

Meer investeren in onderwijs

Citation for published version (APA):

Thoenes, D. (1996). *Meer investeren in onderwijs*. Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1996

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.

Meer investeren in onderwijs

Afscheidscollege

Prof.dr.ir. D. Thoenes



Technische Universiteit Eindhoven

Afscheidscollege

Uitgesproken op 16 februari 1996
aan de
Technische Universiteit Eindhoven

Prof.dr.ir. D. Thoenes

Mijnheer de Rector Magnificus,
Dames en heren,

Angst voor de waarheid

Volgens een oude traditie wordt een promovendus bij de academische promotie terzijde gestaan door twee paranimfen. Dezen waren in vroeger tijden gewapend met sabels om de oproerige menigte op een afstand te kunnen houden. De menigte kon oproerig worden als zij niet kon verdragen de *waarheid* te vernemen uit de mond van de wetenschapper. De waarheid was immers voor velen bedreigend! Wij herinneren ons Galilei, die niet mocht verkondigen dat hij uit waarnemingen had afgeleid dat de aarde om de zon draaide. Wij denken misschien dat die angst voor de waarheid tot het verleden behoort, maar het is niet moeilijk in te zien dat deze angst ook nu nog steeds wijd verspreid is, en hier en daar zelfs gevaarlijke vormen aanneemt. Het begrip waarheid wil ik hier niet gebruiken in een algemene filosofische betekenis, doch beperken tot *dé* waarheid welke het tastbare deel van de wereld betreft. Deze is te verifiëren door waarnemingen in combinatie met logisch denken. Kennis van *dé* waarheid ontwikkelt zich met de groeiende mogelijkheden van experimenteel onderzoek en van het gebruik van computers om de verkregen gegevens te ordenen. Daarnaast bestaan er nog andere waarheden, welke men kan leren kennen door bespiegelingen, en die we vooral niet moeten verwarren met de wetenschappelijke. Deze andere waarheden laat ik hier vandaag verder buiten beschouwing.

De wetenschappelijke waarheid waarover ik hier wil spreken, is in hoge mate maatschappelijk relevant. Ze wordt immers gebruikt in technische ontwikkelingen die door de samenleving kunnen worden toegepast. Deze toepassingen kunnen in bepaalde opzichten zeer waardevol zijn, maar kunnen ook nadelige en zelfs rampzalige gevolgen hebben. Daarom is onze kennis van de wetenschappelijke waarheid voor ons allen bijzonder belangrijk.

Nu kan lang niet iedereen wetenschappelijk onderzoek doen; iedereen heeft echter wel met de gevolgen van onderzoek te maken. Onder degenen die geen onderzoek doen - en dat zijn de meeste mensen - wil men de resultaten van technische werkwijzen vaak maar al te graag benutten. Tegelijk wil men echter de wetenschappelijke waarheden die hieraan ten grondslag

liggen, niet altijd kennen. Zo kan een publieke opinie postvatten die geheel of gedeeltelijk is gebaseerd op onwaarheden. Hier volgen enkele bekende voorbeelden, maar U kunt er zelf nog vele andere vinden:

- *Velen denken en verkondigen dat kunststoffen (plastics) inferieure materialen zouden zijn, die we beter zouden kunnen weren. Serieuze vergelijkingen op basis van relevante materiaaleigenschappen, energiekosten en milieuvriendelijkheid leren ons dat in veel toepassingen kunststoffen superieur zijn aan meer conventionele kunstmatige materialen, zoals papier, glas en metalen.*
- *Veel mensen menen dat allerlei toevoegingen aan levensmiddelen, zoals conserveringsmiddelen, schadelijk voor de gezondheid zouden zijn en zelfs kankerverwekkend, ook al leert serieus onderzoek dat dit niet zo is. Daarentegen sluit men de ogen maar al te graag voor de reële gevaren van voedselbederf.*
- *In 1994 is bij Koninklijk Besluit vastgesteld dat het roken van tabak ernstige gevolgen voor de gezondheid heeft. Dit was reeds tientallen jaren bekend, maar een meerderheid van de mensen wilde het niet weten. Bovendien is tabaksrook nog altijd de ernstigste milieuverontreiniging waaraan de mens blootstaat. Maar ook deze waarheid wordt door een deel van de bevolking ontkend.*

Dit soort bijgeloof heeft te maken met een *angst voor de waarheid*, of, om te spreken met Woltz, met een *verlangen naar onwetendheid*. Deze journalist hield in 1994 zijn intrede aan de Erasmus-universiteit, met als titel: "Met de handen voor de ogen; over het verlangen naar onwetendheid". Hij toont aan dat wij allen, naast een drang om te weten, ook een drang hebben om *niet te weten*, om onze ogen te sluiten voor informatie waarmee wij geen raad weten, omdat deze niet past in het wereldbeeld dat wij op dat moment hebben. Doordat er zoveel informatie op ons afkomt zouden wij ons wereldbeeld bijna dagelijks moeten herzien, zonder de consequenties daarvan in de beschikbare tijd te kunnen doordenken. Hierbij komt dat de sterk groeiende informatiestromen lang niet altijd bijdragen aan toename van kennis. Kennis is immers *geordende informatie*, en hoe meer informatie we ontvangen hoe moeilijker het is die te ordenen.

