

## Wetenschap en onderwijs

**Citation for published version (APA):**

de Beer, C. (1963). *Wetenschap en onderwijs*. Technische Hogeschool Eindhoven.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1963

**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](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

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

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# WETENSCHAP en ONDERWIJS

Rede, uitgesproken door Prof. Ir. C. de Beer, secretaris van de senaat van de Technische Hogeschool te Eindhoven, ter gelegenheid van de zevende herdenking van de dies natalis dezer hogeschool op maandag 29 april 1963.

Mijne heren curatoren,  
Mijne heren senatoren,  
Dames en heren leden van de wetenschappelijke,  
technische en administratieve staven,  
Dames en heren studenten,  
Voorts Gij allen die door Uw tegenwoordigheid  
het feestelijk karakter van deze bijeenkomst  
onderstreept,

Zeer geachte toehoorders,

Het ontbreken van tradities bij een nog jonge instelling van wetenschappelijk onderwijs betekent in vele gevallen een ernstige complicatie. Waar elders de vraag naar de zin van vorm en inhoud is verstomd, voelen wij ons voortdurend verplicht zinnig te handelen en ons rekenschap te geven, zoal niet van de vorm, dan toch van de inhoud van ons doen en laten. Dat geldt onder meer voor de keuze van het onderwerp waaraan de diesrede zal zijn gewijd, een vraagstuk dat mij geruime tijd heeft beziggehouden.

Mijn slotconclusie was dat mijn verhaal niet voor velen Uwer onbegrijpelijk zou mogen worden door grote aandacht te besteden aan specialismen uit mijn vakgebied, dat anderzijds wel mijn eigen vak het uitgangspunt van mijn betoog zou moeten zijn en tenslotte dat vanuit dit uitgangspunt enkele algemenere problemen van het technisch-wetenschappelijk onderwijs aan de orde gesteld zouden mogen worden. Wat deze meer algemene problemen betreft heb ik mijn keus laten vallen op onze wettelijk omschreven taak vóór te bereiden tot het bekleeden van maatschappelijke betrekkingen en op het streven naar efficiency in de uitvoering van deze taak.

Mijn uitgangspunt is dus de werkplaatstechniek en in het bijzonder de betekenis van de werkplaatstechniek voor de vorming van ingenieurs. Zoals de meesten van U wel bekend zal zijn is het vraagstuk van de vorming van ingenieurs overal ter wereld actueel en worden er met name in de Verenigde Staten van Amerika grootscheepse inspanningen verricht om tot vernieuwing op dit gebied te komen. In het bijzonder heeft de inrichting van het onderzoek en het onderwijs bij het Massachusetts Institute of Technology terecht grote faam gekregen en worden de ontwikkelingen aldaar overal ter wereld, en dus ook door ons, met grote belangstelling gevolgd.

Indien wij nu onze aandacht in het bijzonder richten op de werkplaatstechniek bij het M. I. T., dan constateren wij dat enkele jaren geleden aldaar is besloten tot opheffing van deze keuzerichting in de afdeling der werktuigbouwkunde.

Dit feit roept de vraag op of thans eveneens aan onze hogeschool tot opheffing van deze keuzerichting zou moeten worden overgegaan. Een vraag die onder andere voor mijzelf van vitaal belang is, omdat nu eenmaal het onderwijs en onderzoek in de werkplaatstechniek voor een deel aan mij is opgedragen. Om

deze zelfde reden echter ben ik - binnen de universitaire spelregels die men in acht pleegt te nemen - één van de weinigen die deze vraag anders dan schertsend aan de orde mag stellen.

Het spreekt wel vanzelf dat ik niet verwacht dat in deze openbare senaatsvergadering vanmiddag het besluit zal vallen tot een zó ingrijpende maatregel als de opheffing van de werkplaatstechniek zou zijn. De aanleiding die bij het Amerikaanse instituut aanwezig was, namelijk het ontbreken van belangstelling van de zijde van de studenten voor deze richting, is bij ons in Eindhoven bovendien afwezig.

Toch is het aanwezig zijn van belangstelling voor een gebied van de techniek op zichzelf nog niet een voldoende argument voor het instellen of zelfs handhaven van een keuzerichting. Daarom blijft de vraag bestaan of de werkplaatstechniek aan een technische rijkshogeschool zin en toekomst heeft.

