenten.

Ik heb veel gehad aan het onderzoek dat de Utrechtse psycholoog Prof. Van Lennep wijdde aan succesvolle onderzoekers en dat drie hoofd-clusters opleverde:

- *'Achievement Need'*: de behoefte om iets te presteren;
- *'Problem Solving Ability'*: het vermogen een (door anderen) gesteld probleem op te lossen;
- *'Creativity'*: het vermogen proble-

men te onderkennen en zinvolle probleemstellingen te formuleren. Het laatste noem ik zelf: *'Het vermogen om in een onoverzichtelijk en verwarrend probleemgebied potentiële problemen uit de klei te trekken en daaruit zinvolle probleemstellingen te boetseren'* (de OESO heeft overigens een beter woord voor probleemgebied: *'Area of Concern'*). Verder heb ik veel gehad aan de ontdekking dat in wetenschap en techniek zowel *"Sellers"* als *"Buyers"* een onmisbare, maar zeer verschillende rol spelen [5]. Kort en dus weer gebrekkig geformuleerd: *"Sellers"* hebben iets aan de man te brengen, een nieuwe theorie, methode, techniek, component, en zoeken daar emplooi voor, het kan niet schelen waar, terwijl *"Buyers"* daarentegen een, meestal zeer concreet, probleem op te lossen hebben en het daartoe benodigde zoeken, het kan niet schelen wat. Beiden trekken - als het goed is - nogal eens een tijdje samen op, maar kwamen tot elkaar om heel verschillende redenen, en gaan ook weer uit elkaar met heel verschillende oogmerken. Als afstudeerders dat gaan herkennen, kunnen ze daar later veel aan hebben.

Dat geldt ook voor de denkbeelden dat:

- je op verschillende niveaus met je werk bezig kunt zijn;
- niet alleen 'het' probleem, maar ook hoe je ermee omgaat, aandacht vergt;
- je bijna alle taken op ten minste

twee intensiteitsniveaus kunt, en dus moet, aanpakken;

- het geformuleerde doel van je werk niet méér is dan een raaklijn aan de gedachten op het moment van formuleren, en dat het uiteindelijk bereiken van dát doel betekent dat je eigenlijk niets nieuws gevonden hebt;
- de motivering, de gronden waarop dat doel geformuleerd werd, dus veel essentiëler zijn en eerder heroverweging vergen;
- nieuwe richtingen en doorbraken nogal eens te vinden zijn door heroverweging van de vele vanzelfsprekendheden die ons dagelijkse denken en werken zo lijken te bevorderen.

'Allemaal goed georganiseerd gezond verstand' zult U denken en gelijk heeft U, maar hoeveel studenten krijgen zulke kapstokken aange-reikt om dat aan op te hangen?

De belangrijkste ingrediënt van het keukenwerk was, denk ik, het prepareren van de studenten die erin kwamen meedoen.

Preparatie

Eerder had ik het al over een van de weinige opzichten waarin een hoogleraar m.i. werkelijk onmisbaar is. Persoonlijk reken ik daar ook de *'intake-gesprekken'* van tweemaal een halve middag toe. Daarin werd de toekomstige afstudeerder, meestal voor de allereerste keer, gestructureerd geconfronteerd met de veel-dimensionale wereld van mogelijke toekomstige werkkringen, typen

werk, soorten werkomstandigheden enz., en tevens met de vraag naar de bijbehorende persoonlijke afkeren en voorkeuren. Het doel was haar/hem gestructureerd aan het denken te zetten over die vraag, en vervolgens over de vraag hoe het keuzeprogramma dan het beste de rugzak voor de reis ná het afstuderen zou kunnen vullen, hetgeen voor menig een verrassende inzichten opleverde, ook in de afweging van 'voorspecialisatie' tegen 'verstandige voeding'.

Gevarieerd menu

Eén van de grote aantrekkelijkheden van de Systeem- en regeltechniek is de toepasbaarheid op een grote verscheidenheid aan gebieden, ook buiten de technologie. Zo is op onze bijdragen aan gebieden als economie, bedrijfseconomie, toekomstverkenningen en wereldmodellen dan ook met waardering gereageerd, en het doet een mens goed als die ook komt van de Nobelprijs-coryfeeën Tinbergen, Koopmans, Simon en Klein. Maar ons werkterrein ligt toch hoofdzakelijk in de procesindustrie en dat trekt stagiairs en afstudeerders aan. Uit alle afdelingen, behalve Bouwkunde; de meesten uit de Natuurkunde, Elektrotechniek en Werktuigbouwkunde; en voor velen was het een "eye-opener" dat er belangrijke technische gebieden zijn waar de vooruitgang helemaal niet zo gedreven wordt door "research-push", maar veeleer door "demand-pull". En dat innovatie vaak helemaal niet primair afhankelijk is van nieuwe

wetenschappelijke resultaten.