Ik zie hierin overigens parallellen met "De angst voor vrijheid", waarover Erich Fromm reeds schreef in 1941. Hij wees er toen al op dat het voor velen gemakkelijker is zich te onderwerpen aan een systeem met voorgedraaide ideeën, dan om eigen verantwoordelijkheid te dragen en de ideeën die op je afkomen op hun waarheidsgehalte te toetsen. Hij doelde

toen natuurlijk op het gevaar van het nazisme. Veel later heeft men in West-Europa toch nog op bedenkelijk grote schaal de valse ideologieën aangehangen van Stalin en van Mao-Zedong. De oppervlakkige aantrekkelijkheid daarvan was voor velen een reden om af te zien van gewetensvol onderzoek.

Het wordt steeds belangrijker om de jeugd op te voeden tot kritisch zoeken naar waarheden, en tot zelfstandige oordeelsvorming. Dit is één pleidooi voor beter onderwijs!

Naarmate de resultaten van wetenschap en techniek ingrijpender gevolgen hebben voor de mensheid, dienen er aan het onderwijs steeds hogere eisen te worden gesteld. Deze eisen betreffen niet alleen een steeds grotere kennis der natuurwetenschappen, maar ook en in nog sterkere mate, een steeds groter vermogen tot logisch redeneren en kritisch denken.

Ik neem nu afscheid na ruim veertig jaar beroepspraktijk, waarvan de helft in de industrie en de helft in het wetenschappelijk onderwijs. Men moet dan met enig perspectief kunnen kijken naar de huidige ontwikkelingen om ons heen, en kunnen nadenken over de vragen: Waar komen we vandaan, waar zijn we mee bezig, waar gaan we naar toe? Ik wil het nu met name hebben over de kwaliteit van ons onderwijs.

Ontwikkelingen in het onderwijs

Als we kijken naar de veranderingen in ons onderwijs in de laatste 25 jaar, dan zien we enkele verheugende ontwikkelingen, en daarnaast zien wij tendenties die bepaald zorgwekkend zijn. Wat direct opvalt, is dat de positieve ontwikkelingen als regel het gevolg zijn van de bezielende inzet van leraren. De negatieve ontwikkelingen zijn voornamelijk het gevolg van structurele maatregelen van de overheid. Deze zijn maar al te vaak gebaseerd op politieke modegrillen, en komen meestal niet voort uit werkelijke behoeften of uit ontwikkelingen in het onderwijsveld. Hiervan wil ik enkele voorbeelden uit de laatste 25 jaar in herinnering roepen.

- Het afschaffen van het afzonderlijke kleuteronderwijs, waardoor de ontwikkelingsmogelijkheden van jonge kinderen in ons land ernstig worden geschaad. Het gaat hier om een heel bijzondere periode in het leven, waarin het kind de wereld om zich heen begint te ontdekken, en daarbij anderhalf keer zo oud wordt. Overal in de westerse wereld heeft men hier een speciale schoolvorm voor gekozen, maar in Nederland is

die afgeschaft, om redenen die niet te maken hadden met de belangen van de kinderen.

- *De "mammoetwet", waardoor indertijd de brede basis in het Voorbereidend Wetenschappelijk Onderwijs (VWO) is weggevallen, welke heeft plaats gemaakt voor een ongewenste vroegtijdige specialisatie. Dit beperkt de mogelijkheden voor een latere beroepskeuze van onze kinderen.*
- *De Wet Universitaire Bestuurshervorming (WUB), welke een effectieve besturing van het onderwijsproces en vooral van het lange-termijnbeleid op de universiteiten feitelijk onmogelijk maakte. Dit heeft geleid tot grote stagnering in de ontwikkelingen van het wetenschappelijk onderwijs gedurende een periode van ruim twintig jaar.*
- *De voorwaardelijke financiering van het universitaire onderzoek, welke niet alleen remmend werkte op een goede ontwikkeling van het onderzoek, maar die tevens nadelig was voor het wetenschappelijk onderwijs.*
- *Het bevorderen van de zogenaamde doorstroming van leerlingen naar steeds hogere vormen van onderwijs, zonder enige selectie, en het gelijktijdig stellen van eisen aan kwantitatieve studierendementen.*

Al deze maatregelen hebben een negatief effect gehad op de kwaliteit van het onderwijs. Gedurende de laatste 15 jaar heeft de overheid voornamelijk nog oog gehad voor bezuinigingen, die verder kwaliteitsverlagend werkten. We hebben in Nederland gekozen voor een grote werkloosheid onder leraren door de schoolklassen te groot te maken en de leraren teveel lessen per week te laten geven. Leraren in Nederland zijn meestal of overwerkt of werkloos.

Wat het universitaire onderwijs betreft zijn allereerst de bezuinigingen in de alfa-faculteiten van de laatste jaren zorgwekkend, vooral bij de letteren. We zien dat culturele waarden het eerst worden opgeofferd. Maar nu slaan de bezuinigingen overal toe, terwijl niemand werkelijk kan uitleggen waarom in een welvarende maatschappij als de onze op onderwijs moet worden beknipt.

Het onderwijsbeleid in Nederland van de laatste jaren kan als volgt worden samengevat: er moeten zoveel mogelijk jonge mensen zo goedkoop mogelijk worden opgeleid tot zo hoog mogelijke diploma's, maar de kwaliteit van de opleidingen is niet werkelijk van belang.