Ik kan mij voorstellen dat velen Uwer menen, dat het schip van de welsprekendheid door deze inleidende opmerkingen voldoende duidelijk op koers is gebracht om onder zeil te kunnen gaan. Men moet ik echter teleurstellen, want het is niet mijn bedoeling thans aan de hand van overtuigende en indrukwekkende statistieken het nut, het belang, ja de noodzakelijkheid van de werkplaatstechniek aan te tonen. U wilt dat wel van mij aannemen en ook zult U het met mij eens zijn dat die voor het gestelde probleem niet relevant zijn. De vraag die aan de orde is, heeft immers niet betrekking op het belang van de werkplaatstechniek zelve, maar op de zin van dit vak voor de vorming van ingenieurs. Deze vraag is dan ook eerst te beantwoorden als wij zouden kunnen aangeven welke zaken relevant en zinvol zijn voor een ingenieursopleiding.

Nu is deze vraagstelling veelomvattend en ingewikkeld. Zij is bovendien niet voor de eerste maal aan de orde in een diesrede. Reeds is vorig jaar door de toenmalige conrector Van Trier vanaf deze plaats op zeer indringende wijze daarover gesproken. Vandaag wil ik mij dan ook beperken tot een belichting van enkele facetten van het probleem, met name de verhouding tussen wetenschap en techniek in de ingenieursstudie en de doorwerking daarvan in het studieprogramma en het onderwijs.

## **WETENSCHAP EN TECHNIEK**

Het is welhaast overbodig op te merken dat de huidige techniek ondenkbaar is zonder beoefening van wetenschap, zo goed als ook beoefening van wetenschap meer en meer op gebruikmaking van de producten der techniek is aangewezen. Een beknopte bestudering van de bedragen die bij de inrichting van onze hogeschool worden geïnvesteerd in technische apparatuur ten behoeve van de beoefening der wetenschap toont dit duidelijk aan.

Wetenschap en techniek zijn zo zeer vervlochten en op elkaar aangewezen dat het gevaar bestaat dat men beide begrippen niet meer van elkaar kan onderscheiden en ze derhalve identificeert.

Naar mijn gevoel is een symptoom daarvan te zien in de verschijning van het begrip "technische wetenschap", of liever gezegd in de gelijkstelling van techniek aan technische wetenschap.

Het aantrekkelijke van deze gelijkstelling is de schijnbare vereenvoudiging van de ingenieursopleiding die er het gevolg van is. Alle onderwerpen die in de opleiding een plaats moeten vinden worden er door op één noemer gebracht, namelijk die van de wetenschap. Elke ingenieur moet vanzelfsprekend verscheidene verbijzonderingen van de wetenschap bestuderen, maar in methode van werken en in keuze van het uitgangspunt zouden al deze verbijzonderingen toch grote overeenkomst vertonen. De eenduidigheid en het overzicht in de opleiding zou daarmee zeer gebaat zijn, hetgeen in het bijzonder voor een student een groot voordeel genoemd zou moeten worden.

De taak van de hogeschool zou zich dan kunnen bepalen tot de beoefening van de wetenschap en tot de vorming tot zelfstandige beoefening der wetenschap. Zij zou reeds dáárdoor voorbereiden tot het bekleden van maatschappelijke betrekkingen, omdat immers in deze gedachtengang het werk van de ingenieur bij uitstek zou bestaan uit de zelfstandige beoefening der technische wetenschap.

Indien wij nog even dit standpunt verder ontwikkelen, komen wij tot een inrichting van de ingenieursstudie die aanvangt met het bestuderen van de wiskunde en de natuurwetenschappen, voortgezet wordt met een nadere bestudering van bijzondere gebieden van deze wetenschappen en van de maatschappijwetenschappen en uitloopt in een diepergaande studie van één der verbijzonderingen van de natuurwetenschappen of de wiskunde, waarbij over het algemeen deze verbijzondering zal worden gekenmerkt door een verwantschap met technische problemen.

Het studieprogramma van velen onzer studenten past heel goed in dit globale schema en daarom meen ik te mogen stellen dat in feite vele studenten aan onze hogeschool reeds thans een studie volgen die gebaseerd schijnt op de opvatting dat de techniek een soort wetenschap is.

