

De vogelspin krabde nog één maal aan het zolderluik en verdween

Koolen, D.A.A.

Publication date

1976

Document Version

Final published version

Citation (APA)

Koolen, D. A. A. (1976). *De vogelspin krabde nog één maal aan het zolderluik en verdween*. Delftse Universitaire Pers.

Important note

To cite this publication, please use the final published version (if applicable). Please check the document version above.

Copyright

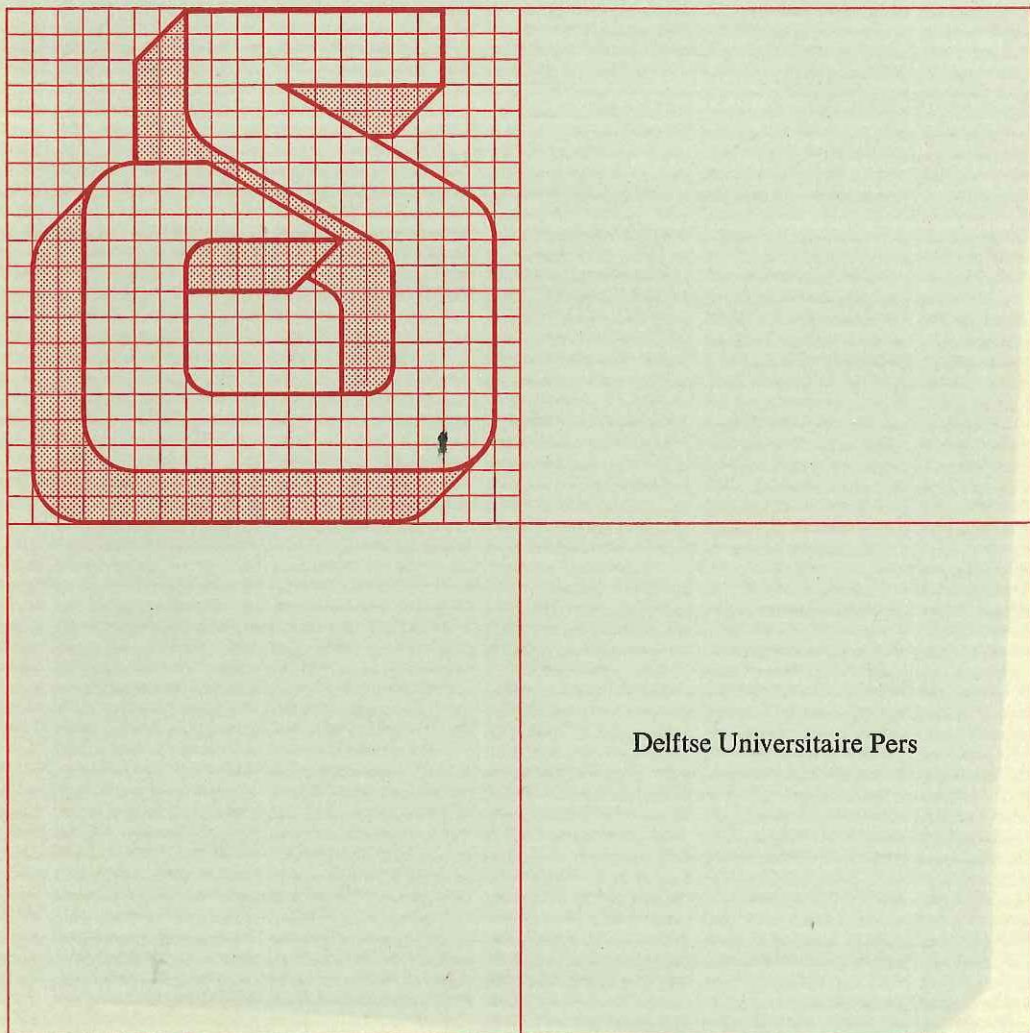
Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights. We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Prof. ir. D. A. A. Koolen

De vogelspin
krabde nog één maal aan het zolderluik
en verdween



Delftse Universitaire Pers

Afscheidsrede

*als gewoon hoogleraar
aan de Technische Hogeschool te Delft,
uitgesproken
op woensdag 22 september 1976
door prof. ir. D. A. A. Koolen*

Copyright © 1976 by Delftse Universitaire Pers.

No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

Voor alle kwesties inzake het fotokopiëren van een of meer pagina's van deze uitgave: Stichting Reprerecht, Amsterdam.

Bij het naderen van de datum van mijn afscheidscollege heb ik er mij op toegelegd het afscheid van enige collegae, die vóór mij aan de beurt waren, met meer dan gewone aandacht te volgen. Naast grote waardering die ik daarbij had voor de inhoud van de colleges is mij daarbij opnieuw één ding opgevallen: de te lange duur van de bijeenkomst die aan het fysiek uithoudingsvermogen van het gehoor te hoge eisen stelt.

Ik heb mij toen voorgenomen zelf kort te spreken, hoe zeer dit ook de opgave van de spreker mag verzwaren. Wie zulk een voornemen heeft gemaakt komt voor de keuze hoe te bepalen welke zaken, die hij gaarne nog eens naar voren had gebracht, hij weg zal moeten laten. Na zorgvuldige overweging heb ik gemeend de beperking allereerst te moeten toepassen op het gebruikelijke overzicht van de ontwikkeling van het eigen vakgebied.

Waar ik mij uit het brede gebied van de produktietechnieken steeds in het bijzonder geïnteresseerd heb voor de constructieve aspecten van het vak, heb ik het als een voorrecht ondervonden ter gelegenheid van de verjaardag van deze Hogeschool op 13 januari 1968 mijn ideeën op dit gebied uiteen te mogen zetten in een rede: 'De werktuigkundig ingenieur-constructeur'.

Bij herlezing bleek mij dat ik ook nu nog achter het toen gesprokene kan staan, maar ik mag mij nu niet tot de constructie en de constructeursopleiding beperken; ik behoor tot de Vakgroep Werktuigbouwkundige Produktietechnieken en ga die groep nu als gewoon hoogleraar verlaten; er is daarom vandaag aanleiding tot bezinning op een veel breder gebied.

De vakature-adviescommissie betreffende mijn leerstoel zal spoedig haar eerste studiejaar afsluiten en hoewel het mij niet gegeven is te voorzien hoeveel jaren van intensieve verkenning en rationele planning daar nog op zullen volgen, de gedegen kijk die uit het te verwachten advies zal blijken zal mijn persoonlijke visie zeker in de schaduw stellen.

Dat lijkt mij een duidelijk motief voor beperking.

De maatschappij waarin wij leven is niet meer denkbaar zonder een zeer grote en veelzijdige industriële produktie. Men kan over die produktie verschillend denken. Blaisse heeft er in zijn afscheidscollege al op gewezen dat matiging en goed nadenken noodzakelijk

zijn om over bepaalde facetten van die industriële productie een verantwoord oordeel uit te spreken.

