

Proces en processor

Citation for published version (APA):

Kylstra, F. J. (1974). *Proces en processor*. Technische Hogeschool Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1974

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.

PROCES EN PROCESSOR

Rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van
gewoon hoogleraar in de meet- en regeltechniek
aan de Technische Hogeschool Eindhoven op
1 november 1974
door Ir. F.J.KYLSTRA

*Mijne heren leden van het college van bestuur,
Mijnheer de rector magnificus,
Dames en heren hoogleraren, lectoren en leden van de wetenschappelijke staf,
Dames en heren leden van de technische en administratieve staf,
Dames en heren studenten,
en voorts U allen, zeer gewaardeerde toehoorders,*

'... Onderwijs te geven in de meet- en regeltechniek'. Dat is de opdracht waarmee ik ruim twee jaar geleden mijn functie aan deze hogeschool heb aanvaard. En dat U nu pas bent uitgenodigd om aan dit feit naar academische traditie enige luister bij te zetten, heeft een reden die met een beeld van Vincent van Gogh aldus onder woorden is te brengen: een vogel zingt niet als hij in de rui is [van Gogh, 1880]. Daarbij moet U niet alleen denken aan een persoonlijke aandoening – al mag U mijn ambtsgewaad gerust zo noemen – nee, ik geloof dat je mag zeggen dat het hele onderwijssysteem in de rui is, en dat is dan nog zacht uitgedrukt volgens degenen die het wetenschappelijk onderwijs de toekomst in zien gaan als een geplukte kip. Onderwijs te geven in de meet- en regeltechniek, aan een instelling die in het kader van de nieuwe Wet Universitaire Bestuursvorming (W.U.B., 1970) nog maar net begonnen is te leren zijn zaken op democratische wijze te regelen, een instelling die daarenboven belast wordt met de taak om zijn onderwijs op korte termijn te herstructureren overeenkomstig de richtlijnen van wijlen prof. Posthumus en een instelling tenslotte die zijn onderzoek onder steeds strakkere budgetaire controle geplaatst ziet – onderwijs te geven aan een technische hogeschool in welk vak dan ook: het is een opdracht die niet alleen, zelfs niet in de eerste plaats, technische problemen met zich meebrengt. Over enkele van die problemen wil ik U vanmiddag spreken, maar U zult me zeker het genoeg doen gunnen om eerst toch iets te zeggen over meet- en regeltechniek en de plaats daarin van het onderwerp van mijn speciale belangstelling: de procescomputer.

Regeltechniek is die tak van de technische wetenschap die zich bezighoudt met het dynamisch gedrag van technische processen en de middelen om dat gedrag te beheersen. Wat is een proces? We gebruiken het woord proces voor allerlei natuurlijke en kunstmatige

verschijnselen waarin een verloop of ontwikkelingsgang te bespeuren valt, zoals: een verbrandingsproces, een groeiproces, een fabriekproces, een leerproces, een strafproces en gaat U maar door. Gemeenschappelijk in al deze verschijnselen is niet alleen het verloop in de tijd – het is niet een processie – maar ook een zekere doelgerichtheid, een bedoelde of gewenste afloop: de Latijnse oorsprong van het woord proces droeg zelfs de notie van 'goede uitslag' en 'geluk' met zich mee. Doelgerichtheid is het kenmerk van alle kunstmatige processen en techniek is in essentie het ontwerpen en (doen) uitvoeren van doelgerichte processen. Daarbij mag U aantekenen dat aan ieder technisch proces een door de mens in regie genomen natuurlijk proces ten grondslag ligt. Doelgerichtheid veronderstelt een criterium of norm waaraan men het procesverloop kan toetsen en een technisch proces verdient die naam pas als men ook voorzien heeft in middelen om eventuele afwijkingen van het gewenste procesverloop vast te stellen en te corrigeren en zo het doel dichter te benaderen. Het is de technische en grotendeels automatische uitvoering van deze hulpfunctie: het detecteren en corrigeren van afwijkingen van een norm, waarop de regeltechniek zich richt.

Er zijn twee manieren waarop zulke afwijkingen kunnen ontstaan, namelijk door een verandering of storing in het procesverloop, of door een verandering in de norm zelf. Parallel daaraan zijn er ook twee manieren om regelend in te grijpen, één beperkt in zijn toepassingsmogelijkheden, de ander universeel.

De eerste methode bestaat daarin, dat men de storingsoorzaak meet en door een corrigerende ingreep in het proces het effect van de storing probeert te compenseren, zonder te wachten op een afwijking in de geregelde grootte, in principe zelfs zonder naar een mogelijke afwijking te kijken. De beperking van deze methode wordt duidelijk aan het volgende voorbeeld van een kamer met een gaskachel. Wetende dat de kachel harder moet branden naarmate het buiten kouder is, kan men een regelsysteem ontwerpen waarin de buitentemperatuur gemeten wordt en waarin men een automatisch verband construeert tussen de gastoevoer en het temperatuursignaal. Onder nauw omschreven omstandigheden kan dat systeem wel werken, d.w.z. de kamertemperatuur constant houden, maar het houdt geen rekening met vele andere factoren zoals wind en zon, het open of dicht zijn van gordijnen, het aantal mensen in de kamer, of het aansteken van de kerstboom.

