

## Ivoren toren of verkeerstoren? : de hogeschool in de kentering

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

Vries, de, D. A. (1964). *Ivoren toren of verkeerstoren? : de hogeschool in de kentering*. Technische Hogeschool Eindhoven.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1964

**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**

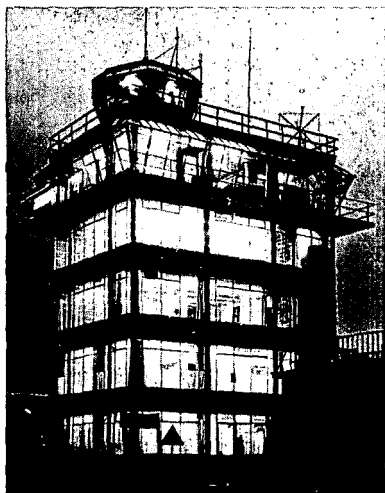
If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

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

providing details and we will investigate your claim.



IVOREN TOREN of  
VERKEERSTOREN ?



de hogeschool in de  
kentering



diesrede 1964

# IVOREN TOREN of VERKEERSTOREN?

de hogeschool in de  
kentering

**Rede, uitgesproken door prof. dr. D.A.  
de Vries, secretaris van de senaat van  
de Technische Hogeschool te Eindhoven,  
ter gelegenheid van de achtste herdenking  
van de dies natalis dezer hogeschool op  
dinsdag 28 april 1964.**

„ . . . . Fifty years ago educators spent their time trying to determine how all students could be given basically the same course of instruction in the same amount of time. . . . Today, flexibility and adjustment to individual differences are axiomatic. Each student progresses at his own rate.”

Alvin C. Eurich, A twenty-first century look at higher education.

**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 gekomen zijt om met ons de geboortedag  
van onze hogeschool te herdenken,**

**Zeer geachte toehoorders,**

Er was eens een tijd waarin er in de landen van wat thans de oude wereld wordt genoemd, ivoren torens werden gebouwd. Het waren fraaie bouwwerken van een wat gesloten structuur, passend bij de stijl en het klimaat van die tijd. Deze torens werden bewoond door een bijzonder soort burgers, lieden die geen handwerk beoefenden of handel dreven, noch akkers bewerkten of wijngaarden plantten.

De meesten hielden zich onledig met wijsgerige en godsdienstige beschouwingen, anderen bestudeerden het recht, terwijl weer anderen de geneeskunst beoefenden. Enkelen volgden de loop der sterren en planeten aan het firmament.

De torenbewoners hielden onderling lange gesprekken, teneinde hun bevindingen te vergelijken en te toetsen aan de leer der kerk en die van de grote leermeesters uit het verleden. Zij legden hun gedachten neer in geschriften, gesteld in geleerde taal. Sommigen reisden naar andere landen, waar zij de aldaar gevestigde torens bezochten en kennis namen van de daar vervaardigde handschriften.

De torenbewoners hadden bijzondere aandacht voor de jeugd. Zij omringden zich met jonge mensen die in hun gedachtenwereld werden ingeleid. Na verloop van vele jaren werden deze jongeren de nieuwe leermeesters en torenbewoners. Zo bleef de gemeenschap in stand zonder zich belangrijk uit te breiden.

Af en toe kwam de vorst of de stedelijke magistraat naar een toren om zich op de hoogte te stellen van de stand der sterren of om de mening van de torenbewoners te vragen over een rechtskundige aangelegenheid.

Allengs echter werd de gemeenschap der torenbewoners meer gevarieerd van samenstelling. Er kwamen kenners van kruiden en planten en zelfs lieden die zich bezig hielden met de bestudering van de beweging van aardse lichamen. Ook sommige zoekers naar de steen der wijzen sloten zich hierbij aan. Naast de metafysica werd voortaan de fysica een belangrijk onderwerp van studie.

Deze nieuwe torenbewoners gingen zelfs zo ver dat zij handwerkslieden in dienst namen voor de vervaardiging van hun toestellen. Deze goede lieden werden ondergebracht in bijgebouwen; zij hoorden niet tot de eigenlijke gemeenschap der torenbewoners.

Na de uitvinding van de boekdrukkunst konden de geschriften van de torenbewoners in groten getale worden verspreid. Allengs werden deze geschriften niet meer uitsluitend in de taal der geleerden doch ook in de landstaal gesteld. Door deze en andere oorzaken kwamen de torenbewoners steeds meer in aanraking met de overige burgers van het land.

Mettertijd werden ook zeevaartkunde, vestingbouw, handwerk, handel en landbouw onderwerpen van studie voor de torenbewoners. Steeds meer jongeren verlieten de gemeenschap, na een leertijd te hebben doorlopen, om de verkregen kennis te gaan toepassen in stad en land.

Rond de torens verrezen er meer en meer bijgebouwen, maar ook de torenbouw zelf veranderde van karakter. De bouwmeesters brachten de veranderde situatie tot uitdrukking door een meer open structuur, met vensters die uitzicht gaven op de buitenwereld. Ja, onder invloed van een inmiddels ontdekt nieuw werelddeel, verrezen er torens waarvan de wanden geheel uit vensters bestonden.

De torenbewoners voelden zich wel wat onwennig in de nieuwe situatie, misschien zelfs wat gegeneerd. Hetzelfde harde licht dat het alledaagse leven buiten bescheen, viel de toren binnen, zonder mystieke bijmengingen of door traditie bepaalde kleur.

Trouwens veel meer nog drong door van buiten: geluid van het nieuwe verkeer, op de straten, in de lucht, in de ruimte; vragen uit een veranderde en snel veranderende wereld.