Ik neem hier afstand van de bezwaren die tegenwoordig tegen de industriële activiteit in zijn totaliteit worden aangevoerd, zoals de beschadiging van het milieu, het energieverbruik waarvan de bereikbare grenzen nog twijfelachtig schijnen, het materiaalverbruik, etcetera. Dat afstandnemen betekent niet dat ik aan die facetten geen betekenis zou toekennen, maar de beperking van dit college die ik U in uitzicht stelde dwingt mij ze nu buiten beschouwing te laten.

In 1974 waren in de Nederlandse industrie — met uitzondering van de openbare nutsbedrijven — werkzaam circa 1,75 miljoen werknemers, waarvan circa 450.000 in de metaalindustrie inclusief de elektrotechnische industrie. De omzet van de gehele Nederlandse industrie bedroeg in 1974 circa 150 miljard gulden, waarvan de metaalnijverheid circa 41 miljard gulden voor haar rekening nam. Geëxporteerd werd daarvan voor een bedrag van ruim 19 miljard gulden. Uit deze gegevens blijkt wel heel duidelijk hoezeer het voortbestaan en het herstel van de Nederlandse industriële productie voor de handhaving van een samenleving met een aanvaardbaar welvaartsniveau noodzakelijk is. Ik realiseer mij dat het in de tegenwoordige tijd niet is geoorloofd over welvaart te spreken als men niet ook 'welzijn' in de beschouwingen betreft, maar over het verband tussen welvaart, welzijn en zelfdiscipline heeft Blaisse zulk een interessante beschouwing gegeven dat het mij niet zou passen daar iets aan toe te voegen.

Indachtig mijn belofte om voor één maal kort te zijn ga ik nu aan verdere mogelijke bezwaren tegen de industrie en de industriële productie voorbij en ik ga er nu verder van uit dat deze productie voor ons land, voor onze samenleving nuttig en noodzakelijk is. Ik meen dat, afgezien van het zeer gespreide assortiment van de produkten, waarvan het nut voor ieder produkt of iedere produkten-groep afzonderlijk te wegen zou zijn, de werkgelegenheid die nu nog wordt geboden voor een zeer groot aantal medewerkers van uitzonderlijk belang is. Ik tracht mij bewust te zijn van de omvang en de betekenis van de aanwezigheid van circa 240.000 werkloze Nederlanders en daartegenover van de aanwezigheid hier te lande van ongeveer 120.000 buitenlandse arbeidskrachten. Uit alle berichten die ons o.a. via de publiciteitsorganen en langs andere wegen bereiken is duidelijk dat met zeer enkele uitzonderingen de industriële bedrijven in een noodtoestand verkeren die niet lang meer mag duren, omdat anders catastrofale gevolgen niet uit zullen blijven. Wie zich bezighoudt met werktuigkundige (en andere) produktietechnieken kan op langere termijn gezien vrijwel steeds twee stadia in de ontwikkeling van een produktiesysteem onderscheiden.

Het eerste stadium wordt gekenmerkt door de vraag 'kan iets gerealiseerd worden' en ik herinner aan de bekende geschiedenis van de eerste zuigerstoommachines, waar de vraag was 'kan men een cilinder met bijbehorende zuiger zó nauwkeurig bewerken dat de stoomafdichting voldoende is om de machine te laten werken?'

Bij talloze nieuwe produkten deed zich een analoge problematiek voor; bij de eerste straalmotoren was het de mogelijkheid de hittebestendige materialen te bewerken, bij tal van moderne elektronische produkten zijn het uiterst geraffineerde fysische en chemische technieken die bepalend zijn voor het al of niet kunnen toepassen van functioneel mogelijk geachte constructies en werkwijzen.

In het tweede stadium komt een geheel andere problematiek aan de orde, namelijk 'hoe kan men het produkt, waarvan de aanmaak in principe mogelijk is, produceren in de grote aantallen en tegen de door de wereldmarkt voorgeschreven prijzen?' Ik ga hier even voorbij aan de produkten die van zo speciale aard zijn dat wij ons met de vervaardiging van grote aantallen nog niet behoeven bezig te houden. De tijd dat men maanlanders tegen scherp concurrerende prijzen in warenhuizen kan kopen ligt, naar het mij toeschijnt, nog wel ver in het verschiet.

Het is dit tweede stadium van de produktie waarmede de ingenieur, die zich op de produktietechnieken toelegt, het meest te maken zal krijgen. Zijn opgave zal daarbij zijn het voortbrengen van het gevraagde produkt in de juiste aantallen, in de gewenste kwaliteit en tegen een prijs die de continuering van het bedrijf mogelijk maakt. Deze laatste voorwaarde is een zeer harde; wij leven in een wereld met grotendeels open markten, de transport- en communicatiemogelijkheden zijn legio, wie zich niet met instandhouding van voldoende marges kan aanpassen aan marktprijzen die in de regel buiten zijn invloedssfeer tot stand komen zal zijn bedrijf ten onder zien gaan.

Wie kijkt naar het structuurbeeld van de Nederlandse metaal- en elektrotechnische industrie zal zien dat zich in de laatste tientallen jaren grote veranderingen voltrokken hebben in een vroeger ongekend tempo en ook dat deze veranderingen voortgaan. Ik bedoel dat tal van bedrijven, die op een succesvolle bedrijfshistorie konden terugzien, verdwenen zijn, ten onder gegaan omdat zij niet aan de bovenaangeduide levensvoorwaarde konden voldoen.

De slagzin 'More goods for more people at lower cost', die al tientallen jaren geleden als inspirerend motto in veel Amerikaanse fabrieken gehanteerd werd, beschrijft een ontwikkeling die wel gevarieerd en genuanceerd naar aard en tempo plaatsvindt, maar die in zijn algemeenheid niet meer tot stilstand zal komen. Die ontwikkeling vraagt een voortdurende verhoging van de 'mechanisatie-

graad' of misschien stuwt de verhoging van de mechanisatiegraad de ontwikkeling voort.

Ik gebruik met opzet de term 'verhoging van de mechanisatiegraad' en vat daarin samen het gebruikmaken van mechanische, elektrische, elektronische, hydraulische, pneumatische en verder denkbare componenten als hulpmiddelen, tot het verkrijgen van produktiesystemen, waarin met steeds geringer inzet van menselijke arbeid een steeds toenemende hoeveelheid produkt van de gewenste kwaliteit wordt verkregen.

Ik laat gaarne termen als automatisering, automatie en dergelijke ongebruikt in dit betoog, omdat het gebruik daarvan al tot veel verwarring aanleiding heeft gegeven.

Aangetekend zij dat er ongetwijfeld zogenaamde enkelfabricage en fabricage van produkten in zeer kleine series zal blijven en dat men tot voor kort meende dat daarbij de verhoging van de mechanisatiegraad geen rol zou spelen.