De tweede en universele methode is die, waarin men de geregelde

grootheid – in ons voorbeeld de kamertemperatuur – meet, de afwijking bepaalt t.o.v. een ingestelde waarde – de norm – en een automatisch verband construeert tussen deze afwijking en de gastoevoer. Zo werkt de ons vertrouwde kamerthermostaat. Deze methode is daarom universeel, omdat de oorzaak van de afwijkingen hierbij irrelevant is. Hij werkt zowel voor alle soorten storingen als voor veranderingen van de norm. Er is eigenlijk maar één beperking en die is principieel: de afwijking moet er zijn voordat men hem kan wegwerken.

Voortbouwend op dit fundamentele denkschema heeft de regeltechniek een waar arsenaal van theoretische en praktische hulpmiddelen ontwikkeld om een grote verscheidenheid van regelproblemen te lijf te gaan. Twee actuele thema's wil ik U daaruit nog noemen: die van de adaptieve en de optimaliserende regeling.

Om goed te kunnen functioneren moet een regelaar op de een of andere manier aangepast zijn aan de dynamische eigenschappen en het gedrag van het geregelde proces. Als de proceseigenschappen in de tijd konstant zijn, betekent dat voor de regeltechnicus een eenmalig ontwerp- en afstelprobleem. Maar als de proceseigenschappen veranderlijk zijn, door veroudering, slijtage, vervuiling, of andere factoren, dan kan hij zich tot taak stellen om de vereiste aanpassing van de regelaar ook nog te automatiseren. Het regelsysteem wordt daardoor een orde ingewikkelder en is, behalve voor de allereenvoudigste processen, zonder rekenmachine nauwelijks te realiseren. Bij optimaliserende regelsystemen stelt men zich het probleem hoe men de ingestelde waarden, de norm voor de procesvariabelen, moet manipuleren om een optimaal resultaat te bereiken, bijvoorbeeld: hoe kun je een chemische reactor zo snel mogelijk overschakelen van een produktietoestand naar een andere produktietoestand, opdat er zo weinig mogelijk onverkoopbaar overgangsprodukt ontstaat? Ook voor dergelijke problemen, die in velerlei vorm opduiken, geldt dat men al heel gauw op formidabele rekenprocedures terecht komt die zonder inschakeling van een computer niet zijn uit te voeren, als ze al praktisch uitvoerbaar zijn.

Een van de grote charmes van de regeltechniek is inmiddels, dat zijn theoretische modellen en methoden ook ver buiten het domein van de techniek toepasbaar blijken, bijvoorbeeld op biologische, economische en sociale systemen. Zo is de opvallende doelgerichtheid en stabiliteit

van vele levensverschijnselen, die de mensheid door de eeuwen heen gefintrigeerd heeft, voor verklaring toegankelijk geworden door de ontdekking van het terugkoppel-principe, de gesloten keten van oorzaak en gevolg waardoor een afwijking zichzelf a.h.w. wegregelt. De regeling van onze lichaamstemperatuur is een goed voorbeeld, maar ook de wijze waarop wij ons evenwicht bewaren, of een fiets besturen.

In die drie voorbeelden zijn onze reacties hetzij aangeboren, dan wel aangeleerd, maar in ieder geval even doelmatig als onbewust. Dat geldt echter niet meer als we ons gezond verstand moeten inschakelen. Gewend als wij zijn en getraind als wij worden om te denken in open ketens van oorzaak en gevolg, slaan wij al gauw de plank mis als wij verstandelijk verwickeld raken in processen met een terugkoppel-effect. 'Counter-intuitive behaviour of social systems' luidt dan ook de treffende titel die Forrester meegaf aan een van zijn publicaties over de dynamica van sociale systemen [Forrester, 1971]. Het lijkt mij dat het belang van inzicht in het gedrag van teruggekoppelde systemen in de techniek, de natuur en de samenleving zo groot geworden is, dat het aanbeveling zou verdienen om dit onderwerp al in het voorbereidend wetenschappelijk onderwijs te introduceren. Eenvoudige didactische modellen zijn er voldoende te vinden: in de numerieke wiskunde, in de techniek en in mens-machinesystemen.

Dames en Heren,

In het voorgaande heb ik U gesproken over één deel van het mij toevertrouwde vakgebied, de regeltechniek. Nu zou ik graag iets willen zeggen over het andere deel, de meettechniek. De vraag die ons daarbij speciaal zal bezighouden is: waarom worden meet- en regeltechniek zo vaak in één adem genoemd?

Eén ding zal U zonder meer duidelijk zijn: regeling is niet denkbaar zonder de een of andere vorm van meting. Een korrekt werkend meetorgaan of meetinstrument is een essentiële schakel in iedere regelkring, automatisch of niet. Sterker nog: als het meetprobleem is opgelost is het regelprobleem vaak triviaal, althans op het gebied van de industriële processen.

Waarom wordt er allerwegen eigenlijk zo massaal gemeten? Ruwweg gesproken kan men twee motieven aanwijzen: meten om te weten, en meten om te regelen. Bij meten om te weten zitten we in de research-

sfeer, waar men streeft naar inzicht en begrip, naar identifikatie en wetmatige beschrijving van verschijnselen. Maar het overgrote deel van alle metingen wordt gedaan met operationele oogmerken, om de verschijnselen te beheersen en met bepaalde bedoelingen in te grijpen, te sturen en te regelen. Dat geldt naar mijn smaak niet alleen voor industriële metingen, maar bijvoorbeeld ook voor medische metingen, voor zover die gericht zijn op therapie, of op preventie.