Ook in de samenstelling van haar wetenschappelijk corps weerspiegelde de groep haar algemeen-technische oriëntatie; in de eerste 25 jaar lukte het geruime tijd de ideale samenstelling van 2 natuurkundigen, 2 elektrotechnici, 2 werktuigbouwkundigen en 2 proces technologen (bijna) te realiseren. Hetgeen overigens niet meeviel gezien enerzijds de grote, nimmer aflatende zuigkracht vanuit de industrie, en anderzijds het niet bijster aantrekkelijke salaris. De aantrekkelijkheid van het werk en de goede toekomstperspectieven gaven gelukkig vaak - maar jammer genoeg lang niet altijd - de doorslag.

Nieuwe gerechten

Ik heb al bekend dat het opzetten van nieuwe dingen me in het bloed zit en heb in de beginperiode dan ook genoten van het inrichten van de Onderafdeling der Technische Natuurkunde in de Afdeling der Algemene Wetenschappen, als secretaris, met Prof.dr. P. van der Leeden als voorzitter. Dat werd de enige keer dat ik me zó heb uitgeleefd, dat ik onverwachts zélf uitgeleefd was; een nuttige levensles. Laat me slechts een vijftal activiteiten noemen:

WEPAC, de W. European Professors of Automatic Control groep, in de jaren zestig opgericht op initiatief van Prof. C.J.D.M. Verhagen, waar ik later voorzitter van mocht zijn en nog steeds organisator-achter-de-schermen ben; een samenwerkingsverband dat alle circa 200 hoogleraren

op ons vakgebied in W. Europa omvat, zich nu ook oostwaarts uitbreidt en jaarlijks een paar dagen bijeenkomt bij één der deelnemende groepen, teneinde over allerlei actuele *issues* van gedachten te wisselen. De groep ook, die met succes in Brussel argumenteerde dat ESPRIT niet alleen op informatica en stuksgewijze produktie gericht moest blijven, maar zich moest richten op industriële activiteiten in de breedste zin. Mijn beste argument daarbij bleek te zijn, dat de *'Silicon Valley'* van de *procesindustrie* hiér ligt, in W. Europa, gezien de R&D-activiteiten van giganten als Bayer, BASF, Hoechst, ICI, Shell en Unilever.

SMBT, de Stichting Meet- en BesturingsTechnologie die, voorzover het de BesturingsTechnologie betreft, alle universitair actieven alsmede vakgenoten in R&D-instituten en industrieën omvat, die een Jaarboek uitgeeft dat alle resultaten en plannen beschrijft, en één van de peetvaders is van de jaarlijkse „Benelux Meetings on Systems and Control”.

Het Instituut ITP TUE-TNO, dat eveneens onder mijn voorzitterschap opgericht werd. In eerste aanzet een nieuw dwarsverband binnen de TUE, waarvoor we uiteindelijk TNO als draagmoeder gekozen hebben en dat inderdaad de gewenste succesformule is gebleken. Wat er na mijn vertrek uit deszelfs Wetenschappelijke Raad is gebeurd, weet ik niet, maar nu heet het: *"IPL TNO"*, zonder vermelding van de TUE, alsof TNO niet langer het intellectuele vader-

schap van onze universiteit wenst te erkennen. Ik hoop dat zulks spoedig geredresseerd zal worden.

Tenslotte nog twee, vooral ook door andere leden van de vakgroep gedragen, activiteiten:

Het Colloquium Meten en Regelen, het langst lopende colloquium van deze instelling (sinds kort voortgezet door het Regeltechnische Dispuut H.W. Bode), dat door de jaren heen is beloond met een verheugende belangstelling van buiten de TUE - bedrijven, instituten en universiteiten - ook van buiten Nederland.

De ServoBode, het 'aperiodiek' dat voor studenten, staf en 'de buitenwereld' in een oplage van zo'n 400 exemplaren verslag deed van plannen, resultaten en allerlei wetenswaardigheden; een initiatief van de zustervakgroep bij Elektrotechniek, een gezamenlijke onderneming van de nummers 3 tot en met 14, daarna sinds december 1974 voortgezet door de groep, in 33 jaar 33 keer verschenen.

Uit deze bloemlezing moge blijken dat het organiseren van zulke activiteiten, vooral omdat ze zo eminent zinvol zijn, een fijne sport kan zijn.

Terugblikkende op de achterliggende tijd denk ik dat mijn activiteiten, samen met die van de collegae Eijkhoff en Van der Grinten, onze instelling, en - samen met de zusterinstellingen in Delft en Twente - ons land, een goed aanzien in onze vakwereld hebben gegeven. Voorts denk ik namens ons drieën te spreken als ik de

TUE toewens, dat onze opvolgers de fakkel zullen oppakken en tot in lengte van dagen brandend houden.