Natuurlijk is de overheid niet de enige schuldige. De volksvertegenwoordiging treft in feite meer blaam. Deze zou juist pal moeten staan voor de

belangen van onze jeugd, en voor de toekomstige kennispositie van ons land. Maar zij stelt in werkelijkheid heel andere prioriteiten.

Het is duidelijk dat de onvoldoende waardering voor een goede kwaliteit in het onderwijs samenhangt met bepaalde ontwikkelingen in waardepatronen in de samenleving. Het is goed daarbij stil te staan, want deze kunnen gezien worden als de sleutel van de problemen in ons onderwijs.

Ontwikkelingen in de samenleving

Kijken we naar de waardeschalen in onze samenleving, dan zien we allereerst een groeiende overwaardering voor het materialisme, voor het uiterlijke, voor mode, voor oppervlakkigheid, en een afnemend gevoel voor geestelijke inhoud, voor traditie en voor cultuur.

In de politiek gaat het tegenwoordig vrijwel uitsluitend over verdeling van geld, en niet over duurzame waarden. Het gaat over koopkracht, en niet over de kwaliteit van het bestaan. En wat doen we met die koopkracht? Voor een belangrijk deel wordt die gebruikt om ons te omringen met materiële zaken.

Het is opmerkelijk hoeveel geld er wordt uitgegeven aan overbodige luxe en aan duur maar nutteloos speelgoed voor volwassenen, zoals vierwiel-aangedreven terreinauto's, extra lawaaierige motorfietsen, en dergelijke. Daarnaast worden enorme bedragen besteed aan zaken die na korte tijd op de afvalhoop terechtkomen.

Daartegenover staat dat grote collectieve belangen zoals onderwijs, cultuur, veiligheid en leefbaarheid worden verwaarloosd door "gebrek aan geld". Bij de publieke voorzieningen gaat het hoofdzakelijk over kosten, en nauwelijks meer over de intrinsieke waarde van de opbrengsten. Wat vooral opvallend is, is dat ministeries en andere overheidsorganen steeds weer onverantwoorde bezuinigingacties doorvoeren, en die presenteren alsof het om verbeteringen gaat. Wij zien dit niet alleen in het onderwijs, maar bijvoorbeeld ook in de recente plannen voor gedeeltelijke afbraak van geestelijke gezondheidszorg, en in het heilloze streven om openbare diensten te privatiseren.

Zowel in het bedrijfsleven als bij de overheid zien we een toename van het denken in structuren en vage modellen, met steeds minder aandacht voor het belang van kwalitatieve prestaties. Naar mijn mening zijn de veelvuldige

reorganisaties, zowel in het bedrijfsleven als bij de overheid, in de eerste plaats tekenen van zwakte. Ze worden vaak geformuleerd met vage modieuze kreten, maar ze worden zelden gemotiveerd met argumenten die te maken hebben met kwaliteit. Mijs inziens zouden we aan organisatiestructuren niet zoveel betekenis moeten hechten, behalve wanneer ze effectieve samenwerking tussen mensen in de weg staan. Wat in het algemeen veel belangrijker is dan structuren, is de wijze waarop de mensen in de organisatie werken en met elkaar omgaan. Een organisatie moet er op gericht zijn dat individuele werkers naar vermogen zo goed mogelijk werk kunnen leveren, en in samenwerking met hun omgeving zo veel mogelijk kunnen bijdragen aan de doelstellingen van de onderneming of instelling. Dit heeft alles te maken met persoonlijke verhoudingen: kwaliteit ontstaat vooral door individuele prestaties. Verder zien we dat het bedrijfsleven, evenals de overheid, gekozen heeft voor een te klein aantal werkers, die teveel uren per week werken, met teveel dingen tegelijk bezig zijn, en erg veel verdienen, en daarnaast een groot aantal werklozen. We zien hier nogal eens dat doelmatigheid is opgeofferd aan zogenaamde zakelijkheid. In het deel van het bedrijfsleven dat ik kan overzien is er, wanneer men wil, altijd werk genoeg, maar niet altijd voldoende geld. We zouden in het bedrijfsleven, net als in het onderwijs, voor hetzelfde geld meer werk kunnen verzetten, kwalitatief beter werk kunnen leveren, en zowel de overbelasting van de werkenden als de werkloosheid gelijktijdig kunnen verminderen.

Samenvattend kunnen we vaststellen dat de waardering van *kwaliteit*, vooral in niet-tastbare zin, in de Nederlandse samenleving sterk is afgenomen. En daaronder lijdt dan ook ons onderwijs.

De kwaliteit van het wetenschappelijk onderwijs

Zoals ik al aangaf, heeft de overheid het universitaire onderwijs een zware klap toegebracht met de Wet Universitaire Bestuurshervorming, en later met verschillende andere maatregelen. Heel geleidelijk echter hebben de universiteiten zich hiervan weer enigermate hersteld.

Het klinkt misschien ironisch, maar ik denk dat de bezuinigingen in het begin van de jaren '80 in dit opzicht heilzaam zijn geweest. In de jaren '70 was er in veel bèta- en gamma-faculteiten een decadente overvloed aan mensen en middelen. Door die bezuinigingen moesten de universiteiten zich voor het eerst na ruim tien jaar weer op hun taak in de samenleving richten! Bovendien begon men genoeg te krijgen van de zogenaamde democratische

ring, die in werkelijkheid meer een politisering was, waarin voornamelijk collectief opportunisme een kans kreeg, en waar weinig ruimte was voor persoonlijke visie. Er ontstond steeds meer weerzin tegen de eindeloze en zinloze vergaderingen, waaraan vele wetenschappers vroeger een kwart of meer van hun tijd moesten besteden. De tijd die daarna geleidelijk vrij kwam, kon worden gebruikt voor nuttiger zaken. Men heeft op de universiteiten nu steeds meer de officiële organisatiestructuren terzijde geschoven. Dit is in de eerste plaats het onderzoek, en daarnaast het onderwijs, zeer ten goede gekomen.