De invoering op grote schaal van elektrisch en pneumatisch handgereedschap en vooral ook van de zogenaamde numerieke besturing van machines heeft aan deze mening iedere basis ontnomen. Bij de beschouwing van de moderne produktiemethoden met steeds hoger opgevoerde mechanisatiegraad komen twee vraagstukken naar voren, die zeker van mondiale betekenis zijn, maar in het bijzonder in de huidige omstandigheden in Nederland van ongemeen belang moeten worden geacht:

de industriële investeringen en daarmee samenhangend:
structurele werkloosheid.

Wanneer wij allereerst aan de investeringen in het bedrijfsleven aandacht schenken valt ons op dat de beoordeling zeer veel kennis van zaken vraagt en dat de realisering tot nog toe ongekende financiële middelen vergt. De gevraagde kennis en het daarbij behorende inzicht zullen de belangrijke bijdrage aan het rendementsherstel van het Nederlandse bedrijfsleven moeten zijn van de jonge ingenieurs die zich in de moderne produktietechnieken gespecialiseerd hebben. De tijd van de zogenaamde 'Meisterwirtschaft', waarin de fabrieksbazen beslisten over de gebruikte machinetypen en produktiemethoden, is voltooid verleden. Enerzijds zijn de machines steeds gecompliceerder geworden door de informatieverwerkende apparatuur waardoor ze bestuurd worden, anderzijds wordt de complicatie van de machines zelf versterkt doordat het aantal bewegingsmogelijkheden zich onder de druk van de gevraagde verhoging van de mechanisatiegraad steeds uitbreidt. In de metaalnijverheid komt de noodzaak van zogenaamde 'integrale bewerking', dat wil zeggen het uitvoeren van een maximaal aantal bewerkingen in één opspanning van het werkstuk, steeds meer voor en aan deze wens wordt het best

voldaan indien dan ook nog een zo groot mogelijk aantal bewerkingen tegelijkertijd plaats vindt. Anderzijds neemt de toepassing van bewerkingssystemen, bestaande uit aan elkaar gekoppelde besturingseenheden, transport- en bewerkingseenheden, voortdurend toe. Ik wil hier graag nog eens waarschuwen tegen het wijdverbreide misverstand dat de nieuwe produktiemethoden uitsluitend op de fabricage van grote series of zelfs op de massafabricage toepasbaar zouden zijn. Tot voor enkele tientallen jaren was dit inderdaad grotendeels het geval, maar de ontwikkeling van de laatste tijd wordt juist in het bijzonder gekenmerkt door de vele succesvolle bewerkingmethoden die door geringe initiële kosten per werkstuktype op kleine en soms zeer kleine series kunnen worden toegepast. Een voorbeeld is het vervaardigen van gecompliceerde en zeer nauwkeurige vliegtuigmodellen voor windtunnelonderzoek. De seriegrootte bedraagt daar: één stuk, maar de aanmaak op numeriek bestuurd machines heeft tot een tijdsbesparing van maanden per geproduceerd model geleid. Kort samengevat hebben we te maken met drie aspecten van de nodige industriële investeringen:

1. grote kennis van zaken is nodig door de gecompliceerdheid van machines en systemen;
2. zeer grote geldsbedragen zijn noodzakelijk om de investeringen tot stand te brengen;
3. een investering brengt lang niet altijd uitbreiding van het aantal arbeidsplaatsen mede, dikwijls een vermindering.

De metaalnijverheid verandert van karakter, van arbeidsintensief naar kapitaalintensief. De grote gevaren van verkeerd investeren lijken mij duidelijk; de miskoop die vroeger nog wel in het totale bedrijfsbeeld kon worden verdoezeld en niet gauw catastrofaal werd, kan nu, eventueel een paar maal herhaald, het einde van het bedrijf inluiden.

Een daarmee samenhangend, reeds even genoemd aspect is dat van de werkgelegenheid. In de tijd van wat ik de 'klassieke' metaalbewerking zou willen noemen en die met de periode van de tweede wereldoorlog als geëindigd mag worden gezien, betekende de inbedrijfstelling van een nieuwe machine — indien van uitbreiding sprake was en niet van vervanging — ten minste één arbeidsplaats, bij ploegenarbeid zelfs meer dan dat. In de tegenwoordige omstandigheden brengt daarentegen de installatie van één nieuwe machine bijna steeds een vermindering van het aantal arbeidsplaatsen met een sterk verhoogde produktie met zich mede. Een belangrijk facet daarbij is dat de nieuwe machines dikwijls zo weinig bediening vragen dat ook indien van centrale besturing door middel van computers nog geen sprake is, toch het aantal machines per medewerker toe-

neemt. Reeds in 1966, dus nu tien jaar geleden, werd in één der fabrieken van een zeer grote Amerikaanse maatschappij een afdeling gereorganiseerd en nieuw ingericht, waarbij negen en dertig zogenaamde revolverdraaibanken, bediend door negen en dertig personen, werden vervangen door achttien numeriek bestuurde draaimachines met een totale personeelsbezetting van negen personen. De produktie nam daarbij met vijftig procent toe, de kwaliteit van het produkt verbeterde, maar dertig mensen werden overcompleet.

Mede door de door de tweede wereldoorlog ontstane achterstand in de ontwikkeling heeft Europa deze veranderingen aanvankelijk in een vertraagd tempo gevolgd, maar de voortdurende sterke stijging van de kosten van menselijke arbeid hebben vooral de laatste jaren de ondernemingen gedwongen aan deze wijze van de vernieuwing van de produktiemiddelen met voortvarendheid te gaan deelnemen. Nu door de enorme mogelijkheden van transport en communicatie iedere onderneming produceert voor een wereldmarkt, staat geen andere weg open; het is nu: produceren volgens de meest efficiënte methoden, dat wil zeggen met een minimum inzet van menselijke arbeid, of het bedrijf op korte of langere termijn gedwongen beëindigen.

Wie de ontwikkelingen in Nederland heeft gevolgd en dagelijks blijft volgen moet constateren dat tal van bedrijven, waaronder veel kleine en middelgrote die sedert tientallen jaren een naam hadden opgebouwd dank zij een goed fabriekaats en aanvaardbare resultaten, in snel tempo uit het beeld verdwijnen. Vele hiervan hebben de vernieuwingen niet kunnen opbrengen, enerzijds de enorme kapitaalinvesteringen die voor tijdige vernieuwing nodig waren, anderzijds — en dit is zeker niet van geringer belang — was de kennis en het ontwikkelingsvermogen om *tijdig* tot nieuwe produkten over te gaan, niet aanwezig. De oersolide, maar verouderde denkwijze van vele ondernemers, die dikwijls van vader op zoon met succes het bedrijf geleid hebben, kan niet meer als achtergrondfilosofie het bedrijf beschermen. Er is een dynamische, maar vooral verstandelijk veel verder ontwikkelde denkwijze nodig. Ook bestaan er wellicht voor vele bedrijven bepaalde minimumafmetingen die bepalend zijn voor het beschikbaar komen van kapitaal en kennis om het geheel blijvend te kunnen laten functioneren.