Over sport gesproken

Ik ben innig dankbaar dat wedstrijd-sport nog steeds een deel van mijn leven is. Sinds de tweede wereldoorlog heb ik aan alle waterpolocompetities van de KNZB kunnen deelnemen, soms om mee te helpen om wederom landskampioen te worden, maar soms ook om in de laagste klasse van de kringcompetitie een dreigende promotie te ontlopen.

Bij mijn afscheid van het KSLA (het Koninklijke/Shell Laboratorium Amsterdam), waarbij de verwachte simpele borrel bleek te ontaarden in een ad-hoc promotie tot *'Doctor Humoris Causa'*, kreeg ik a prima vista een aantal stellingen te verdedigen, waaronder behalve juweeltjes als: *'De beste manier om kritiek op een onhoudbare stelling te beantwoorden is om een nog minder houdbare stelling te poneren'* en: *'Bij gebruik van een schoolbord is het gangbare gamma van kleurkrijtjes onvoldoende om een levendige presentatie mogelijk te maken. Het verdient daarom aanbeveling infrarood en ultraviolet krijt in de handel te brengen'*, er ook één was die behelsde, dat bij het waterpolo behalve de grootste gemene speelfout, ook de kleinste gemene speler van betekenis is! Bij deze happening in de 'proffenweekschool van KSLAbrië' traden op: Ir. Jelle A. Landstra als 'Gector Magnificus', als-

mede Ir. Floris J.Kijlstra en de helaas veel te vroeg overleden amateurbokser Ir. Nico C. Maris als 'pro-' resp. 'contramotor'. Het enige wat ontbrak was een stelling over profspelers bij waterpolo.

Maar serieus: de wedstrijd-sport heeft mij veel geleerd dat van waarde in mijn werk was, zoals incasseren en doorzetten rond de pijngrens, en de werking van team spirit. Van deze gelegenheid maak ik graag gebruik om aan diegenen die nog geen dertig zijn als raad mee te geven: Bent U actief sporter, houd dat vol tot U 35 bent, daarna is volhouden niet moeilijk meer; maar: wás U actief sporter en bent U vast van plan 'binnenkort' weer actief te worden, vergeet het maar, dát lukt U tóch niet!

5. Een zoet dessert?

Gaarne spreek ik dank uit aan ons CvB; ik heb er niet vaak last van gehad, en dat is een goed teken. Voorts aan allen die de afdeling c.q. faculteit in de loop der jaren bestuurd en/of beheerd hebben en daarbij onze kleine vakgroep goed afgeschermd hebben. Persoonlijk wil ik bij deze gelegenheid de grootst mogelijke lof toezwaaien aan de voormalige en huidige personeelsleden van de vakgroep die van het werken een voortdurend feest gemaakt hebben. Bijzondere dank verdienen de secretaresses met wie ik in de meeste gevallen een flink aantal jaren en - ondanks de grote werkdruk en mijn niet aflatende veeleisendheid - in harmonie heb mogen samenwerken.

leder noemen van namen is een heikele onderneming, maar ik wil toch de collegae noemen die me het meeste dwarsgezeten hebben, zoals het goede sparring partners betaamt, iets waardoor we elkaar in snel tempo oppepten. In volgorde van de duur van de constructieve tegenwerking: John Rijnsdorp, Paul van der Grinten en Chris van Koppen. Hen ben ik veel dank verschuldigd.

Meer dan twintig jaar heb ik met (ex)vak-collegae in de TUE een groep gevormd, die zich inzette om het vakgebied een voor ons land uniek instellings-breed gebeuren te laten zijn. Mijn kamer werd vrijdags tussen de middag een symbool van die voortreffelijke samenwerking. Ik hoop dat hij dat spoedig en wederom voor tal van jaren moge worden.

Graag had ik op dit moment mijn nieuwe opvolger toegesproken, maar dat heeft niet zo mogen zijn.

Het hoogleraarsambt heeft veel luister verloren. De benoeming geschiedt niet meer door de Koningin. Het voeren van de titel Prof. wordt weliswaar, evenals o.a. Ir., Dr. en Mr., door de wet verboden, maar het is de enige waar geen straf op staat!

Op Uw uitnodiging begint mijn professorstitel niet meer met een hoofdletter. De officiële studiegids vermeldt de hooglaren niet meer bijna helemaal voorin, maar bijna helemaal achterin, een paar bladzijden achter Studententandarts en Kinderdagverblijf De Tuimelaar.

Maar voor allerlei vacatures blijft nieuw talent zich aandienen (het bezettingsrooster van deze zaal voor dit najaar getuigt daarvan), dus we moeten er maar het beste van hopen.