De kwaliteit van het wetenschappelijk onderwijs, althans van het stuk dat ik kan overzien, is dan ook in de laatste tien jaar in belangrijke mate toegenomen. De verbeteringen betreffen vooral het onderwijsaanbod: de inhoud van het studieprogramma is nu aanmerkelijk beter dan vroeger. Dit is ook het gevolg van wetenschappelijke ontwikkelingen, vooral in de meer toegepaste gebieden zoals katalyse, polymeerchemie en proceskunde. Ook wat de leermethoden betreft is er vooruitgang geboekt. Het interessante is, dat de traditionele *hoorcolleges*, mits goed gegeven, nuttiger bleken te zijn dan men vroeger wel dacht. Vooral de laatste jaren is het gehele onderwijsproces meer centraal in de belangstelling komen te staan. De rector van deze Technische Universiteit heeft persoonlijk verschillende initiatieven genomen gericht op verdere kwaliteitsverbetering van ons onderwijs. Verder heeft de zogenaamde onderwijsvisitatie stimulerend gewerkt. Naar aanleiding daarvan is op initiatief van de faculteit Scheikundige Technologie de inrichting van het onderwijs aan de TU Eindhoven met ingang van dit studiejaar ingrijpend gewijzigd. Uitgangspunt daarbij was dat in elke periode van de studie niet meer dan drie vakken worden onderwezen. Interessant was verder de ontdekking dat we feitelijk *teveel* onderwijs gaven. Er is nu meer tijd ingeruimd voor zelfstudie, en er zijn maatregelen genomen om deze effectief te bevorderen.

Onze studenten hebben aan de gedachtenvorming over de verbetering van het onderwijsproces in belangrijke mate bijgedragen. Verder is er in onze faculteit een werkgroep opgericht voor de kwaliteitsbewaking van het onderwijs. Dit zijn allemaal waardevolle ontwikkelingen.

Daarnaast zou ik willen wijzen op enkele tekortkomingen die ik nog steeds waarneem in onze huidige universitaire opleidingen. Zij hebben hun oorzaak in de recente geschiedenis.

De belangrijkste tekortkoming heeft volgens mij te maken met de te grote schaal van onze universiteiten, waardoor het onderwijs vooral in de lagere

studiejaren te massaal is. Natuurlijk is dit gebeurd om economische redenen: massaal onderwijs is goedkoper. Dit is echter maar ten dele waar. Organisaties worden boven een bepaalde minimum-grootte *relatief* duurder, omdat men meer tijd nodig heeft voor communicatie, dat wil zeggen voor vergaderen en voor het lezen en schrijven van stukken. De daarvoor benodigde tijd is namelijk bijna evenredig met het kwadraat van het aantal betrokken personen (om precies te zijn: met $n(n-1)$ waarin n het aantal betrokken personen is). Daardoor zijn er op grotere schaal ook naar verhouding meer personen in staffuncties nodig.

Onze Technische Universiteiten zijn opgezet voor ongeveer 140 studenten per studiejaar, per studierichting. Dit is voor het geven van goed onderwijs, waarbij de individuele student nog enige aandacht kan krijgen, ongeveer een factor twee te groot. Wanneer we inderdaad zoveel ingenieurs willen opleiden, hadden we dus eigenlijk niet drie, maar vijf of zes Technische Universiteiten moeten hebben in Nederland. Vanwege de hiervoor genoemde argumentering denk ik dat dit niet veel duurder had behoeven te zijn. De kleinere meer menselijke schaal zou de kwaliteit van het onderwijs ten goede zijn gekomen. Dit is nu niet meer te veranderen, maar we zouden wel kunnen streven naar meer kleinschalige onderwijsvormen, zoals werkcolleges en projectgroepen, waarin de student meer aandacht krijgt.

Een andere opvallende tekortkoming in ons huidige onderwijs is naar mijn mening, dat er een steeds groter verschil is gegroeid tussen de inhoud van ons onderwijsaanbod en de feitelijke kennis van de gemiddelde afgestudeerde. Dit is mijn indruk, en het zou interessant zijn hiernaar onderzoek te doen. Gemakkelijker is in te zien dat wij in onze examens eigenlijk zeer bescheiden eisen stellen. Wie 55% van de tentamenvragen goed beantwoordt, krijgt een voldoende. In de ingenieurspraktijk moet men evenwel gemiddeld zeker meer dan 95% van de gestelde vragen goed kunnen beantwoorden. Maar daar is dan wel meer tijd voor beschikbaar. Als we veel hogere exameneisen zouden stellen, zouden zoveel studenten zakken! Ik ben van mening dat het gewenst zou zijn dat de studenten meer tijd besteden aan het bestuderen van een bepaalde hoeveelheid stof. Dat zou bij een gegeven studietijd een inkrimping betekenen van het studieprogramma met gelijktijdige relatieve verzwaring van de exameneisen.