Ik heb deze opvatting in mijn betoog uitgewerkt om daartegen stelling te nemen. Maar ter voorkoming van afschuwelijke misverstanden wil ik er nadrukkeiijk op wijzen dat weliswaar de geschetste inrichting der studie mij voor de opleiding van ingenieurs niet geheel volledig lijkt, maar dat zij niettemin op zichzelf van zeer grote waarde en voor de maatschappij van groot nut moet worden geacht.

Mijn bedenkingen hebben dan ook niet zozeer betrekking op het bestaan van bepaalde varianten in de studie, als wel op het feit dat alle doctorale examens aan onze technische hogeschool recht geven op de titel "ingenieur". Wij moeten ons, meen ik, ernstig afvragen of het niet verhelderend zou zijn op den duur naast de studie voor ingenieur ook andere mogelijkheden aan onze hogeschool te onderscheiden.

Voor alle zekerheid nog een laatste opmerking voorafgaand aan het vervolg van mijn betoeg. Een titel, zoals die van ingenieur, wordt gevoerd op grond van een volbrachte studie en een afgelegd examen. Iedereen kent echter wel academisch of niet-academisch gevormden die in feite ingenieur zijn zonder recht op de titel te kunnen doen gelden. Ook omgekeerd kent ieder wel "ingenieurs" die in hun werk de techniek vaarwel hebben gezegd en die met meer recht zich fysicus of chemicus zouden kunnen noemen. Wanneer wij nu zullen trachten aan te geven waarin de ingenieur als wetenschappelijk beoefenaar van de techniek zich onderscheidt van de beoefenaar der wetenschap, dan is dat onderscheid blijkbaar niet hetzelfde als dat tussen hen die wel de

titel ingenieur voeren en hen die dat niet doen. Niettemin meen ik dat het om redenen van duidelijkheid tegenover de maatschappij, en in het bijzonder tegenover de aankomende student, van belang is ernaar te streven dat de titel ingenieur wordt verbonden aan een studie die gericht is op de wetenschappelijke beoefening van de technieken niet óók wordt verbonden aan de studie die op wetenschapsbeoefening is toegespitst.

Daarmee kom ik dan eindelijk tot de vraag of er verschil is tussen wetenschap en techniek en zo ja, waarin dan dat verschil bestaat. Het is duidelijk dat we met deze vraagstelling het gladde ijs van de filosofie der techniek betreden en er verstandig aan doen bij deskundigen op dit gebied te rade te gaan.

Ten aanzien van de eerste vraag, of er verschil is, behoef ik daarvoor niet ver te zoeken. Immers onze bijzondere collega Van Riessen heeft in zijn boek "Filosofie en Techniek" indertijd ergens gesteld<sup>1)</sup>: "Er is over het algemeen door de filosofen der techniek te weinig aandacht besteed aan de belangrijke vraag, of er verschil is tussen de techniek en de technische wetenschap. Het succes van de wetenschappelijke methode in de techniek brengt mede, dat men in de beginperiode (Reuleaux) de techniek als een wetenschap opvat. Op die wijze wordt niet alleen de techniek geïdentificeerd met de technische wetenschap, maar deze laatste in feite gezien als een soort natuurwetenschap". En even verder zegt hij<sup>2)</sup>: "Enkelen wijzen er met nadruk op, dat er nog geen technische wetenschap is; er bestaan daarvan hoogstens fragmenten". Tenslotte treffen wij in hetzelfde werk de uitspraak aan<sup>3)</sup>: "Men ziet althans in onze eeuw in, dat de techniek in laatste instantie geen wetenschappelijke aanlegenschap is. Het rationalisme vindt een tegenwicht in de overtuiging, dat het typisch technische niet in de theorie op kan gaan. Een der voornaamste spanningen in de filosofie der techniek ontstaat dan ook door de rationalistische overschatting van het theoretische enerzijds en door het inzicht in het a-theoretische karakter der techniek anderzijds".

Nu is het altijd gevaarlijk uitspraken uit hun verband te lichten en daarom wil ik niet nalaten erop te wijzen dat het voor een goed begrip van deze citaten aanbeveling verdient van het gehele boek kennis te nemen.

Waarin nu bestaat het hier gesignaleerde onderscheid tussen wetenschap en techniek? Ik zal proberen in het kort aan te geven hoe mijn visie daarop is en ik zal daarbij voornamelijk de "kleuren" zwart en wit gebruiken.