Automatisch regelen impliceert automatisch meten, en in het eerste decennium van geboorte en groei van de industriële regeltechniek (1950-1960) leidde dit tot een zeer sterke band tussen meettechniek en regeltechniek door het gemeenschappelijke instrumentatieprobleem. Alle componenten van de regelkring moesten immers gelijktijdig en in samenhang ontwikkeld worden. Dit instrumentatieprobleem beleefde nog een volgende fase toen, na een autonome ontwikkeling, de computer omstreeks 1960 zijn intrede deed als component van de regelkring. Niet alleen moest een deel van de instrumentatie hieraan worden aangepast, het computergebruik leidde ook tot hogere eisen t.a.v. de nauwkeurigheid en de betrouwbaarheid van de meetinstrumenten.

De band tussen meettechniek en regeltechniek werd tenslotte nog op een andere wijze bestendigd, doordat de regeltheorie een bijdrage kon en kan leveren bij de ontwikkeling van meetinstrumenten. Ieder meetinstrument is zelf een dynamisch systeem waaraan men de eis kan stellen dat het uitgangssignaal variaties van het ingangssignaal – de gemeten grootheid – zo getrouw mogelijk weergeeft. Responsiviteit en storingsonderdrukking kunnen dan met de hulpmiddelen van de regeltechniek worden beschreven en geoptimaliseerd; de gemeten grootheid zelf fungeert in dit verband als norm.

Kan men nu op grond van deze historische en duurzame relaties tussen meten en regelen spreken van een eeuwig en onverbrekelijk huwelijk, waarbij de partners geheel in elkaar opgaan? Mij dunkt toch van niet, want het gebied van het technisch en natuurwetenschappelijk meten omvat veel meer dan ik hierboven kon aanduiden. In het licht van het universele belang van het onderwerp is het eigenlijk verbazend dat meettechniek, of meer specifiek: instrumentatietechniek, bijna nergens als zelfstandig onderwerp van systematische studie wordt beoefend. Finkelstein is een van de weinigen die hier vernieuwend en baanbrekend werk verrichten [Finkelstein, 1974]. De peilers van zijn benadering zijn een systeemtheorie en een ontwerpmethodologie voor

instrumenten, maar de bruikbaarheid van zijn ideeën voor algemene toepassing staat nog ter discussie. Hij opent echter wel het zicht op een duidelijker relatie tussen meettechniek en regeltechniek, namelijk als twee betrekkelijk zelfstandige domeinen binnen een groter gebied, dat van de systeemtechniek. Beide moeten worden onderwezen, maar naargelang van omstandigheden en persoonlijke voorkeuren kan men besluiten om het onderzoek te richten op het gemeenschappelijk grensgebied of juist op uiteenliggende terreinen.

Dames en Heren,

Tot zover had mijn betoog het karakter van een persoonlijke stellingname tegenover een historisch gegroeide situatie. Een zeer belangrijke ontwikkeling van de laatste 15 jaar heb ik daarbij echter slechts terloops aangeroerd, namelijk de toepassing van digitale computers in de meet- en regeltechniek.

De digitale computer heeft een lange en boeiende voorgeschiedenis, die voortgestuwd is door de al eeuwenoude en steeds groeiende behoefte om tijdrovend en geestdodend rekenwerk te automatiseren. De eerste generaties van moderne computers zijn dan ook uitsluitend bedoeld en gebruikt als rekenmachines. Deze preoccupatie met het rekenen heeft echter lange tijd het zicht op andersoortige toepassingen belemmerd en ontwikkelingen in die richting vertraagd.

Zuiver technisch gezien kan een computer worden omschreven als een systeem van programmeerbare schakelaars. Er zijn analogieën aan te wijzen met geprogrammeerde apparatuur zoals een wasmachine (niet het wasmiddel!), een ouderwetse muzikadoos en een draaiorgel. Dat je met een dergelijk apparaat ook telefoonlijnen kunt schakelen, verkeerslichten kunt besturen, wissels kunt omzetten, afsluiters kunt bedienen, en de toetsen van een schrijfmachine kunt aanslaan ligt voor de argeloze buitenstaander meer voor de hand dan dat je met schakelaars zou kunnen rekenen. En toch zijn al die andere toepassingen van de computer pas later tot ontwikkeling gekomen.

In 1958 werd de eerste commerciële procescomputer op de markt gebracht. Hij kenmerkte zich door een efficiënt mechanisme voor de in- en uitvoer van meet- en stuursignalen, door elementair gehouden rekenfaciliteiten, beperkte geheugencapaciteit en door een relatief lage prijs. Door de regeltechnici werd hij begroet als de component bij

uitstek voor het betere regelwerk, het adaptief en optimaliserend regelen. Men sprak dan ook uitsluitend van proces *control* computer. In de daaropvolgende jaren werden door vele procesindustrieën grote projecten aangevat voor het integraal en optimaal regelen van complexe processen zoals bij de staalfabriekage, de papierfabriekage, de ammoniaksynthese en het katalytisch kraken van aardoliecomponenten. Een aantal van deze projecten leidde ook tot een technisch succes, maar ten koste van veel meer inspanning dan was voorzien en door de hoge ontwikkelingskosten is het economisch rendement van deze projecten op zijn best twijfelachtig gebleven.