Het is op dit punt dat ik gaarne wil spreken over de jonge, produktie-technisch opgeleide, werktuigkundig ingenieur.

Uit het voorgaande zal duidelijk zijn geworden dat voor hem een ruim arbeidsveld tot stand zal komen in die industrieën die de momentele crisistoestand te boven zullen komen. Hierbij zij aangekend dat de nieuwe produktiesystemen die, zoals wij zagen, voornamelijk gekenmerkt worden doordat de *besturing* van de machines

niet meer door directe ingrepen van de man (of vrouw) in de werkplaats zal geschieden, maar door computerprogramma's, niet beperkt blijven tot de metaalnijverheid, maar dat op ieder gebied van industriële activiteit reeds nu soortgelijke ontwikkelingen te zien zijn.

Op grond daarvan valt inderdaad een ruim arbeidsveld te verwachten voor hen die door kennis en inzicht in staat zijn de produktiesystemen uit steeds meer en gevarieerder componenten te ontwerpen en efficiënt te laten functioneren. Het is bij de voorbereiding, de planning van deze produktiesystemen, dat de wezenlijke investeringsbeslissingen genomen moeten worden. Het zullen, zoals U uit mijn betoog duidelijk zal zijn geworden, deze investeringsbeslissingen zijn die bepalend zullen zijn voor falen of slagen.

In de dagbladders kunt U lezen dat, afhankelijk van de politieke inzichten van de redactie, deze beslissingen door rijksinstanties dan wel door vakbondsbureaus genomen zullen moeten worden. Het komt mij onwaarschijnlijk voor dat dergelijke besluitvorming tot de juiste resultaten zal leiden. Men kan mij nu direct tegenwerpen dat instanties van de rijksoverheid en ook van lagere overheden voortdurend investeringsbeslissingen nemen, soms voorbereiden en dat daarbij werken en systemen tot stand komen waarop wij terecht trots kunnen zijn. Ik denk hier aan waterstaatswerken, communicatiesystemen, en dergelijke. In die gevallen bestaat echter een geheel andere situatie, de beslissingen worden binnen een groot (staats)bedrijf voorbereid en genomen. De zéér deskundige staf wordt in de regel door zorgvuldige opleiding van de jong aangeworven ingenieurs en andere academici in een duidelijk hiërarchisch systeem gevormd.

Aan de eventuele deskundigheid van vakbondsbureaus op het gebied van de industriële investeringen veroorloof ik mij voorbij te gaan. Blijft dus het eigen bedrijf waar één ding voorop blijft staan: de investeringen zijn bepalend voor het winvermogen van de onderneming op korte en langere termijn en de beslissingen moeten door de eigen deskundige medewerkers worden voorbereid. Ik leg daar veel nadruk op omdat mij duidelijk is geworden dat deze typische ingenieurstaak snel in omvang en betekenis zal toenemen, maar ook dat dit zeker niet algemeen wordt ingezien. Als men namelijk dit zich uitbreidende facet van de ingenieurswerkzaamheid in de produktiebedrijven op de werkelijke waarde en omvang zou waarderen, zou een bijzondere inspanning van de Technische Hogescholen en zeker van de Delftse Hogeschool bewonderd kunnen worden om de Vakgroep Werktuigbouwkundige Produktietechnieken een direkte en nodige versterking te geven bij het vrijkomen van de leerstoel van waaruit in de nieuwe bezetting de impulsen zullen moeten uitgaan. Tot op het ogenblik dat de tekst van dit college op schrift werd

gesteld was echter van voortvarende bemoeiingen ter zake niets te bemerken.

Tot nu toe heb ik vermeden over eigen werkzaamheid te spreken, hoewel dit in een afscheidscollege beslist niet ongebruikelijk is. Om echter de schijn te vermijden dat ikzelf aan de hier geschetste ontwikkelingen voorbij gegaan zou zijn mag ik het volgende releveren. Reeds in 1949, kort na mijn aanstelling als buitengewoon hoogleraar, ben ik met instemming van het toenmalige afdelingsbestuur begonnen een college 'elektrische aandrijving en besturing van gereedschapswerktuigen' te geven, omdat ik uit eigen werkzaamheid op het gebied van constructie, aanschaffing en toepassing van gereedschapswerktuigen had geleerd dat allerlei werktuigkundige elementen in vrij snel tempo werden vervangen door elektrische of elektromechanische elementen waardoor het produktievermogen werd vergroot en de bediening vereenvoudigd. In 1956 werden de voortekenen van de komende 'automatisering' zo duidelijk zichtbaar op verschillend industrieel gebied dat de Afdelingen voor Elektrotechniek en voor Werktuig- en Scheepsbouwkunde van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs besloten een gezamenlijke vakantieleergang aan dit nieuwe gebied te wijden.

Dit was voor Prof. Ir. J. M. Unk aanleiding mij met nadruk te verzoeken een voordracht te houden over wat wij toen noemden: 'elektronische besturing van gereedschapswerktuigen'. Mijn antwoord dat ik over dat onderwerp wel eens iets had gelezen en dus van het bestaan afwist, maar dat ik mij allerminst in staat voelde daarover een lezing te houden, werd beantwoord met de opdracht: 'Je hebt nu nog een paar maanden; genoeg om te zorgen dat je er te zijner tijd wel iets van afweet'. Gelukkig had ik in datzelfde jaar de gelegenheid om in het kader van mijn toenmalige functie in het bedrijfsleven mij in de Verenigde Staten omtrent de nieuwe ontwikkelingen te oriënteren. Bij het Massachusetts Institute of Technology had ik gelegenheid de eerste zogenaamde elektronisch bestuurde machine ter wereld te zien, een oude Cincinnati freesmachine die met servosystemen voor de sledeaandrijvingen was uitgerust en door een indrukwekkende installatie met talloze elektronenbuizen werd bestuurd. Dat deze techniek numerieke besturing van gereedschapswerktuigen zou gaan heten wist men toen noch bij M.I.T., noch bij de Amerikaanse industrieën waar de techniek werd toegepast, zoals onder andere bij Bendix, waar ik een aantal grotere machines met de nieuwe besturing in bedrijf mocht zien.

Nadat de vakantiecursus 'Automatisering' was gehouden, waaraan behalve Prof. Unk ook Prof. Harinx en Prof. Oberman en verschillende andere sprekers deelnamen, was mij duidelijk dat dit nieuwe vakgebied ook aan onze T.H. en binnen de toen bestaande groep

'Werkplaatstechniek' gedoceerd diende te worden en ik verkreeg van de Afdeling toestemming het onderwerp 'Tandwielbewerking' te verwisselen voor 'Numerieke besturing van gereedschapswerktuigen'. Na mijn aanstelling als gewoon hoogleraar in 1963 heb ik (na enige tijd van oriëntatie) het laboratorium voor de Constructie van Gereedschapswerktuigen opgericht, alwaar wij ons na enige tijd ook op dit gebied zijn gaan bewegen.