De wetenschap dan houdt zich in de eerste plaats bezig met het ontdekken van de waarheid door redenering en eventueel ook door toetsing met behulp van het experiment. De gevonden waarheid wordt geformuleerd en beschreven zó dat duidelijk vaststaat onder welke voorwaarden zij geldt. Altijd zal men eisen dat de als resultaat gevonden waarheid onafhankelijk is van plaats en tijd en door elke beoefenaar van dezelfde wetenschap in dezelfde vorm zal worden teruggevonden als aan de genoemde voorwaarden is voldaan.

De techniek houdt zich in de eerste plaats bezig met het realiseren van zaken die wij nuttig achten. Het produkt is een compromis en de toetssteen voor

---

1) p. 494.

2) p. 494.

3) p. 487.

het succes is de aanvaarding door de gemeenschap. Het is aan plaats en tijd onverbreekelijk verbonden en evenzeer is het gebonden aan de technicus die het ontwerpt of maakt. De techniek is ouder dan de wetenschap in de boven-geschetste zin en wordt ook tegenwoordig nog in overwegende mate door mensen beoefend, die niet wetenschappelijk geschoold zijn.

Ik wil graag toegeven dat de onderscheiding tussen wetenschap en techniek, die ik zojuist heb beschreven, over de gehele linie kan worden aangevochten. Als men stelt dat de techniek zich bezig houdt met het realiseren van zaken, kan men onmiddellijk aanvoeren dat de wetenschap vaak evenzeer tot realisaties leidt. Als men zegt dat de techniek op bevrediging van behoeften is gericht, mag men niet concluderen dat de wetenschap onnuttig of een zuivere luxe is.

Als wordt gewezen op de binding aan plaats en tijd van technische producten, dan kan ook met recht worden gewezen op het feit dat wetenschappelijke resultaten vaak duidelijk de sporen vertonen van een school en van een aan een tijdperk gebonden wijze van denken. Hoewel dus ook hier een zwart-wit-tekening slechts bij benadering de werkelijkheid kan beschrijven, houd ik het gemaakte onderscheid voor mijn betoog toch voor zinvol.

Aanvaardt men een ogenblik dit onderscheid dan zijn er in hoofdzaak twee verschillende wijzen te onderkennen waarop wetenschap en techniek met elkaar in verband staan.

Ten eerste bestaat er een zodanige beoefening van de wetenschap dat in de techniek bruikbare resultaten worden verkregen. Of dat nu toevallig zo is dan wel met opzet wordt nagestreefd, is niet relevant voor het onderhavige probleem. In beide gevallen is er sprake van wetenschapsbeoefening, al kan men erover twisten waar de grenzen moeten worden gelegd tussen deze en andere vormen van wetenschappelijke activiteit. De onderscheidingen in natuur- en geesteswetenschappen, zuivere en toegepaste wetenschappen, of  $\alpha$ - en  $\beta$  wetenschappen, voorzover zinvol, werken slechts schijnbaar verhelderend. Hoe dat ook zij, er bestaan wetenschappen die worden toegepast in de techniek, sterker nog: zonder welke grote gebieden van de techniek niet zouden kunnen worden beoefend. Het is de gehele, zij het ook nogal vaag omlinjnde, verzameling van deze wetenschappen die men wel hoort aanduiden als "de technische wetenschap". Daarnaast komt men evenwel ook het begrip "technische wetenschappen" tegen, waarvan men kan vermoeden dat het betrekking heeft op dezelfde verzameling.

Daarnaast bestaat er nog een andere verhouding tussen wetenschap en techniek. Bedoeld wordt hier de zodanige beoefening der techniek dat, waar het zin heeft, op een wetenschappelijk verantwoorde wijze gebruik wordt gemaakt van wetenschappelijke methoden en van door wetenschapsbeoefening verkregen kennis en inzichten. Deze wijze van techniek beoefenen zou men met "wetenschappelijke beoefening der techniek" kunnen aanduiden, al zullen sommigen ditzelfde begrip willen onderbrengen in wat reeds eerder genoemd is de "beoefening der technische wetenschap". Door beide relaties tussen wetenschap en techniek onder dit ene begrip "technische wetenschap" te rangschikken verdoezelt men echter juist een wezenlijk onderscheid.