Overigens moeten we ons afvragen of de gebruikelijke vorm van schriftelijk tentamineren altijd de beste methode is om de vaardigheden van de studenten te toetsen. Ik denk dat we meer zouden moeten zoeken naar methoden waarbij niet alleen de kennis maar ook het creatief gebruik van wetenschap

en techniek getoetst wordt. Zulke toetsmethoden kunnen de vorm hebben van kritische literatuurscripties, of van individuele opdrachten gebaseerd op meer complexe vragen, waarvan de antwoorden niet vooraf bij de docent bekend zijn. Ook ontwerpstudies kunnen in dit verband zinvol zijn; hierbij kan de student vooral zijn creativiteit tonen. Zulke toetsmethoden kunnen kwaliteitsverhogend werken. Ze zijn in het algemeen ook kostenverhogend, maar ik vind dat wij dat er voor over moeten hebben.

Vervolgens moeten we vaststellen dat een opleiding méér moet zijn dan de som van de vakken waarin wij onderwijs geven. Natuurlijk zou dit zo moeten zijn, maar het is lange tijd te weinig het geval geweest. De steeds groeiende specialisatie in de wetenschap heeft dit bemoeilijkt. Iedere docent is immers genoodzaakt zich allereerst te profileren als wetenschapper, en dat betekent meestal dat hij of zij specialist moet worden op een steeds smaller gebied. Dat was vroeger ook wel zo, maar in het snel uitdijende wetenschappelijke heelal zijn de afstanden tussen verschillende specialismen voortdurend groter geworden. Het is dus steeds moeilijker geworden voor de docenten aan één faculteit om samen vorm te geven aan één opleiding. Daarbij kwam dat de WUB-structuur dit lange tijd zelfs formeel onmogelijk heeft gemaakt. Nu met het begin van dit studiejaar de ingenieursopleidingen weer vijfjarig zijn geworden, heeft men op alle drie Technische Universiteiten dit probleem onderkend. Er is besloten de opleiding uit te breiden met grote multidisciplinaire projecten, welke overigens nog moeten starten. Dit is een waardevol plan.

Er zijn echter nog andere mogelijkheden. Het afstudeerproject is het afsluitende en ook het belangrijkste onderdeel van de studie. In ons vakgebied bestaat dit project uit het zelfstandig uitvoeren van een onderzoek, dat meestal deel uitmaakt van een groter project. Hier leert de student voor het eerst zelfstandig nieuwe problemen aan te pakken. Door de ontwikkelingen in de wetenschap zijn de afstudeerprojecten in het algemeen steeds specialistischer geworden, ook die welke door de industrie worden gefinancierd. Daarbij is het niveau van het afstudeerwerk in het algemeen toegenomen. Dit heeft geleid tot een dilemma: is een stuk degelijk wetenschappelijk werk een optimale bijdrage aan de ontwikkeling van de aanstaande ingenieur? Voor hen die verder gaan in fundamenteel onderzoek is het antwoord zeker "ja". Maar de meeste scheikundig ingenieurs komen terecht in meer toegepaste werkgebieden zoals proces- en produktontwikkeling, procesontwerp en dergelijke. Hiervoor is een meer integrale aanpak vereist, die wij in principe ook zouden kunnen bieden. We zouden in onze Technische Universiteiten aanzienlijk meer plaats kunnen inruimen voor interdisciplinair

onderzoek. Met name de faculteiten Scheikundige Technologie zouden ruimte kunnen maken voor onderzoekprojecten waarin medewerkers van verschillende vakgroepen samenwerken. Aan zulke projecten is duidelijk behoefte, en vooral de grote industriële ondernemingen zullen deze gaarne steunen, omdat ze in hun eigen R&D-laboratoria daarvoor te weinig personeel hebben. Zulke projecten zouden geschikt zijn voor deelname door afgestudeerden, terwijl ze voor de wetenschappelijke staf een nieuwe uitdaging inhouden. Elke faculteit zou daarvoor een afzonderlijk centraal laboratorium kunnen inrichten. Om een effectieve samenwerking tussen vakgroepen mogelijk te maken, is het wel nodig dat de bestuursvorm van de faculteiten wordt gewijzigd.

Als dat gerealiseerd wordt, vervallen daarmee tevens de voornaamste argumenten voor het oprichten van een zogenaamd Topinstituut Chemie, zoals dat is voorgesteld door de Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging en de Vereniging Nederlandse Chemische Industrie. Het is te verwachten dat een dergelijk instituut, net als de onderzoekscholen, voornamelijk zal bijdragen aan een verdere toename van de bureaucratie. Er is behoefte aan een organisatievorm van de faculteiten die de noodzakelijke samenwerking niet in de weg staat, maar er is geen behoefte aan nog meer organisatiestructuren. Het is naar mijn mening zeer onwaarschijnlijk dat deze ooit kunnen bijdragen aan de kwaliteit van het onderzoek. Bovendien zullen ze het effect hebben dat onderzoekers worden losgeweekt van het onderwijs, hetgeen alleen maar nadelige gevolgen kan hebben voor onze opleidingen.

Taal en natuurwetenschap

Een heel ander probleem dat een grote rol speelt bij het onderwijs en het onderzoek in de natuurwetenschappen, is het doelmatig gebruik van *taal*. Er bestaat een belangrijke relatie tussen taal en wetenschap, die niet iedereen onmiddellijk herkent. Wetenschap ontstaat door ordening van waarnemingen en het ontdekken van verbanden daartussen. Meestal vraagt dit om berekeningen.