In de loop der jaren hebben wij in dit laboratorium onderzoek aan componenten gedaan en ook een op afstudeerontwerpen van studenten gebaseerde horizontale boor- en freesmachine gebouwd, die zoveel bijzondere componenten bevat dat nog talloze studenten daaraan vruchtbaar onderzoek kunnen doen. Met vruchtbaar bedoel ik enerzijds de mogelijkheid dat aanzetten tot nieuwe constructies uit het onderzoek voortkomen, anderzijds dat studenten voor hun intrede in de praktijk althans de beginselen van de nieuwe besturings-technieken aan de hand van eigen onderzoek hebben leren kennen.

In samenwerking met een groot industrieel bedrijf werd in het laboratorium ook een interessante numerieke besturing voor eenvoudige gereedschapswerktuigen ontwikkeld, die werkt volgens het zogenaamde 'play-back' systeem, dat wil zeggen dat de bedienende man één produkt op de conventionele wijze vervaardigt, maar dat tijdens het uitvoeren van zijn besturingshandelingen de informatie die deze besturingshandelingen beschrijft (in gecodeerde vorm) wordt opgenomen en vastgelegd op een band. Bij het maken van alle volgende produkten van de serie (die klein kan zijn door de beperkte initiële kosten) wordt de band afgespeeld en bewerkt de machine het produkt volgens de uit de band komende commando's.

Een aantal componenten die bij de besturingssystemen nodig zijn, werd beproefd en om reeds de eerstejaars studenten vroegtijdig vertrouwd te maken met de gedachte dat machines door informatie-dragers bestuurd kunnen worden werd een kleine draaibank, die tot de uitrusting van het zogenaamde Practicum Bewerkingen behoort, van numerieke besturing voorzien. Hierdoor werd bereikt dat de pas beginnende student, zonder kennis of inzicht wat betreft de ingewikkelde besturingsproblematiek, na een algemene instructie over de hoofdtrekken van het systeem, zelf het maken van een ponsband op de teletypemachine beleeft en daarna ziet hoe dit bandje de draaimachine stuurt bij het maken van een produkt. Zonder alle details te doorgronden krijgt hij zo reeds zeer vroeg een indruk van ontwikkelingen die het karakter van de produktiebedrijven in de metaalnijverheid (en veel andere industrieën) ingrijpend zullen veranderen.

De hoofdvakstudenten die de richting Constructie van Gereedschapswerktuigen hebben gekozen hebben, sedert de laboratorium-

faciliteiten hiervoor beschikbaar kwamen, bijna allen op dit gebied enig onderzoek gedaan en de meesten hebben zich in één of meer ontwerpen geoefend in het toepassen van de nieuwe besturingsmogelijkheden en de daarvoor nodige constructieve verfijning van de machines zelf. Men zou zich kunnen voorstellen dat het van het grootste belang zou kunnen zijn dat dergelijke mogelijkheden voor de studenten niet slechts blijven bestaan aan deze Hogeschool, maar dat aan krachtige verdere ontwikkeling van dit facet van de opleiding van jonge werktuigkundige ingenieurs hoge prioriteit gegeven zou moeten worden!

Naast de spectaculaire ontwikkeling van de besturing van veel producerende machines breidt de kennis van de beweringsprocessen zelf zich snel uit. De sectie Technologie van de Vakgroep Werktuigbouwkundige Produktietechnieken houdt zich daarmee intensief bezig. De praktisch toe te passen beweringsmethoden zijn in de laatste jaren opnieuw aanzienlijk toegenomen en de beschikbare gereedschapmaterialen stellen tot steeds hogere beweringsprestaties in staat. Daarbij valt ook aandacht te geven aan de bewerking van materialen die tot voor kort als onbewerkbaar beschouwd moesten worden. Het is niet mijn taak op deze zaken thans in te gaan; de vakgroep bevat een speciale sectie die op dit gebied is gericht. Ik kan hier echter niet aan voorbijgaan omdat bij de constructie van gereedschapswerktuigen dient te worden uitgegaan van de eisen en mogelijkheden van het proces evenals bij alle andere producerende machines.

Een interessant onderwerp vormt het slijpen met hoge beweringsnelheid; de ontwikkeling is hier naar mijn mening indrukwekkend. Wijlen Prof. Landberg drukte ons in zijn colleges op het hart dat de omtreksnelheid van een slijpsteen niet meer mocht bedragen dan circa 32 meter per seconde. Bij snelheden boven deze grens werd het gevaar van zogenaamde steenexplosie te groot geacht. Zelf heb ik na korte tijd in de praktijk een steenexplosie meegemaakt; iemand die snel wilde werken — zulke mensen bestonden toen — had de beschermkap van zijn slijpmachine afgenomen en een grotere steen gemonteerd. In de jaren na wereldoorlog II werden omtreksnelheden van 40 meter per seconde gebruikelijk op de toen als modern geldende machines; de kwaliteit van de stenen verbeterde aanmerkelijk en momenteel worden rondslijpmachines met een omtreksnelheid van 60 meter per seconde gebouwd. Bij de zeer speciale steenvorm, die bij het afkorten van materialen wordt gebruikt, de zogenaamde 'doorslijpschijven', waar de dunne schijf bij een bepaalde diameter een geringe massa heeft en bovendien nog een zekere 'wapening' door middel van een sterk weefsel in de schijf is opgenomen, kan

men tot een omtreksnelheid van 100 meter per seconde gaan. In het laboratorium van de sectie waartoe ik heb mogen behoren werd, uitgaande van studentenontwerpen, een doorslijpmachine gebouwd waarbij de omtreksnelheid van 100 meter per seconde niet alleen wordt toegepast, maar waarbij bij het afnemen van de schijfdiameter het aantal omwentelingen per tijdseenheid van de slijpspil automatisch wordt opgevoerd, zodat de omtreksnelheid van de schijf constant blijft. Veel onderzoek aan deze doorslijpmachine leidde tot nieuwe inzichten in het slijpproces. De gevonden resultaten werden vergeleken met gegevens van het laboratorium van de sectie Technologie en van verschillende buitenlandse laboratoria; het leek op grond daarvan mogelijk een rondslijpmachine voor de bewerking van assen te bouwen met een verspaningscapaciteit die circa 20 maal zo groot zou zijn als hetgeen tot nu toe met de bestaande machines werd gerealiseerd. De wetenschappelijk hoofdmedewerker van ons laboratorium promoveerde kort geleden aan deze Hogeschool op een proefontwerp van een rondslijpmachine met een bewerkingsnelheid van 150 meter per seconde en een specifieke verspaningscapaciteit van 2000 m³ per seconde per mm steenbreedte. Om dit bewerkingsproces te realiseren is een aandrijfvermogen aan de slijpspil nodig van circa 150 kW. In verband met de afmetingen van de motor die dit vermogen zal moeten leveren moest afgezien worden van de toepassing van de gebruikelijke elektromotor als aandrijforgaan en werd gekozen voor een hydraulische motor. Het benodigde type met een vermogen van 150 kW bij 10.000 omwentelingen per minuut behoort niet tot het bestaande assortiment. Daardoor behoorde een motor met dit zeer hoge vermogen en toerental bij geringe afmetingen, nl. 250 x 250 x 250 mm, tot het ontwerp van de promovendus. Deze motor, die door deskundigen als een uiterst gewaagde constructie wordt beschouwd, werd als prototype gebouwd en is nu in het stadium van verder onderzoek.