Let wel, het is nu niet mijn opzet om de vraag te stellen of de wetenschap beter, mooier, moeilijker of meer zinvol is dan de techniek. Dergelijke vragen horen thuis in een pseudo-problematiek, die thans weinig behoefte wekt tot bespreking. De vraag die van belang is voor het door mij gestelde probleem luidt, of er verschil dient te zijn in de studieprogramma's die voor beoefening der wetenschap respectievelijk voor beoefening der techniek worden ontworpen.

Na het voorgaande zal het U niet verbazen als ik U zeg dat naar mijn mening zo'n verschil moet worden gemaakt. Met name komt het mij voor dat althans in de studie voor werktuigkundig ingenieur, na bestudering van verscheiden gebieden van wetenschap, een beoefening van tenminste één der gebieden van de techniek niet mag ontbreken. Naast de vermogens die voor het tot stand brengen van een technische creatie moeten worden ontwikkeld zal de hantering van relevante wetenschappen daarbij moeten worden eigen gemaakt. De praktijk leert dat deze bekwaamheid niet automatisch ontstaat door studie van de betrokken gebieden van wetenschap. Het zijn deze overwegingen die zin geven aan de diverse keuzerichtingen die in de werktuigbouwkundige studie worden onderscheiden en waarvan de werkplaatstechniek er één is.

Het is naar mijn mening bijzonder verheugend dat in de afdeling der werktuigbouwkunde wordt gestreefd naar een zodanige inrichting der studie, dat van het begin af aan de ontwikkeling van technische bekwaamheden wordt bevorderd, parallel aan de studie van later benodigde gebieden van wetenschap. Dat het laatste woord daarover nog niet gesproken is, is overigens niet minder verheugend, want het probleem van de efficiency in het wetenschappelijk onderwijs is nog maar nauwelijks aangevat.

## DE EFFICIENCY VAN HET WETENSCHAPPELIJK ONDERWIJS

Het woord efficiency, in verband gebracht met het wetenschappelijk onderwijs, doet bij velen de haren te berge rijzen.

Men haast zich dan vaak te verklaren dat een hogeschool of een universiteit geen industrieel bedrijf is en dat begrippen die daarop van toepassing zijn, voor het wetenschappelijk onderwijs niet in dezelfde vorm moeten worden overgenomen. Dáárin heeft men natuurlijk volmaakt gelijk, maar dat houdt nog niet in dat het zinloos is om van de efficiency van het wetenschappelijk onderwijs te spreken.

Van Dale's nieuw groot woordenboek der Nederlandse taal vermeldt als betekenis van "efficiency": "het verkrijgen van het grootst mogelijk effect of resultaat met of uit een gegeven kracht, middel of toestand".

Toegegeven, als tweede betekenis vindt men: "in het bijzonder de rationele toepassing van economische principes in het bedrijfsleven", maar in deze laatste meer beperkte betekenis wil ik het begrip vanmiddag niet gebruiken. Wel ter zake is de betekenis die voor "efficiënt" wordt opgegeven: "groot nuttig effect hebbend, doelmatig".

Het is buiten kijf dat in deze algemene betekenis in elk geval in de techniek naar efficiency wordt gestreefd. Het produkt moet een optimaal compromis belichamen en het criterium is daarbij de efficiency. In zijn intreedere heeft indertijd Slotboom dit streven naar efficiency aangeduid als "de strijd om het minimum", en hij heeft er terecht op gewezen dat een scherpe afsplitsing van de technisch-wetenschappelijke aspecten hierin slechts tot een pseudo-problematiek kan leiden.

Dat het streven naar efficiency in de werktuigbouwkunde een sterk economisch accent heeft, kan worden geïllustreerd met het voorbeeld van de ontwikkeling van de stoommachine door James Watt. In de loop van de achttiende eeuw gebruikten vele Engelse mijnen zogenaamde atmosferische stoommachines van Newcomen om het water uit de steeds dieper gegraven gangen te pompen. Deze machines van Newcomen gebruikten enorme hoeveelheden stoom en dus ook



buitensporig veel brandstof. Toch was er in de kolendistricten weinig belangstelling voor de machine van Watt, die zich voornamelijk door een hoger nuttig effect van de machine van Newcomen onderscheidde. Wel kwam er vraag naar Watt's "condensing engine" in Cornwall toen de koper- en tinprijzen laag waren en het hoge brandstofverbruik van de Newcomen machines de rentabiliteit van de mijnen in gevaar bracht. In Cornwall zijn immers geen kolenmijnen en bijgevolg de brandstoffen duur. Watt werd gedurende de geldigheidsduur van zijn patent zelfs door de mijnen betaald met één derde van de bespaarde brandstofkosten.