De moeilijkheden waren velerlei, maar voor een belangrijk deel terug te voeren op onvolledige kennis van de processen. Daarnaast speelde een rol dat de criteria voor economische optimalisatie zelf niet betrouwbaar geformuleerd konden worden, omdat ook in de bedrijfs-economie gewerkt wordt met sterk vereenvoudigde modellen en gedeeltelijk verouderde bedrijfsgegevens.

De ontwikkeling heeft sindsdien dan ook een andere wending gekregen. Men ging zich realiseren dat de stroom van accurate en up-to-date procesgegevens die een procescomputer automatisch kan vergaren en verwerken niet alleen van nut is voor de automatische procesregeling maar nog veel meer voor de niet-geautomatiseerde regelringen op de verschillende niveaus van procesbeheersing, productiebeheersing en bedrijfsleiding. Daarin spelen menselijk interpreteren, beoordelen en beslissen een rol en de computer kan daarbij grote steun bieden door de procesgegevens automatisch te verzamelen, te verifiëren, te ordenen, te comprimeren en tenslotte overzichtelijk te presenteren.

Van procesregelsystemen zijn we zo terechtgekomen op het ruimere veld van de procesinformatiesystemen. Allereerst ziet men procescomputersystemen verschijnen die primair gemotiveerd zijn door het belang van meer en betere procesgegevens. Naarmate men de techniek van de automatische datagaring beter onder de knie krijgt, zal men weer meer automatische regeltaken aan deze systemen toevertrouwen. Op dit moment beperkt men zich daarbij overwegend en op goede gronden tot het equivalent van de conventionele PID-regeling of eenvoudige varianten daarvan [Unbehauen, 1974].

Voor de regeltechnicus en de opleiding daartoe betekent dit ook een verschuiving van zwaartepunten. In toenemende mate wordt van hem gevraagd zijn technisch vermogen te richten op de informatieprocessen die de productieprocessen begeleiden, deze te analyseren en

er betere, gedeeltelijk geautomatiseerde systemen voor te ontwerpen. Van meet af aan moeten deze systemen worden geconcipeerd als mens-machinesystemen, d.w.z. systemen waarin mens en machine op elkaar afgestemde en elkaar aanvullende taken vervullen. Twee nieuwe problemen doen zich daarbij voor: dat van de optimale toewijzing van verwerkings- en beslissingstaken aan mensen en aan machines, en dat van de optimale uitwisseling van informatie tussen mensen en machines.

Aan het eerste onderwerp is in de industriële sfeer nog geen systematische studie gewijd, maar wel bijvoorbeeld in het kader van de ruimtevaart. Het vluchtleidingscentrum van NASA in Houston, waar U via de televisie allemaal wel eens een kijkje hebt kunnen nemen, imponeert niet alleen door de kolossale hoeveelheid computer-apparatuur, maar ook door het uitgekende samenspel van mensen en computers. Dichter bij huis zou men naar mijn mening een bescheiden begin kunnen maken door een methodische analyse van de taakverschuivingen van functionarissen die de hulp van computers hebben gekregen.

Ik denk bijvoorbeeld aan de procesoperator en aan de procestechnoloog. De eerste is door de computer ontheven van veel routinematig bewakings- en registratiewerk. Hij heeft daardoor tijd en aandacht vrij gekregen om op basis van de voorbereekte en veel inhoudsrijkere gegevens die de computer hem biedt een dieper inzicht in het proces op te bouwen en daardoor een effectievere bijdrage te leveren tot de optimale bedrijfsvoering.

De procestechnoloog daarentegen was van oudsher een staffunctionaris. Van tijd tot tijd mocht hij een proefrun laten uitvoeren waarbij alle operators op hun tenen moesten staan om de procescondities precies op het lijntje te houden. Na weken cijferen kon de technoloog dan zijn adviezen formuleren, in de hoop dat de procescondities inmiddels niet te zeer zouden zijn veranderd. Nu is het zo geworden dat de computer in vele gevallen ogenblikkelijk de gegevens kan leveren die de procestechnoloog voor zijn adviezen nodig heeft. Als gevolg daarvan is hij nauw betrokken geraakt bij de dagelijkse operatie en dreigen er soms competentiegeschillen met de verantwoordelijke lijnfunctionaris. Het opmerken, zo mogelijk voorzien, en begeleiden van dit soort veranderingen vergt een nieuwe oriëntatie van de ontwerper van procescomputersystemen.

Het tweede probleemgebied dat ik U noemde met betrekking tot mens-machinesystemen was dat van de uitwisseling van informatie tussen mensen en machines, m.a.w. de ergonomie van de informatie-overdracht en -verwerking. De procescomputer is bezig een revolutie teweeg te brengen in de conventionele regelkamer doordat het proces-operator-interface, het controle- en bedieningspaneel, dank zij die computer volgens geheel andere principes kan worden ontworpen. Simpel gesteld laat het probleem zich zo formuleren: gegeven een situatie waarin alle gegevens van een bepaald proces in een computer-geheugen liggen opgeslagen, welke gegevens heeft de procesoperator dan nodig en in welke vorm moeten deze hem worden gepresenteerd, opdat hij zijn taak zo goed mogelijk kan uitvoeren? In zijn algemeenheid is dit een uitermate complex vraagstuk, dat alleen in interdisciplinaire samenwerking kan worden aangepakt. In ons land was het een projectgroep bij de Shell die als eerste psychologen te hulp riep bij het ontwerpen van het bedieningspaneel voor een procescomputersysteem [Barth, 1967]. Inmiddels hebben ook anderen dit onderwerp aangepakt. In Eindhoven zowel als in Twente heeft zich een interdisciplinaire werkgroep gevormd voor onderzoek op dit gebied in samenwerking met de industrie.