Soms leiden deze tot nieuwe theorieën. Daarvoor is logisch denken nodig. Nu is logisch denken zonder taal niet mogelijk, want pas wanneer men gedachten in taal heeft uitgedrukt, kan men deze op hun juistheid toetsen. Velen kennen de ervaring dat al schrijvende de beste ideeën ontstaan. Hoe dan ook, de resultaten van ons meet-, reken- en denkwerk kunnen pas *wetenschap* worden genoemd, wanneer ze in voor anderen begrijpelijke taal zijn geformuleerd.

Kort gezegd: wetenschap kan alleen bestaan bij de gratie van de taal.

Nu is een van de belangrijkste conclusies die ik moet trekken uit mijn onderwijservaring, dat de prestaties van vrij veel studenten *begrensd* worden door hun beperkte vermogen zich effectief uit te drukken in de taal, niet alleen mondeling, maar vooral ook schriftelijk. We zien dat niet alleen bij verslagen over verricht werk, maar ook bij schriftelijke tentamens. Ik denk dat dit het gevolg is van het gebrekkige onderwijs in de Nederlandse taal op onze scholen, vooral op de basisscholen. De tekortkomingen betreffen niet alleen de spelling en de grammatica, maar vooral de syntaxis. Het gevolg daarvan is dat veel studenten moeite hebben met logische formuleringen, en met een goede betoogtrant. We zien dit trouwens ook in het bedrijfsleven: slordig taalgebruik (vooral van managers!) is ook daar een wezenlijke hindernis bij de zo belangrijke interne communicatie.

Het gebrek aan taalvaardigheid bij de studenten is naar mijn mening op het ogenblik een belangrijke beperkende factor in ons onderwijs. Hierin is *dringend* verbetering nodig. In dit verband is het voor de vorming van de studenten ook gewenst dat zij gedurende de gehele studie goede literatuur blijven lezen.

In een zich verenigend Europa wordt het gebruik van vreemde talen steeds belangrijker. Sommigen menen dat we in Europa met één gemeenschappelijke taal kunnen volstaan, namelijk slecht Engels. Dit is een illusie. Het is voor ons Nederlanders belangrijk om niet alleen goed Engels, maar ook goed Duits en Frans te kennen. Onze cultuur is nauw verwant met en sterk beïnvloed door de Duitse en Franse culturen, en het is van belang om met deze culturen vertrouwd te zijn. Bovendien geeft kennis van het Frans weer gemakkelijker toegang tot de andere Romaanse talen. Verder is volgens mij voor kleine landen als Nederland een rol weggelegd om een brugfunctie te vervullen tussen de grote mogendheden in West-Europa. En wanneer onze ingenieurs zich in de toekomst op de arbeidsmarkten van andere landen in de Europese Unie willen begeven, zullen zij zich toch de talen van die landen moeten eigen maken. Ik pleit er daarom voor dat Duits en Frans weer verplichte vakken worden voor het VWO-examen, en dat studenten aan Technische Universiteiten regelmatig talencursussen volgen.

Over de inhoud van de scheikundig-ingenieursopleidingen

Zoals ik reeds eerder aangaf is de kwaliteit van onze studieprogramma's

naar mijn mening zeer hoog. En wij hebben, met name in Eindhoven, een goede balans gevonden in het studieprogramma tussen scheikunde, proceskunde en materiaalkunde. Wel vind ik onze opleiding teveel gericht op wetenschap en te weinig op de praktische uitoefening van het ingenieursberoep.

Wanneer wij bezien hoe ons gehele studieprogramma zich in de loop der jaren heeft ontwikkeld, dan zien we een voortdurende toename van het algemene ten koste van het specifieke. Onze studenten weten steeds meer van de structuur van de materie, van reactiemechanismen, katalyse, transportverschijnselen, technologische methoden en modelleringen. Maar vraag een vierdejaars student eens hoe soda wordt gemaakt, of glycol, dan is de kans groot dat hij of zij het antwoord schuldig blijft. Er is mijns inziens nog behoefte aan een vierde- of vijfde-jaars college waarin integrale chemische processen worden behandeld, inclusief chemische en proceskundige aspecten.

Ook vind ik dat studenten een te klein deel van hun studie besteden aan practica. Vooral het preparatieve chemische practicum is voor aanstaande ingenieurs buitengewoon leerzaam, vooral om gevoel voor de materie te krijgen. Verder kan men juist op dit gebied individuele opdrachten uitvoeren, die een goede basis vormen voor het bedrijven van de chemische technologie. Men leert zelf ervaren hoe bepaalde chemische reacties en fysische scheidingen worden verwezenlijkt. Zulke practica zouden naar mijn mening mogen worden uitgebreid, ten koste van enige theoretische kennis.

Verder wil ik in dit verband voorstellen het proceskundige deel van het studieprogramma uit te breiden met een verplicht college procesontwerp, ten koste van enige theoretische proceskundige kennis. Ook vind ik het gewenst dat er meer mogelijkheden komen om af te studeren op ontwerp-projecten.

Dergelijke wijzigingen van het studieprogramma zouden niet alleen tegemoet komen aan behoeften van het bedrijfsleven, maar zouden ook meer recht doen aan de aanleg van een deel van onze studenten.