Ik ben op het onderzoek van een construerende sectie wat nader ingegaan omdat ik heb gemerkt dat ook binnen de Hogeschool, maar zeker daarbuiten, dikwijls een zonderling vervormd beeld bestaat van de activiteiten van een laboratorium dat de constructieve werkzaamheden van hoofdvakstudenten moet begeleiden. De student moet mijns inziens gedurende zijn eindstudie kunnen meewerken aan spectaculaire ontwikkelingen, die hij in de regel in zijn latere werkring in veel mindere mate of geheel niet zal kunnen meemaken. Ik ben zeker van mening dat ontwikkeling van bedrijfsklare machines en apparaten niet aan de Hogeschool thuishoort en dat dit de taak is van het bedrijfsleven. Maar evenzeer ben ik van mening dat spectaculaire nieuwe mogelijkheden in het bijzonder in de laboratoria van de Hogeschool moeten worden nagestreefd; zij zijn voor de

vorming van jonge ingenieurs onontbeerlijk. Dat dit soort onderzoek specialistisch is wordt allerm minst ontkend; het zal dan ook in veel gevallen kostbaar zijn. De stelling dat 'kostbaar specialistisch onderzoek' aan de Hogeschool niet zou mogen worden verricht wil ik dan ook vandaag weer gaarne bestrijden. Ik hoop dat de Hogeschool in het vakgebied, waarin ik werkzaam was, zal trachten voorop te blijven lopen! Daarbij zij opgemerkt dat medewerken aan ontwikkelingen zoals er enkele beschreven werden voor de hoofdvakstudenten onmogelijk zou worden indien het curriculum tot vier jaren zou worden teruggebracht.

Van een docent die gedurende meer dan veertien jaar als buitengewoon hoogleraar en daarna gedurende dertien jaar als gewoon hoogleraar aan deze Hogeschool verbonden is geweest en op bescheiden wijze aan het bestuur van de Hogeschool heeft deelgenomen, mag bij zijn afscheid een korte beschouwing over de veranderde bestuursstructuur worden verwacht. Ik stel daarbij voorop dat het functioneren van de Hogeschool als instelling van onderwijs en onderzoek bepalend is voor de gehanteerde criteria. Opleiden van uitstekende ingenieurs, verrichten van onderzoek in sterke gebondenheid aan het genoemde hoofddoel als instelling van wetenschappelijk onderwijs, dat is wat de Hogeschool met inspanning van alle krachten dient na te streven. Andere doeleinden dienen niet te worden nagestreefd. Ik meen dat het uitgangspunt eenvoudig en duidelijk moet blijven: aan iedere instelling van onderwijs, van kleuterschool tot universiteit, zijn er twee hoofdgroepen: leerlingen en docenten; alle anderen, hoezeer ook noodzakelijk en hoe hoog ook gewaardeerd, dienen in hun werkzaamheden gericht te zijn op de ondersteuning van het onderwijs dat door de leerlingen wordt ontvangen en door de docent gegeven. Daarbij komt bij de instelling van wetenschappelijk onderwijs de onderzoektaak; algemeen erkend wordt immers dat wetenschappelijk onderwijs in een sfeer van voortdurend evoluerende wetenschap zonder onderzoek snel tot grote steriliteit zou vervallen.

Aan deze Technische Hogeschool studeren momenteel bijna 10.000 studenten en de totale personeelsbezetting bedraagt circa 4700 medewerkers.

In de na-oorlogse jaren is er sprake geweest van sterke groei van Universiteiten en Hogescholen. Volgens de 'Nota Hoger Onderwijs in de Toekomst', die de Minister van Onderwijs en Wetenschappen in december 1975 aan de Tweede Kamer van de Staten Generaal deed toekomen, heeft 'in de jaren zestig vooral het wetenschappelijk onderwijs een spectaculaire expansie te zien gegeven, die tot uitdrukking kwam in de toeneming van het aantal studenten, de stichting van enige nieuwe instellingen, de uitbreiding van het aantal studie-

richtingen en een sprongsgewijze vermeerdering van de beschikbaar gestelde middelen.' In de nota wordt medegedeeld dat omstreeks 1955 de jaarlijkse groei van het totaal aantal studenten (aan alle instellingen voor wetenschappelijk onderwijs tezamen) in percentage ten opzichte van het voorgaande jaar ongeveer vier bedroeg, in de jaren tussen 1960 en 1964 steeg dit cijfer tot acht à negen en tussen 1964 en 1970 was het percentage ongeveer tot tien opgelopen. De eerstejaars lichten namen van 1955 tot 1963 toe met 4700 en van 1964 tot 1971 met 9700 inschrijvingen. Opgemerkt moet hierbij worden dat voor de Technische Hogeschool Delft omstreeks 1972/1973 een stagnatie in de groei intrad en de aantallen nieuw ingeschrevenen achterbleven bij de verwachtingen. Deze stagnatie heeft ertoe geleid dat wij ons ook nu nog in een situatie bevinden waarbij te weinig studenten in de hogere jaren aanwezig zijn, hetgeen tot onderbezetting van de bij de vakgroepen en in de laboratoria aanwezige faciliteiten heeft geleid.

Sedert 1974/1975 neemt het totaal aantal inschrijvingen weer een weinig toe; er schijnt een stabilisatie op te treden waarbij het totaal aantal studenten nog onder de 10.000 blijft. Zo lijkt het erop dat de druk op bepaalde afstudeermogelijkheden, die wij zo lang gekend hebben, voorlopig nog wel uit zal blijven. Ook in de geciteerde nota wordt erop gewezen dat in 1973 en 1974 het aantal inschrijvingen voor het wetenschappelijk onderwijs is achtergebleven, onder andere als gevolg van de vervanging van de vijfjarige HBS door het zesjarige atheneum.

Met de toeneming van het aantal deelnemers aan het wetenschappelijk onderwijs en de vernieuwing en uitbreiding van de instellingen ging een zeer sterke stijging van de uitgaven voor het wetenschappelijk onderwijs gepaard.