In dit voorbeeld is duidelijk sprake van de efficiency van het produkt. In deze betekenis gebruikt heeft het begrip efficiency een hoge positieve waarde. Geschiktheid voor zijn bestemming wordt immers in elk produkt hoog gewaardeerd. Men mag zelfs wel beweren dat, om met Kwant te spreken, de verwetenschappelijking van de arbeid zo'n hoge vlucht heeft genomen door de gebleken mogelijkheid daardoor de efficiency van het technische produkt te verhogen. De toepassing der wetenschap in de techniek heeft zich dan ook aanvankelijk geheel op het ontwerp van het produkt gericht, tot uiting komend in de vaak beschreven splitsing van de technische arbeid in ontwerp en produktie.

Sinds het werk van Taylor, dat hij in Amerika tachtig jaar geleden begon, is echter de verwetenschappelijking van de arbeid een stap verder gegaan. Aanvankelijk kwam dat tot uiting in een verdere splitsing van de produktie in voorbereiding en uitvoering, waardoor de moderne werkplaatstechniek ontstond.

Men zou kunnen menen dat deze ontwikkeling een logische voortzetting van de reeds eerder aangevangen verwetenschappelijking van de arbeid is geweest. Maar dan miskent men toch het diep ingrijpende revolutionaire karakter van de stap die door Taylor is gezet. Het essentieel nieuwe element daarin is immers het nog niet eerder in de verwetenschappelijking betrokken object van de menselijke arbeid.

Was er aanvankelijk alleen het streven naar efficiency van het produkt, daarnaast verschijnt nu het streven naar efficiency in het werk van de arbeider, in het werk van groepen arbeiders, in het samenwerken in het bedrijf, kortom in alle vormen van menselijke arbeid in de industrie.

Sinds Taylor's begin heeft het doelmatigheidsstreven een stormachtige ontwikkeling doorgemaakt die nog lang niet is afgelopen. Een indrukwekkend overzicht daarvan werd nog niet lang geleden door onze collega Monhemius gegeven bij de openbare aanvaarding van zijn ambt.

Ik meen dat deze gang van zaken een symptoom is van wat Kwant noemt: "de verwetenschappelijking van de menselijke bezigheid". Zij die zijn boekje "De ontmoeting van wetenschap en arbeid" hebben gelezen, zullen begrijpen dat hiermee een voor ons allen buitengewoon ingrijpende ontwikkeling wordt bedoeld, waarop ik in het bestek van deze rede nauwelijks kan ingaan.

Wel mag ik wijzen op het feit dat het bewust streven naar doelmatigheid in de menselijke activiteit, zich niet beperkt tot de arbeid in de industrie. Op steeds meer terreinen vindt het wetenschappelijke streven naar efficiency toepassing en . . . . . boekt het successen. Denkt U maar eens aan de sport, het verkeer en de reclame.

Zoals bij elke nieuwe ontwikkeling zijn er felle voorstanders aan te wijzen. Zij maken in hun enthousiasme wel eens de indruk dat zij willen pretenderen de steen der wijzen te hebben gevonden, waardoor in principe alle problemen kunnen worden opgelost. De één verwacht alle heil van de cybernetica, de ander van de operations research, een derde herleidt alle efficiencyproblemen tot regeltechnische vraagstukken.

Tegenover deze optimistische, ja idealistische opvattingen wordt verzet aangetekend door de conservatieven die van mening zijn dat er geen aanleiding is om iets, wat dan ook, te veranderen, en, meer serieus, door de realisten die erop wijzen dat irrationele elementen in ons doen en laten een hoofdrol spelen terwijl juist die zich per definitie aan een wetenschappelijke benadering onttrekken.