Er zijn echter ook problemen op meer specifiek technisch terrein. Wanneer verschillende fasen van een productieproces ruimtelijk gescheiden zijn, en wanneer men dan daarbij nog te maken heeft met ladingwijze of ordergewijze produktie, dan is het gewoonlijk nodig om grote hoeveelheden informatie uit te wisselen tussen de productie-fasen onderling en met de produktieleiding. Voorbeelden vindt men in de staalindustrie en de chemische industrie en er zijn in die sectoren verschillende projecten onderweg waarbij men afzonderlijke procescomputersystemen onderling en met de centrale bedrijfscomputer koppelt. Hoewel het koppelen van twee computers, zuiver technisch gezien, geen probleem meer is, levert de organisatie van het verkeer en de dataopslag in zo'n netwerk nog wel problemen op en heel veel werk.

Maar zelfs daar behoeven we het niet te zoeken om aan de slag te komen. Wij kennen en beheersen de mogelijkheden van computers nog zo slecht, dat wij maar bij benadering kunnen aangeven wat een computer in een konkrete toepassing allemaal aankan. Ik durf in dit verband de stelling te poneren dat alle goed werkende computersystemen overgedimensioneerd zijn. Uit economisch oogpunt behoeft

dat geen bezwaar te zijn. Automotoren zijn ook overgedimensioneerd, maar we weten tenminste wat ze kunnen. Bij computers niet, en dat is uit technisch en wetenschappelijk oogpunt een onbevredigende situatie. Erger is echter dat computersystemen lang niet altijd goed werken, en dat we er nog ver van af zijn dat we een systeem zouden kunnen ontwerpen waarvan we kunnen bewijzen dat het onder alle omstandigheden goed zal functioneren. Op dit gebied zijn nog veel vraagstukken van technisch en wetenschappelijk belang op te lossen, waaronder enkele zeer fundamentele.

Het gebied dat we hiermee betreden hebben is dat van de informatica, het vakgebied dat zich speciaal richt op de automatische verwerking van informatie met behulp van computers. Terwijl wij tot nu toe gekeken hebben naar processen en procescomputers kijkt de informatica naar de processen *in* de computer en ontwikkelt daarover inzichten en theorieën die voor de onderzoeker en ontwerper van informatiesystemen even fundamenteel zijn als de regeltheorie voor de ontwerper van regelsystemen. Hoe de beide disciplines, die elkaar bij de procescomputer, alias informatieprocessor, ontmoeten, elkaar zullen verdragen en beïnvloeden is nog niet te voorspellen, maar een boeiend samenspel is zeker te verwachten.

Zeer gewaardeerde toehoorders,

In het voorgaande heb ik gepoogd U te laten zien hoe de procescomputer is geënt op de oude stam van de meet- en regeltechniek, en hoe zich hieruit een uiterst levenskrachtige loot ontwikkeld heeft. De richting waarin deze loot uitgroeide heeft sommigen teleurgesteld, diegenen namelijk die met behulp van de computer hun adapterende en optimaliserende regelschema's in praktijk dachten te kunnen brengen. Op dat gebied bleek de praktijk nog weerbarstiger dan de theorie [v.d. Grinten, 1970].

Anderen hebben in deze richting echter nieuwe werkterreinen gevonden die hen in aanraking brachten met informatici, ergonomen en bedrijfsorganisatoren. Ik beschouw dit als een emancipatie van de regeltechnicus uit een gebied dat weliswaar technisch-wetenschappelijk hoog ontwikkeld is, maar toch enigszins perifeer in het totaal van de industriële bedrijfsvoering, naar gebieden die centraler zijn gelegen en een ruimere horizon bieden, namelijk de proces- en bedrijfsinformatiesystemen of misschien nog ruimer: de systeemtechniek.

Hoe moet nu het wetenschappelijk onderwijs op deze ontwikkelingen inspelen? Tot nu toe zijn het veelal elektrotechnische ingenieurs geweest aan wie de taak toeviel om procesinformatiesystemen op basis van computers te ontwerpen en te realiseren, inclusief de bedieningspanelen en het merendeel van de programmatuur. Zijn realiteitszin, op basis van technische kennis, in combinatie met een goede training in abstract systeemenkenen, maakt de e.i. daarvoor bij uitstek geschikt en daar komt bij: hij is meestal dicht bij de hand, ook in kleinere bedrijven.

Het is echter de vraag of dit in de naaste toekomst nog voldoende zal zijn. Nu al wordt van de elektrotechnisch geschoolde systeembouwer een grotere software-deskundigheid gevraagd dan in het kader van de huidige opleiding passend wordt geacht. Het is geen uitzondering als hem in de loop van zijn projekt ook de supervisie wordt gegeven over de reorganisatie van bestaande databestanden. Daarnaast moet hij zich de vraag stellen welke uitwerking zijn voorgestelde systeem zal hebben op bestaande procedures en organisatieschema's. Het is al voorgekomen dat een jong elektrotechnisch ingenieur op grond van een systeemanalytische voorstudie tot de conclusie kwam, dat het hem opgedragen procesinformatiesysteem praktisch geen kans van slagen had zonder een gevoelige ingreep in de bedrijfsorganisatie. Ga dat dan maar eens aan je directeur vertellen!