Deze bedroegen als percentage van de overheidsuitgaven voor het gehele onderwijs in 1955 9,9%, in 1965 20,6% en in 1975 23,3%. De reeds genoemde nota zegt naar aanleiding hiervan: 'Uit het overzicht blijkt duidelijk dat het wetenschappelijk onderwijs in betrekkelijk korte tijd beslag heeft weten te leggen op ruim een vijfde gedeelte van de onderwijsuitgaven van de overheid'. Dat die overheid zich tot beperking gedwongen voelt kan men dus in algemene zin als begrijpelijk aanvaarden. Over de verdere inhoud van de aangehaalde nota is veel te zeggen; ik zal aan deze verleiding weerstand bieden omdat ik gaarne nog een ogenblik stil wil staan bij de bestuursstructuur van onze Hogeschool en de veranderingen die degenen die hier wat langer werkzaam zijn, hebben meegemaakt. Het zal mijns inziens een ieder duidelijk zijn dat een organisatie die een groei vertoont zoals onze Hogeschool en vele Universiteiten na de tweede wereldoorlog, ook bestuurlijk zal moeten evalueren. Wij zagen reeds hoe het aantal direkt betrokkenen enerzijds en de aan de

groeïende instellingen anderzijds bestede geldmiddelen op spectaculaire wijze zijn toegenomen. Dat maakt zonder verdere argumentatie aannemelijk dat het op bepaalde tijdstippen gedurende die periode van sterke groei nuttig en nodig was na te gaan of het bestuursstelsel nog wel voldeed aan de eisen die de ontwikkeling van onderwijs en onderzoek bij een groeiend studentenaantal stelde en wellicht in de toekomst nog zou gaan stellen. In de eerste zin van het 'Woord vooraf' van het rapport van de Commissie Maris van 1967 wordt medegedeeld: 'De mening dat het om verschillende redenen noodzakelijk is de bestuurskracht van de Universiteiten en Hogescholen te versterken is thans wel gemeengoed geworden'.

Wie zijn aandacht allereerst op onze Hogeschool richt en zich herinnert hoe het bestuur van de Hogeschool zich in het academisch jaar 1975-1976 en voorgaande jaren heeft gemanifesteerd kan constateren dat het gemeengoed van bijna tien jaar geleden nog zeer actueel is. Van de bemoeïingen van de velen die zich sedertdien op de reorganisatie van het bestuur van de instellingen van wetenschappelijk onderwijs hebben geworpen, is bitter weinig terecht gekomen. Gepraat over structuren heeft niet geleid tot beter besturen. Ik herinner hier aan de vele blauw- en groengekleurde bulletins, die de nog op normaal werken ingestelde medewerkers van de Hogeschool steeds weer tot hun verbazing en ontsteltenis in hun postbak moesten aantreffen en die dienden om de 'bestuurden' vooral op de hoogte te houden van de steeds weer optredende moeilijkheden in de zogenaamde 'topbestuursorganen'.

Zeer gewaardeerde toehoorders, het is wellicht voor sommigen van U, die wat verder van de instellingen van wetenschappelijk onderwijs afstaan, nuttig even te herinneren aan de bestuursvorm van de instellingen die althans bij deze Technische Hogeschool zo voortreffelijk heeft voldaan en die in 1970 als verouderd van tafel werd gevergd. Tot 1970 werd de Hogeschool bestuurd door het College van Curatoren, dat zich bezighield met de beheersaangelegenheden van de instelling en de Senaat, bestaande uit de gezamenlijke hoogleraren die verantwoordelijk waren voor onderwijs en onderzoek.

Ik heb het voorrecht gehad het functioneren van dit bestuur van dichtbij te mogen volgen gedurende het academisch jaar 1967-1968 en ik heb van dit bestuursstelsel een uitstekende indruk behouden. Wat opvolgende colleges van Curatoren belangeloos voor deze Hogeschool hebben gedaan laat zich nauwelijks beschrijven. Men hoort daar niets meer van en jonge studenten hebben er nooit van gehoord. Oudere academici weten — naar mij meermalen gebleken is — niet dat Curatoren er niet meer zijn.

De gehele nieuwe, na-oorlogse opzet met de totstandkoming van een schitterend complex van nieuwe gebouwen met voortreffelijke uit-

rusting dankt de Hogeschool voor een groot deel aan de onvermoeide inzet, aan de kundige adviezen en aan de indringende contacten die van het College uitgingen. Het zou mij niet passen thans namen te noemen, maar ik wil niet nalaten de voorzitters nu bij mijn afscheid als hoogleraar aan deze Hogeschool hulde te brengen voor wat zij in voortreffelijk tegenspel met de Senaat, vertegenwoordigd door het college van Rector en Assessoren en in nog compacter vorm door Rector en Conrector, tot stand hebben gebracht.

Het was voor de wetgever eenvoudig geweest het informele 'College van Overleg', waarin Curatoren met Rector en Conrector samenwerkten, een wettelijke basis en de bevoegdheden van een dagelijks bestuur te geven. Als men dan werkelijk een 'sterk bestuur' wenste, dan was de ingreep inderdaad eenvoudig geweest.

De werkelijkheid was anders.

De toenmalige regeerders en vele hoogleraren maakten zich zorgen over de kreten om 'democratisering', 'medezeggenschap', 'openheid van alle stukken', etcetera. Misdragingen van studenten, vooral in Amsterdam en Nijmegen, later ook in andere academiesteden, hadden een droevig effect. Steeds meer kwamen degenen die verantwoordelijkheid voor de instellingen droegen, onder de indruk van 'acties', zogenaamde 'bezettingen', die in veel gevallen niet meer voorstelden dan het bluffen van een aantal oproerige studenten, veelal aangevoerd door beroepsagitatoren die met Universiteit of Hogeschool niets te maken hadden. Het was in deze broeierige sfeer dat aan de beide pijlers van het nieuwe bouwwerk van geestelijke onmacht werd gewerkt: twee pijlers, angst en onkunde, droegen het 'Voorontwerp van de Wet Universitaire Bestuurshervorming 1970'. Vanaf de eerste kennisneming van dit voor de instellingen van wetenschappelijk onderwijs levensgevaarlijke stuk heb ik mij bij iedere gelegenheid die zich voordeed hiertegen heftig verzet, zonder resultaat evenwel; in de ogen kring waagde men nauwelijks zich werkelijk met kracht te verzetten. Buitenstaanders, waaronder de leden van de Staten Generaal, zagen reeds de 'politieke haalbaarheid' van de nieuwe wet, die in de ogen van fervente democratiseerders allereerst ten doel had de 'autoritaire en conservatieve hoogleraren' van hun 'macht' te ontdoen, teneinde de instellingen in gedemocratiseerde lustverblijven te veranderen. Hier en daar gaf men uiting aan tevredenheid over eigen flinkheid: het geroep om het 'one man - one vote' - systeem en het 'iedereen beslist over alle zaken' was immers afgewezen en een doorwrocht werkstuk werd aan de Staten Generaal aangeboden. Men behoefde geen begenadigde profeet te zijn om na lezing van dit warrige wetsontwerp te begrijpen dat een tijd van diepe ellende voor de instellingen en in het bijzonder — en geheel onnodig — voor onze Hogeschool ging aanbreken.