De discussies tussen voor- en tegenstanders hebben veel gemeen met de discussies over de vraag wat beter is: theorie of praktijk? En ook hier ligt de kern van het probleem in het vinden van een synthese die tot beider bloei kan bijdragen en die een groter effect aan onze bezigheden kan verlenen. In deze zin zal het onderwijs, en in het bijzonder het wetenschappelijk onderwijs er verstandig aan doen zich open te stellen voor een doelbewust streven naar efficiency. Dat betekent wetenschappelijk onderzoek op het gebied van het onderwijs in een vorm die grotendeels nog gevonden moet worden, maar waarvan de omtrekken zich reeds vaag beginnen af te tekenen in de publikaties over soortgelijke onderzoeken aan Amerikaanse universiteiten. Het betekent ook dat van ons een open oog wordt gevraagd voor deze problematiek en dat wij ons zullen moeten losmaken van tradities en gevestigde meningen. Het is dan ook bijzonder verheugend dat curatoren en senaat zich in ons laatste ontwikkelingsplan op initiatief van de rector voor een bescheiden begin van onderwijsresearch hebben uitgesproken.

Ter illustratie wijs ik U op de nieuwe tak van wetenschap die met de term *synectics* wordt aangeduid. Ik kwam dit voor mij nieuwe begrip tegen in een advertentie in het tijdschrift "Scientific American", waarin het wordt aangekondigd als handelend over het ontwikkelen van creatieve vermogens. Voorwaar een onderwerp dat de aandacht van onze instellingen van wetenschappelijk onderwijs meer dan waard is. In de advertentie is een aanbeveling opgenomen van MacKinnon die verbonden is aan de Universiteit van Californië te Berkeley. Een indruk van de inhoud kunnen we krijgen uit een publikatie van MacKinnon over het onderwerp "Fostering Creativity in Students of Engineering" in het tijdschrift: "Journal of engineering education" van december 1961.

In dit artikel dat een weergave is van een lezing van MacKinnon voor de universiteit van Stanford, wordt allereerst gesteld dat er bepaald nog geen recept bestaat hoe men de creativiteit van studenten tot ontwikkeling kan brengen. Wel is er veel onderzoekingswerk verricht dat inzicht heeft verschaft in de aard van creatieve vermogen en in de omstandigheden die stimulerend op creatieve prestaties werken.

Onder een creatieve prestatie wordt in dit verband dan een proces verstaan dat aan tenminste drie eisen voldoet. Het moet een element van originaliteit bevatten, het moet zich aanpassen aan of althans verband houden met de realiteit en het moet zich lenen voor verdere ontwikkeling en uitwerking. Vaak zijn volgens MacKinnon vijf fasen in dit proces aan te wijzen. Ten eerste een periode van voorbereiding: het opdoen van ervaring, het aanleren van

methoden en vaardigheden, waardoor iemand in staat wordt gesteld een probleem te onderkennen. Ten tweede een periode van geconcentreerde inspanning om het probleem op te lossen, soms leidend tot een oplossing, maar vaker nog aanleiding gevend tot een zo sterke stijging van spanningen dat men uit louter zelfbehoud wordt gedwongen tot de derde fase, die bestaat uit het zich terugtrekken, het afstand nemen, het zich distanciëren van het probleem. Ten vierde verschijnt dan vaak onverwachts als in een flits het probleem in een geheel nieuw licht, vergezeld van de opwindende ervaring van een "Aha - Erlebnis". Ten vijfde volgt dan de slotperiode van de toetsing, de retouchering en de uitwerking van het gewonnen inzicht.

Tussen twee haakjes, de uitvinding van de condensor door James Watt vond na vier jaren periodiek worstelen met het probleem plaats op een zondagmiddag in de lente van 1765 tijdens een wandeling op de bleek in Glasgow. De bekende Dr. Black zegt daarvan "This capital improvement flashed upon his mind at once, and filled him with rapture". Het duurde nog tien jaar voor de eerste bevredigend werkende machines werden verkocht.

Het onderzoek naar de creatieve begaafdheid is door MacKinnon uitgevoerd door een serie tests, interviews en experimenten te verrichten met groepen van proefpersonen, onder andere samengesteld uit architecten, uit "research scientists" en uit studenten.