Dames en Heren,

Voor mijn ogen tekent zich geleidelijk een nieuw vakgebied af dat bouwt op de elektrotechniek, maar dat zich daarvan onderscheidt door een fundamenteel andere 'focus', een andere optiek, gericht op informatie, informatieprocessen en informatiesystemen. Dat daarvoor nieuwe onderwijsstructuren zullen ontstaan, respektievelijk ontworpen moeten worden, staat voor mij buiten twijfel. Deze nieuwe richting van technisch-wetenschappelijk onderwijs, die ik voor het ogenblik even met 'technische informatica' wil aanduiden, zal o.a. moeten steunen op een solide onderbouw van elektrotechniek, zoals op dit moment de elektrotechniek bouwt op een basis van natuurkunde. Daarnaast zullen van de bestaande studierichtingen de wis- kunde en de bedrijfskunde even belangrijke bijdragen kunnen leveren. De elementen voor een dergelijke studierichting zijn aan deze T.H. al grotendeels voorhanden, maar ze zijn verspreid over de verschillende

afdelingen. Het lijkt mij nodig om deze elementen in een nieuw kader samen te brengen, omdat alleen daardoor de kritische massa bereikt kan worden die nodig is om produktief te worden. Aan een ontwikkeling in die richting zal ik gaarne medewerken.

Op dit punt van mijn voordracht gekomen, wil ik Hare Majesteit Koningin Juliana mijn eerbiedige dank betuigen voor Haar besluit mij te benoemen tot hoogleraar aan deze Technische Hogeschool.

Mijne heren leden van het college van bestuur,

Voor het vertrouwen dat U, of eigenlijk Uw voorgangers - het college van curatoren - en hun adviseurs in mij hebben gesteld, door mij voor te dragen voor een leerstoel in de meet- en regeltechniek, ben ik U zeer erkentelijk. U stelt mij daardoor in de gelegenheid om actief deel te nemen aan een sector van het maatschappelijk leven die mij buitengewoon ter harte gaat en waarin bovendien de ervaringen uit het eerste deel van mijn beroepsleven hopelijk een extra waarde krijgen. De wijsheid en de voortvarendheid waarmee U vorm en inhoud geeft aan de nieuwe structuren voor het wetenschappelijk onderwijs inspireren mij om mijn nieuwe ambt in gelijke zin te aanvaarden. Mocht zich de situatie ontwikkelen dat ik voor het bekleden van mijn leerstoel nieuwe of ongebruikelijke materialen nodig heb, dan reken ik erop daarvoor bij U een willig oor te vinden.

Mijnheer de rector magnificus,

Mijne heren hoogleraren en lectoren aan deze Technische Hogeschool,

De Wet Universitaire Bestuurshervorming heeft de vroegere formele kaders voor collegiaal contact opgeheven zonder daarvoor iets gelijkwaardigs in de plaats te stellen. Dat desondanks zakelijke en persoonlijke relaties met U zo snel en in zo groten getale tot stand kwamen getuigt van de grote openheid waarmee U mij tegemoet bent getreden. Dat heeft mij zeer gestimuleerd en ik hoop op dezelfde basis nog heel veel informatie met U uit te wisselen.

Mijne dames en heren leden van de Afdeling der Elektrotechniek,

Toen U mij in Uw gelederen opnam heeft mij geruime tijd de vraag beziggehouden of ik, met een opleiding in de technische natuurkunde en ervaring in de petrochemische industrie, wel iets van waarde zou hebben bij te dragen aan de opleiding van elektrotechnische ingenieurs. Die vraag is nooit beantwoord, maar wel opgelost – opgelost namelijk in vragen van wezenlijk fundamenteelere aard: waartoe strekt ons onderwijs en waartoe strekt ons onderzoek? Nu ik reeds enkele jaren deelgenoot ben geweest van Uw inspanningen, Uw ambities, Uw vreugden, en Uw zorgen, voel ik mij met U verbonden in het streven om op deze vragen antwoord te geven en om die antwoorden voortdurend te toetsen aan de eisen van de tijd.

Dames en heren leden van de vakgroep Meten en Regelen,

U hebt mij, hoop ik, leren kennen als een overtuigd voorstander van de democratiseringsgedachte die zijn eerste, voorlopige gestalte heeft gevonden in de Wet Universitaire Bestuurshervorming. Het ruime vertrouwen dat U mij van den beginne hebt geschonken, en de goede gezindheid die ik alom bij U bespeur maken het voor mij tot een grote uitdaging om naar beste vermogen mee te werken aan de democratische vormgeving van onze vakgroep. Staat U mij daarom toe daarop iets nader in te gaan.

Voor de vier leerstoelen die samenwerkten in de groep Meten en Regelen kwam de vakgroepsvorming als de formele bevestiging van een toestand die in de voorgaande jaren langs wegen van geleidelijkheid was gegroeid. Voor alle buitenstaanders en de meeste betrokkenen leek het een natuurlijk en harmonisch verlopend proces. Als er dan ondanks alle goede wil toch groeiproblemen ontstaan, kan het ook voor anderen nuttig zijn wanneer ik probeer een paar mogelijke oorzaken aan te geven.