Aan het slot van mijn rede gekomen, resten mij nog twee zaken uit te leggen.

In de eerste plaats waarom ik beslist pas op deze datum mijn afscheidscollege wou geven. Om het spannend te houden vertrouw ik dat niet van tevoren aan het papier toe.

In de tweede plaats de titel van deze rede, in het bijzonder de ellips aan het einde. De uitleg is simpel. In de loop van deze toespraak heeft U kunnen ervaren hoe de ernst mij in bezit neemt als ik in ambt en vak aan het werk ga, en hoe ernstig ik de narigheid ervaar die toegedaan wordt door alles en allen die die bezigheid bedreigen of belemmeren, en tenslotte dat mijn enige verweer daartegen berust op scherts en humor, zoals zo vaak in deze wereld uit onbehagen geboren. Maar gelukkig heeft humor ook andere bronnen. Daarom:

Aan alle ernst komt een einde,

Alleen humor is onuitputtelijk.

Ik heb gezegd.

Literatuurverwijzingen

1. Williams, T.J.,
A Mathematical Investigation of the Problem of Transients and Control in Continuous Distillation
Ph.D. Thesis, Penn. State Univ.,
1955; 589 pp., 89 refs.
2. Rademaker, O.,
Project Group Global Dynamics
Final Progress Report, N° 8
Vakgroepsuitgave V8, 1978-09-16.
3. Dubin, R., and Taveggia, T.C.,
The Teaching-Learning Paradox,
*A Comparative Analysis of Col-
lege Teaching Methods*
Centre for the Advanced Study of
Educational Administration,
Oregon University, 1968, Libr. of
Congress Cat. Number 68-66809.
4. Powell, J.P.,
Experimentation and Teaching in
Higher Education
Educational Research 6, (1964)
p.179.
5. Rademaker, O.,
Teaching Modelling Principles in
Automatic Control
Session 3, IFAC Workshop on
Higher Education in Automatic
Control, Dresden, 15-3-1971.





Prof.ir. O. Rademaker (Leiden, 1929) ontving in 1949 de BPM-prijs en drie jaar later zijn n.i.-diploma, waarna hij in dienst trad van het Koninklijke/Shell Laboratorium Amsterdam, alwaar hij o.m. meewerkte aan de eerste aanzetten tot het wiskundig modelleren van processen t.b.v. regeldoeleinden. In 1959 werd hij gewoon hoogleraar in het 'Meten en Regelen' in de Afdeling der Algemene Wetenschappen, waar hij een actieve rol speelde bij de inrichting van de Onderafdeling – thans Faculteit – Technische Natuurkunde. Tevens voorzag hij de instelling van haar eerste rekencentrum – met analoge rekenmachines – en spande hij zich vele jaren in voor de totstandkoming resp. het functioneren van het digitale rekencentrum.

Diverse cursorische colleges en practica 'Meten' en 'Regelen' werden ingericht voor de niet-elektrotechnische studierichtingen, en keuzecolleges voor alle studierichtingen, van waaruit ook de talrijke stagiairs en afstudeerders kwamen. Bovendien werden postdoctorale cursussen opgezet en gegeven onder auspiciën van resp. KNChV, Stichting P.D.O. Regeltechniek en Instituut ITP TUE-TNO.

Het onderzoek, dat behalve de beheersing van fysisch/chemische processen en de daarbij benodigde theorieën, methoden en modellen, ook sociale en wereldmodellen zoals die van de 'Club van Rome' omvatte, werd beschreven in een aantal publicaties, waaronder bijdragen aan verscheidene boeken, en in vele voordrachten, meestal op invitatie.

Onder zijn voorzitterschap werden o.a. de stichtingen voor Onderwijs op Neutrale Scholen Veldhoven en voor Meet- en BesturingsTechnologie (waarvan hij thans erevoorzitter is), alsmede het Instituut ITP TUE-TNO opgericht. Hij was als eerste vicevoorzitter van IASA-Nederland, voorts lid van de eerste Hogeschoolraad en van vele andere raden en commissies, voorzitter en naamgever van WEPAC (W. European Professors of Automatic Control) en droeg o.a. actief bij aan de herformulering en verdere ontwikkeling van het ESPRIT-beleid van de EG.

Al sinds 1962 heeft hij een eigen adviespraktijk – O R Consultancy – die voortgezet wordt. Hij heeft het roeien, schoonspringen en wedstrijdzwemmen opgegeven, maar speelt nog steeds mee in de KNZB waterpolocompetitie, de laatste dertig jaar voor de Eindhovense Zwern- en Polovereniging Aegir, waarvan hij lid van verdienste is.

Vormgeving en druk:
Reproductie en Fotografie van de CTD
Technische Universiteit Eindhoven

Informatie:
Academische en Protocolaire Zaken
Telefoon (040-47)2250/4676