Toen het reeds duidelijk was dat de met zorg voorbereide ramp-

spoed niet meer af te wenden zou zijn, hield de Vaste Commissie voor het Wetenschappelijk Onderwijs van de Tweede Kamer een zogenaamde hoorzitting. Ik heb deze hoorzitting op eigen gelegenheid bezocht op 23 oktober 1969 na binnen de gestelde termijn mijn te verdedigen stellingen in zestigvoud bij de Griffier te hebben ingeleverd. Ik zal U niet te lang vervelen met de inhoud van de door mij verdedigde stellingen, maar meen U enkele hoofdpunten uit die stellingen niet te mogen onthouden.

De aanhef van stelling 1 luidde:

1. 'Reorganisatie van Universiteit en Hogeschool volgens de richtlijnen van de Nota Veringa zal in geen enkel opzicht de zo gewenste grotere autonomie van de instellingen versterken';

en stelling 3:

3. 'Voor het bestaande dualisme * zal, indien de richtlijnen uit de nota grondslag voor een nieuwe wet zouden worden, een nieuw dualisme, namelijk Universiteits-(Hogeschool-)raad en Universiteits-(Hogeschool-)bestuur, in de plaats komen.

Gelet op de wijze waarop de beide genoemde organen tot stand zouden moeten komen en de onduidelijke omschrijving der bevoegdheden ligt een groot aantal bijna onoplosbare conflicten in de lijn der verwachting.

De Universiteit zal daarom bij invoering van deze gewijzigde bestuursstructuur aanzienlijk aan bestuurbaarheid inboeten en in bepaalde gevallen onbestuurbaar worden'.

De leden van de hoorcommissie demonstreerden welke bewegingsmogelijkheden de ingenieuze bevestiging van het menselijk hoofd aan de romp toelaat. De beweging in het verticale vlak, die hier en daar werd gedemonstreerd, liet de keuze tussen slaperigheid en instemming aan de toeschouwer, die in het horizontale vlak onderstreepte de reeds genoemde 'haalbaarheid' van het ontwerp.

De Hogeschool heeft de gevolgen op zich neer zien komen en ik veroorloof mij deze als catastrofaal te beoordelen.

Op dit punt verschil ik van mening met Blaisse die, nadat hij over het gebrekkige functioneren van de W.U.B. in de hogere bestuursregioenen heeft gesproken, opmerkt: 'dat als de T.H. zelf geen orde op zaken kan stellen, de regering en de volksvertegenwoordiging zullen ingrijpen'. Regering en volksvertegenwoordiging hebben in 1969/1970 reeds ingegrepen; het resultaat is bekend.

Hooggeachte toehoorders,

Over de nieuwe bestuursstructuur van deze T.H. zou nog veel te zeggen zijn, maar dat zou U bijzonder gaan vervelen en ik zou in

* Curatoren en Senaat.

gebreke blijven mijn belofte van korthed na te komen. Ik wil daarom tot slot een positief geluid laten horen.

Ook vóór de totstandkoming van de W.U.B. 1970 werd op veel plaatsen in de Hogeschool door leerstoelen, die op verwante gebieden werkzaam waren, in groepsverband samengewerkt. In de vakgroepen is dit samengaan wat sterker geaccentueerd en het is nu gelegaliseerd. Hoewel dit niet overal nog het geval is zijn er verschillende vakgroepen die door beter onderling contact van de medewerkers van verschillende leerstoelen, door meer intensieve samenwerking bij aanschaffing en gebruik van apparatuur en door een meer doordachte personeelsbezetting, tot doelmatig samenwerkende eenheden gaan uitgroeien. Dit gunstige effect had ook met enkele eenvoudige wijzigingen in de oude wet bereikt kunnen worden. Zelf heb ik mij aanvankelijk uit afkeer van de W.U.B. 1970 en uit gebrek aan vertrouwen in de positieve werking daarvan onthouden van het bekleden van enige bestuurstaak.

In 1973 heb ik mij, nadat ik eerst voor de vergadering van een volledig vakgroepbestuur nog eens mijn bezwaren tegen de nieuwe structuur had uiteengezet, beschikbaar gesteld als voorzitter van de Vakgroep Werktuigbouwkundige Produktietechnieken, die thans 140 leden bevat, waaronder tot 1 september j.l. 9 docenten.

Ik zie met dankbaarheid op die laatste drie jaren terug omdat ik, dank zij de voortdurende spontane medewerking van het dagelijks bestuur en de bedrijfsingenieur, met grote voldoening in die functie werkzaam heb kunnen zijn. Die periode heeft mij tot de opvatting gebracht dat bij alle ellende die over de Hogeschool gekomen is, bij positieve instelling van de vakgroepmedewerkers deze kleine bestuurseenheden goed kunnen werken en dat zij bepaald tot verbetering van de werkomstandigheden kunnen bijdragen. Alle medewerkers uit deze periode ben ik veel dank verschuldigd.

In de loop van de jaren die ik bij deze Technische Hogeschool werkzaam mocht zijn, zijn omstreeks 120 studenten bij mij afgestudeerd. Velen heb ik min of meer in hun loopbaan kunnen volgen. Eén hoogleraar aan deze Hogeschool en één lector zijn tot nu toe uit de groep voortgekomen, velen bekleden belangrijke posities in het bedrijfsleven. Ik ben overtuigd dat zij ieder op eigen gebied en met hun eigen specifieke mogelijkheden hun bijdrage aan de zich snel ontwikkelende samenleving zullen leveren.

Het is die verwachting die bij mij gevoelens van grote dankbaarheid opwekt.

Ik dank U voor Uw aandacht.

Literatuur

Prof. Ir. D. A. A. Koolen, *De werktuigkundig ingenieur-constructeur*, Diesrede T.H. Delft (1968).

Prof. Dr. B. S. Blaisse, *Grepen uit het wel en wee van samenleving en L.T.*, Afscheidscollege, Delftse Universitaire Pers (1976).

Statistisch handboek, Metaal- en Electrotechnische Industrie, FME/CBS (1975).

'Automatisering', Vakantieleergang 1956, Afdelingen Elektrotechniek en Werktuig- en Scheepsbouw van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, *De Ingenieur*, 40, 43, 46, 50 (1956) en 1, 3, 5, 6 (1957).

Dr. Ir. T. Storm, *Design of a high-speed cylindrical grinding machine*, Dissertatie T.H. Delft (1976).

Hoger onderwijs in de toekomst, Nota van de Minister van Onderwijs en Wetenschappen (december 1975).

'Zelfstandige taakvervulling van de Universiteit en Hogeschool', *Academische Raad*, 6, Staatsuitgeverij ('s-Gravenhage, 1968).