Allereerst is er het sociale herscholingsproces dat wij moeten doormaken om oude trauma's en vooroordelen te overwinnen, zodat wij allen onze rol in het democratisch proces volledig kunnen spelen. Met deskundige sociaal-psychologische begeleiding zijn wij op de goede weg gezet, maar nu wij het verder zonder een dergelijke begeleiding moeten stellen zal dit proces minder doelgericht verlopen

en is het risico van ontsporingen groter.

Vervolgens is er het probleem dat de WUB weliswaar een geraamte aanbiedt en een geest, maar geen functionerend organisme; de levende organen moeten wij grotendeels zelf scheppen. En terwijl de WUB de vakgroep ziet als het kleinste functionele orgaan, ervaren wij dagelijks dat een vakgroep die enkele leerstoelen omvat eenvoudig te groot is om als ongestructureerde eenheid te functioneren. Het aantal woorden en wederwoorden dat voorafgaat aan een gemeenschappelijke beslissing is evenredig met het kwadraat van het aantal mensen. Om die reden heeft een van onze allergrootste concerns lang geleden de omvang van zijn topdirectie teruggebracht van 7 naar 5 personen. Dat scheelde een faktor twee in het werk. Wij zitten echter met een bestuur van 26!

Een vakgroep is geen commune en een vakgebied, wat men daaronder ook wil verstaan, is geen natuurlijke basis voor een belangengemeenschap. Er is daarom een infrastructuur nodig die de middelpuntvliedende krachten kan beteugelen. Democratische modellen voor een dergelijke infrastructuur ontbreken echter, zodat wij geconfronteerd worden met een stuk organisatorisch en organisatiepsychologisch ontwikkelingswerk waarvoor wij in wezen slecht zijn toegerust. In dit verband wil ik een uitspraak van de staatssecretaris van Onderwijs en Wetenschappen dr. G. Klein met instemming citeren [Klein, 1973]: 'Het vertrouwen dat wij stellen in de democratie zal alleen dan niet worden beschaamd als de democratie de doelmatigheid hanteert als wapen in de strijd tegen de nog steeds talloze aanvallen op die democratie'.

Met de middelpuntvliedende krachten waarover ik daareven sprak bedoelde ik de divergentie van personen en projectgroepen, als gevolg van hun natuurlijke neiging om storende interacties te vermijden. Ik bedoelde niet het soort conflicten tussen geledingen of politieke groeperingen waarmee men elders wel te kampen heeft. Met het oog op die laatste problemen heeft men wel voorgesteld om wat te sleutelen aan de getalsverhoudingen in de verschillende bestuurscolleges die de WUB heeft ingesteld [Broekmeyer, 1973]. In onze situatie voel ik daaraan geen behoefte en ik betwijfel of het elders het gewenste effect zal sorteren, maar ik ben het toch ook niet eens met hen die menen dat door zo'n maatregel wel het geraamte wordt gered, maar de geest wordt gedood.

Naar mijn mening is er een veel wezenlijkere belemmering voor de

geest van de WUB, een waarover ik tot nu toe weinig heb horen spreken, en dat is de zwakke fundering van het begrip verantwoordelijkheid. De wet kent aan vakgroepen, afdelingen en instellingen allerlei 'verantwoordelijkheden' toe, maar in wezen gaat het daarbij slechts om taken en bevoegdheden. De echte verantwoordelijkheid krijgt geen inhoud en dat kan ook niet in het huidige bestel. Verantwoordelijkheid van groepen moet zijn fundament vinden in de persoonlijke verantwoordelijkheid van de leden. Persoonlijke verantwoordelijkheid op zijn beurt wordt gedragen en gevoed door persoonlijk verantwoordelijkheidsbesef, een morele kracht die – ik wil dat met nadruk zeggen – in de kringen van het wetenschappelijk onderwijs in ruime mate aanwezig is. Maar dat is niet genoeg. De democratische gestalte van de verantwoordelijkheid kent nog een ander element, het element van persoonlijk risico: het risico van afstraffing als je het fout doet. Het duidelijkste voorbeeld daarvan is de positie van een verantwoordelijke minister in vergelijking met de positie van de ambtenaren van zijn ministerie. Dat element ontbreekt in ons bestel. Gelukkig gaat er ook zonder dat veel goed. Maar als de trein ontspoot als gevolg van incompetentie of nalatigheid, dan is de verantwoordelijke bestuurder, als hij student is, gewoonlijk al verdwenen en, als hij ambtenaar is, vrijwel onaantastbaar. Alleen iemand met meer dan gemiddelde ambitie is kwetsbaar: zijn ambitie zelf is de Achilleshiel waarin hij kan worden getroffen. Anderzijds is het ook nauwelijks mogelijk om verdienste te honoreren. Kortom, noch de vluchtige status van een student, noch de ijzersterke positie van een ambtenaar is verenigbaar met het dragen van verantwoordelijkheid in democratische zin. En daarom bouwt de WUB op drijfzand.

Mijne beren directeuren, oud-collega's en vrienden van het Koninklijke|Shell-Laboratorium Amsterdam,

In Uw midden, onder Uw leiding en met Uw medewerking heb ik het vak leren beoefenen dat mij nu zo na aan het hart ligt. Het aantal van Uw medewerkers dat in de loop der jaren gehoor heeft gegeven aan de roep van het wetenschappelijk onderwijs loopt in de tientallen, een klinkend getuigenis voor het peil waarop in Uw instituut de technische wetenschappen worden beoefend. De personele en materiële hulpmiddelen waarover U kunt beschikken zijn dan ook uniek en ik acht het een groot en blijvend voorrecht zo lang in die omgeving te hebben

mogen werken en het contact daarmee niet geheel verloren te hebben. Eén ding moet mij daarnaast nog van het hart: mijn waardering voor de wijze waarop U doelmatigheid en produktiviteit weet te verbinden met een zorgvuldige aandacht voor de persoonlijke belangen en omstandigheden van Uw medewerkers. In die sfeer zijn vriendschapsbanden gegroeid die ik nog voor onbepaalde tijd hoop te kunnen onderhouden.