Bij het onderzoek werd door de onderzoekers onder meer een schatting gemaakt van de originaliteit en creativiteit van de proefpersonen, gebaseerd op de gehouden interviews en de verrichte prestaties tijdens het onderzoek. Voor de architecten en de "research-scientists" beschikte men bovendien over een dergelijke beoordeling door deskundige collega's en chefs, die de prestaties van de proefpersonen in hun werkkring konden beoordelen. Beide oordelen over de creativiteit kwamen geheel onafhankelijk van elkaar tot stand en het is in zekere zin geruststellend dat er een positieve en significante correlatie tussen de beide beoordelingen bleek te bestaan. Blijkbaar waren de onderzoekers in staat een zinvolle uitspraak over de creativiteit van de proefpersonen te doen en hanteerden zij daarbij - zij het impliciet - een vergelijkbare definitie van het begrip creativiteit.

Daarom is het des te meer verontrustend dat er geen enkel aanwijsbaar verband bleek te bestaan tussen de beoordelingen van de creativiteit van de studenten door de onderzoekers en door de technische faculteiten. Wel bleek het oordeel van de faculteit vrijwel samen te vallen met het gemiddelde van de examencijfers. De conclusie ligt voor de hand: in de onderzochte gevallen doen de door de technische faculteiten aan de studenten toegekende cijfers geen uitspraak over de creatieve vermogens van de studenten.

Natuurlijk moeten wij voorzichtig zijn en niet overhaast de conclusie trekken dat dezelfde resultaten zouden worden gevonden indien een dergelijk onderzoek bij studenten van onze hogeschool zou worden uitgevoerd. Maar ik zou mij toch heel wat geruster voelen op het moment dat zo'n onderzoek zou zijn verricht en inderdaad een tegengesteld resultaat had opgeleverd.

Overigens bevat het artikel van MacKinnon nog veel meer informatie van bijzonder belang voor het verkrijgen van inzicht in het gecompliceerde karakter van hetgeen creatieve begaafdheid wordt genoemd. Het bevat aanbevelingen voor de inrichting van de studie en voor de selectie van de studenten.

En het maakt duidelijk dat wetenschappelijk onderzoek van het onderwijs op deze wijze vruchtbare inzichten kan opleveren.

Dat men deze problemen ook kan simpliciferen blijkt overigens uit een andere advertentie die ik in het laatste nummer van "Scientific American" aantrof en die ik U niet wil onthouden. In deze advertentie worden wetenschappelijke onderzoekers gevraagd voor een "aerospace"-bedrijf waarin men blijkbaar prijs stelt op creatieve vermogens. In de advertentie komt althans de zinsnede voor: "If you were in the top 10% ten years ago and if you plan to be in the top 10% ten years from now and if you whistle Johann Sebastian Bach, you are almost assured of a position".

Zeer geachte toehoorders,

Met de vraag naar de zin van de werkplaatstechniek als aanleiding heb ik getracht enkele denkbeelden voor U te ontwikkelen die betrekking hebben op de problemen die verbonden zijn aan het intreden van de wetenschap in een stuk maatschappelijke realiteit. Als voorbeelden heb ik gekozen de wetenschappelijke beoefening van de techniek en het betrekken van de wetenschap in het streven naar efficiency in het handelen van enkelingen en groepen.



Het is naar mijn overtuiging een voorrecht voor onze hogeschool, dat zij het werken aan deze problematiek mede in haar taak besloten mag achten.

Moge zij in het achtste jaar van haar bestaan ook in dit opzicht vooruitgang boeken.

Ik heb gezegd.

## LITERATUUR

1. Wet op het wetenschappelijk onderwijs van 22 december 1960.
2. Dr. Ir. H. van Riessen, *Filosofie en Techniek*, J.H. Kok N.V., Kampen 1949.
3. Van Dale's nieuw groot woordenboek der Nederlandse taal, Martinus Nijhoff's 's-Gravenhage 1950.
4. Ir. J.G. Slotboom, *Het minimum*, J.B. Wolters, Groningen 1959.
5. Ir. W. Monhemius, *De rol van de wiskunde als hulpwetenschap van de bedrijfskunde*, intreerede Eindhoven 1963.
6. R.C. Kwant, *De ontmoeting van wetenschap en arbeid*, Het Spectrum, MCMLVIII.
7. S. Smiles, *Lives of Boulton and Watt*, John Murray, London 1865.
8. *Scientific American*, Vol. 208, no's 3 en 4, maart, april 1963.
9. *Journal of Engineering Education*, Vol. 52 no. 3, december 1961 p. 129 - 142.

reproductiedienst  verzorging  
typografische  technische hogeschool te eindhoven