De toekomst van de chemische technologie

Ontwikkelingen in de chemische technologie zullen vooral gezocht moeten worden in de interactie tussen chemie, proceskunde en materiaalkunde. De

proceskunde zal in toenemende mate van belang worden voor toepassingen gericht op verbetering van de kwaliteit van produkten.

Het is niettemin geen gemakkelijke opgave om in te zien in welke richting het onderwijs zich in de toekomst zal moeten ontwikkelen. Met de voortdurend groeiende wetenschappelijke kennis wordt het moeilijker om keuzes te maken. Aan de éne kant moeten we ons beperken tot wetenschappelijke principes en methoden, aan de andere kant worden er door de samenleving steeds indringender vragen gesteld die een technische oplossing vereisen. We kunnen er niet omheen om daarmee in toenemende mate rekening te houden, zowel bij ons onderzoek als bij ons onderwijs. Wij zullen ons meer moeten bezighouden met de vraag waar wij in West-Europa naar toe willen. In onze hoge-lonenlanden zullen wij het steeds meer moeten hebben van kennis-intensieve produkten en processen. Goede voorbeelden van terreinen waarop Nederland een vooraanstaande positie heeft verworven, zijn hoogwaardige kunststoffen en kunstvezels, verven, voedingsmiddelen, geneesmiddelen, alsmede geoptimaliseerde bulkprocessen met een nauwkeurige procesbeheersing. Om in een wereldwijde concurrentie deze positie te behouden, zullen we niet minder moeten investeren in industriële research, maar méér. In de grote ondernemingen wordt research en ontwikkeling steeds meer gericht op de belangen van produktgroepen. Voor ondersteuning van de lopende productie en verkoop is dat doelmatig. Onderzoek gericht op de toekomstige positie van de onderneming kan daardoor echter in het gedrang komen. En om aan de onvermijdelijk stijgende kwaliteitseisen te kunnen voldoen zullen we onze opleidingen niet goedkoper moeten maken, maar duurder. Het is aannemelijk te maken dat de daarvoor benodigde investeringen zichzelf zullen terugbetalen, maar belangrijker is dat ze noodzakelijk zijn voor het op den duur overleven van onze industrie.

De onlangs aangekondigde bezuinigingen in het Wetenschappelijk Onderwijs in Nederland zullen naar mijn verwachting leiden tot een onherstelbare aantasting van de kwaliteit van ons onderwijs. Dit moge de koopkracht in Nederland wellicht ten goede komen, maar het betekent dat wij onze ogen sluiten voor de toekomst. Dit is nu een dramatisch voorbeeld van *angst voor de waarheid*.

Duurzame ontwikkeling

We moeten ons niet alleen inzetten voor het oplossen van de problemen van morgen, maar ook voor die van overmorgen. U kent vermoedelijk het

begrip duurzame ontwikkeling. Daarmee wordt bedoeld dat wij zullen moeten streven naar een wereld waarin we zo voorzichtig omspringen met onze natuurlijke grondstoffen, dat het vervullen van onze behoeften de vervulling van de behoeften van ons nageslacht niet in gevaar brengt. Met de huidige technologische kennis is dat een onmogelijke opgave. Wij teren sterk in op onze voorraden aan ertsen en fossiele brandstoffen en bij het huidige bevolkingsaantal zijn de zich vernieuwende bronnen, zoals de gewassen, onvoldoende om in onze behoeften te voorzien. Door de nog altijd sterk groeiende wereldbevolking worden de problemen alleen nog maar ernstiger.

De voedselvoorziening zal op den duur ons grootste probleem worden. En er kan slechts een duurzame toestand worden geschapen als het grootste deel van de benodigde energie wordt gewonnen uit zonlicht, wind, waterkracht of biomassa. Echter, het kweken van gewassen voor de brandstofvoorziening zal in conflict komen met de behoeften aan landbouwgrond. Onze materialen zullen voor een veel groter deel uit afval moeten worden teruggewonnen (recycling), terwijl de benodigde aanvulling voor een belangrijk deel moet worden gevonden op basis van plantaardige grondstoffen. Daarnaast zou men kunnen denken aan het maken van materialen op basis van laagwaardige minerale grondstoffen die in grote hoeveelheden in de aardkorst aanwezig zijn, zoals kalksteen, klei en zand. Om thermodynamische redenen zal dit evenwel extra grote hoeveelheden energie vragen. Verder zal de milieubelasting door deze ontwikkelingen een steeds groter probleem worden. Er wordt wel eens gesuggereerd dat duurzame ontwikkeling en milieubescherming vanzelf hand in hand zouden gaan. Dit is een romantische maar volkomen onrealistische gedachte. Duurzame ontwikkeling zal juist leiden tot sterk toenemende kosten om de milieubelasting binnen aanvaardbare grenzen te houden. Dit betekent dat het leven onvermijdelijk zeer veel duurder zal worden (Meadows et al., 1992).

Wat ik hier schets vraagt om nu nog onvoorstelbare technische ontwikkelingen. Het gelijktijdig oplossen van de problemen betreffende voedselvoorziening, energie, materialen en milieu, zonder verder in te teren op onze voorraden, zal hoge eisen stellen, met name aan de *chemische* technologie. Daarbij komt dat er haast geboden is, gezien de snelheden waarmee de voorraden opraken en de wereldbevolking blijft groeien. We zullen daarom enorm moeten investeren in research en ontwikkeling, en daarmee samenhangend, in onderwijs. De eerste verantwoordelijkheid voor de benodigde research ligt niet bij de industrie, maar bij de overheid, met name die van de Europese Unie. Overigens zal een wereldwijde samenwerking daarbij

noodzakelijk zijn. De verantwoordelijkheid voor het onderwijs voor de toekomst is vooralsnog een nationale.