Zeer geachte mevrouw Dorgelo,

Zo vaak mijn oog valt, in de zaal hiernaast, op het portret van Uw man, grondlegger en eerste Rector Magnificus van deze Hogeschool, vervult mij een gevoel van thuiskomst. Van thuiskomst, misschien omdat ik, zij het met een vertraging van zeventien jaar, toch gehoor heb gegeven aan zijn uitnodiging om aan deze T.H. te komen pionieren. De warme persoonlijke belangstelling die hij mij toedroeg houd ik in dankbare herinnering. Hij heeft een beslissende invloed gehad op mijn persoonlijke vorming en daarmee op de stijl waarin ik nu mijn ambt poog te vervullen. Het is me een voorrecht U dat vanaf deze plaats te kunnen zeggen.

Dames en heren studenten,

Wie hoog wil bouwen moet diep funderen. Uw keuze voor een studie aan de Technische Hogeschool bewijst dat U de ambitie hebt voor het een en de bereidheid voor het ander. Voor de fundamenteen biedt de T.H. U een plan en materialen aan, de T.H.-Gids is het bestek. Nu is grondwerk meestal niet het meest aantrekkelijke, maar na de propaedeutische werkt U al boven het maaiveld en na het kandidaats begint U aan de bovenbouw, grotendeels naar eigen ontwerp en plan. Het gebouw wordt echter niet uit beton opgetrokken, maar uit informatiestrukturen, die U in verschillende vormen worden aangeboden en die U opneemt, omvormt, sorteert, ordent, opbergt – en hopelijk ooit nog eens terug kunt vinden – in een onnavolgbaar proces dat leren heet. En met het leren komt het jongleren, het creatief omgaan met het materiaal dat U zich eigen hebt gemaakt, zodat U uiteindelijk in staat zult zijn om technische problemen zelf te stellen en op te lossen.

Maar om een goed technicus te zijn is het niet voldoende technicus te zijn. Techniek is de sociale tak van de natuurwetenschappen omdat hij oplossingen biedt voor menselijke noden en behoeften. Maar met iedere oplossing schiept hij ook nieuwe grenzen voor de menselijke vrijheid van handelen. Om deze winst- en verliesrekening te kunnen beoordelen en positief te maken hebt U naast technisch vernuft ook een hoogontwikkeld menselijk en maatschappelijk voorstellingsvermogen nodig. Helaas moet ik bekennen dat deze hooggestemde woorden een pijnlijk tekort in onze opleiding maskeren en dat U in dit opzicht vrijwel op Uzelf bent aangewezen. Hopelijk zullen wij er – met Uw hulp – nog eens in slagen om daarin verbetering te brengen. Het leerproces, en het daarop afgestemde onderwijs, is een informatieproces in optima forma en in vele plaatsen, ook in Eindhoven, wordt gewerkt aan projecten die ten doel hebben om in dit proces de computer in te schakelen. De moeilijkheden zijn echter groot, en voorlopig zijn het de systeemontwerpers zelf die er het meest van leren. Misschien zijn er onder U, die hun opleiding toch liever van een computer zouden ontvangen dan van een hoogleraar, maar die mogelijkheid lijkt nog ver verwijderd. En zolang de TH nog niet beschikt over een computer die onderwijs kan geven in de meet- en regeltechniek, kunt U op mij rekenen.

Ik dank U voor Uw aandacht.

Verwijzingen

J. BARTH, A. MAARLEVELD, Operational aspects of a d.d.c.-system; in: The application of automation in the process industries, Joint Meeting K.I.v.I. - I.Chem.E., Amsterdam, October 1967.

M. J. BROEKMEYER, e.a., Wetenschap en Democratie - De uitvoering van de Wet Universitaire Bestuurshervorming 1970; brochure, najaar 1973.

L. FINKELSTEIN, Lecture Notes; edited by C. van Ouwerkerk and A. A. Quik, T.H. Delft, Lab. Technische Natuurkunde, June 1974.

J.W. FORRESTER, Counterintuitive behavior of social systems; Simulation 16, 2 (February 1971), 61-76.

VINCENT VAN GOGH, Brief 133, juli 1880; Verzamelde brieven van Vincent van Gogh, Amsterdam, Wereldbibliotheek, 6e druk, 1974.

P.M.E.M. VANDER GRINTEN, Regelende Rekenmachines; Oratie, Groningen, 2 juni 1970.

G. KLEIN, Rede uitgesproken t.g.v. de opening van het Akademisch Jaar, Universiteit van Amsterdam, 3 september 1973.

H. UNBEHAUEN, CHR. SCHMID, F. BÖTTIGER, G. LAUSTERER, Comparison and application of different ddc-algorithms for control of a heat exchanger; 4th IFAC/IFIP Int. Conf. Digital Computer Applications to Process Control, Zürich, March 1974. Springer-Verlag, Berlin, etc., 1974.