Wanneer we *niet* zouden investeren in het noodzakelijke onderzoek en onderwijs, is er weliswaar nog één ander scenario denkbaar om duurzame ontwikkeling te realiseren. Dit is om het bevolkingsaantal op de aarde te laten dalen met een tempo overeenkomend met de uitputting der voorraden. Rekening houdende met nog steeds te ontdekken nieuwe voorraden, moet er dan worden gestreefd naar een constante waarde van de "uitputtingstijd" (quotient van bewezen reserves en verbruik per tijdseenheid) van de kritieke grondstoffen. Na een zekere tijd zouden er nog slechts zó weinig mensen op aarde wonen, dat de levende grondstoffen met de huidige technologie voldoende zijn om blijvend in alle behoeften te voorzien. Naar mijn schatting zou het bevolkingsaantal dan ongeveer met een factor vijf moeten zijn gedaald. Hoe we dit zouden kunnen realiseren is natuurlijk een open vraag. Dit voorbeeld moge dienen om het wereldwijde belang van deze problematiek te benadrukken. Meer dan ooit zal dan ook een beroep gedaan worden op onze saamhorigheid.

Samenvatting

In deze voordracht heb ik er voor gepleit om in onze samenleving de kwaliteit van ons onderwijs en de omvang van het onderzoek te verhogen. Dat zal veel inspanning en betrekkelijk veel geld kosten. Maar dit zal noodzakelijk zijn voor het voortbestaan van onze cultuur, voor het bieden van voldoende ontwikkelingskansen voor onze jeugd en voor het voortbestaan van onze economie op langere duur.

Ik heb enige voorstellen gedaan voor verdere verbetering van onze scheikundig-ingenieursopleiding. Deze sluiten aan bij ideeën die daarover nu reeds in de faculteit leven.

Ten slotte heb ik er op gewezen dat de toekomst van de mensheid afhankelijk is van de ontwikkelingen in de chemische technologie. Deze zullen een enorme inspanning en een nog ongekende wereldwijde samenwerking vereisen. En we zullen waarschijnlijk aanzienlijk moeten interen op onze welvaart.

Ik wil eindigen met een beroemd citaat van de Engelse dichter John Donne. Hij schreef bijna vier eeuwen geleden de volgende regels:

*No man is an island, entire of itself;
every man is a piece of the continent, a part of the main.
If a clod be washed away by the sea, Europe is the less,
as well as if a promontory were, as well as if a manor
of thy friend's or of thine own were;
any man's death diminishes me, because I am involved in mankind,
and therefore never send to know for whom the bell tolls,
it tolls for thee!*

Referenties

- W.Woltz, **Met de handen voor de ogen; over het verlangen naar onwetendheid.**
Oratie Erasmus Universiteit Rotterdam, NRC-Handelsblad (1994).
- Erich Fromm, **De angst voor vrijheid** (vertaling van *Escape from Freedom*,
New York 1941), Bijleveld, 12e druk (1989).
- J.H.van Lint, **Goed kan soms nog beter; over kwaliteit in onderwijs.**
Rede uitgesproken bij de opening van het academisch jaar 1995/1996,
TU Eindhoven (1995).
- D.H.Meadows, D.L.Meadows, J.Randers, **Beyond the limits; global collapse or a
sustainable future.** Earthscan publications (1992).
- John Donne, **Devotions upon emergent occasions XVII** (1624), uit Donne, poems
and prose. Everyman's Library Pocket Poets, p.227 (1995).

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

Informatie:
Academische en Protocolaire Zaken
Telefoon (040-247)2250/4676

ISBN 90 386 0327 4



Dirk Thoenes werd in 1930 geboren te Sungei-Gerong, Indonesië. Na het behalen van het diploma HBS-B in Den Haag in 1947 studeerde hij in Delft, waar hij in 1954 het diploma scheikundig ingenieur behaalde. Hetzelfde jaar trad hij in dienst bij de Staatsmijnen, nu DSM. In 1957 promoveerde hij in Delft bij prof.dr.ir. H. Kramers. Bij DSM in Geleen werkt hij aan semi-technische installaties en later in proeffabrieken voor de bereiding van polyolefinen. Daarna was hij chef van de process-engineering afdeling van het interne ingenieursbureau van DSM. In 1966 werd hij benoemd tot hoogleraar in de fysische proceskunde aan de toen nieuwe universiteit Twente. In 1971 trad hij in dienst bij Akzo, en werd directeur van het research-laboratorium te Hengelo. Onder zijn leiding werden onder meer processen ontwikkeld voor de bereiding van de grondstoffen voor aromatische polyamiden. In 1979 werd hij be-

noemd tot hoogleraar in Eindhoven.

Hij heeft zich sindsdien vooral ingezet voor het onderwijs in de grondslagen van de proceskunde en de chemische reactorkunde. Op onderzoekgebied heeft hij zich voornamelijk bezig gehouden met chemische reactorkunde gericht op beheersing van de kwaliteit van de vaste stoffen en polymeren.

Thoenes is erelid van de Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging, en lid van de Royal Swedish Academy of Engineering Sciences.