De magistraat kwam niet meer uit persoonlijke belangstelling om de stand der sterren te vernemen, maar, gebukt onder zorgen en gedreven door verantwoording eisende menigten, kwam hij oplossingen vragen voor talloze problemen.

Met hem klopten ook anderen aan de poorten van de torens met vele en velerlei vragen; uit welke richting waait de wind, geef mij een koers, wat is mijn niveau, kan ik de reis beginnen, kan ik binnen komen, waar bevind ik mij precies, waarheen kan ik uitwijken als ik in de mist dreig te geraken, hoe luiden de verwachtingen voor morgen en overmorgen?

Er is een dag gekomen waarop de torenbewoners, min of meer tot hun verrassing, bemerkten dat zij zich niet meer in een ivoren toren bevonden doch in een verkeerstoren. Die dag behoort tot het tijdperk waarin wij leven, de tegenwoordige tijd.

In de verkeerstorens heerst een koortsachtige activiteit. Vragen worden opgevangen, geregistreerd in elektronische geheugens, en verwerkt. De antwoorden moeten vrijwel ogenblikkelijk worden gegeven om botsingen met catastrofale gevolgen te kunnen vermijden. Op de torens wentelen dag en nacht radarantennes die het luchtruim aftasten en daarbij vliegende voorwerpen en gevarenczones lokaliseren en identificeren. Radiotelescopen dringen door tot in ongekende diepten van het heelal.

Ondertussen moeten nieuwe methoden worden bedacht en getoetst om de vele vragen beter en sneller te kunnen beantwoorden. Als voorheen moeten jongeren worden opgeleid om aan het torenbedrijf zelf en, meer nog, aan het verkeer daarbuiten te gaan deelnemen. Door de toenemende intensiteit van dat verkeer moeten er meer en meer nieuwe torens worden gebouwd en bemand.

De torenbewoners denken nog wel eens met heimwee aan het verleden. Er is nauwelijks meer tijd voor contemplatie en wijsgerige beschouwingen. Het uitzicht is wel wijd geworden, maar het inzicht blijft beperkt.

Ook in de jongeren heeft zich een merkwaardige verandering voltrokken. Zij beschouwen het niet meer uitsluitend als een voorrecht om tot de torengemeenschap te worden toegelaten. Met enige afgunst kijken zij soms naar de handwerkslieden, vaak hun leeftijdgenoten, die nu ook in de gemeenschap der torenbewoners zijn ingelijfd. Evenals deze lie-

den verlangen de jongeren een beloning en een grote mate van onafhankelijkheid. De tijd waarin zij zelfstandig zullen zijn, lijkt nog veraf en het verkeer kan in de toekomst toch niet worden geleid als zij zich niet grondig, hetgeen veelal betekent langdurig, op hun veelzijdige taak voorbereiden.

Geachte toehoorders,

In de parabel der torens heb ik getracht U in kort bestek in te leiden in de situatie waarin wij, de torenbewoners van deze tijd, ons bevinden. Temidden van snelle, turbulente en veranderlijke stromingen dienen wij een koers uit te zetten, te volgen en - naar bevind van zaken - te wijzigen. Het zij mij thans vergund op een vluchtige rondgang door onze glazen toren het licht te laten vallen op een aantal facetten van de problematiek die ons bezig houdt. Dat wij bij deze rondgang wat meer dan elders zullen vertoeven in de door natuurkundigen bewoonde ruimten, zult U een fysicus wel willen vergeven.

Betreden wij eerst de afdeling met het opschrift ONDERZOEK. Bij het binnentreden treft ons een sfeer van vrijheid en onafhankelijkheid met betrekking tot de keuze der onderwerpen. Bij het kiezen van een gebied van onderzoek zal een docent zich laten leiden door: (1) eigen belangstelling en ervaring; (2) didactische overwegingen, speciaal met het oog op de opleiding in de latere jaren van de studie; (3) beschikbare personele en materiële middelen; (4) mogelijkheden tot samenwerking met anderen binnen en - in mindere mate - buiten de eigen instelling; (5) toepasbaarheid van de resultaten. De volgorde van belangrijkheid der genoemde factoren hangt samen met de aard van het onderzoek en de persoonlijkheid van de onderzoeker en zal daarom van geval tot geval kunnen verschillen. In de twee jaar geleden gehouden diesrede heeft collega Van Trier reeds gewezen op het belang van samenwerking tussen specialisten uit verschillende afdelingen voor het technisch-wetenschappelijk onderzoek.

De door de „Wet op het wetenschappelijk onderwijs” vereiste „vorming tot zelfstandige beoefening der wetenschap” wordt algemeen zo geïnterpreteerd, dat het universitaire onderzoek de studenten dient te brengen aan het front van de wetenschap. Voor de natuurkunde is de kernfysica, wellicht beter fysica der elementaire deeltjes te noemen, één van de zwaarst bezette fronten. Daarnaast zijn er echter nog vele



andere frontlijnen, waarvan ik, zonder volledig te zijn, wil noemen de fysica van de vaste stof en die van de stromende media.

Bovendien bevinden zich achter de fronten nog een aantal moeilijke neembare egelstellingen, die wat minder sterk in de algemene belangstelling staan en die, mede daarom, een aantrekkelijk operatieterrein voor universitair onderzoek kunnen vormen. De vooruitgang van de experimentele en mathematische methodieken en hulpmiddelen kan een hernieuwde aanval op zulk een egelstelling hoop- en zinvol doen zijn.

Een voorbeeld van zo'n egelstelling vormen de turbulente stromingen en de transportverschijnselen in deze stromingen. Zowel de fundamentele aspecten van de turbulentie en de experimentele benadering daarvan, als de mathematische behandeling stellen een aantal tot dusver onopgeloste problemen. Door zijn veelzijdigheid is het turbulentie-onderzoek een geschikt oefengebied voor studenten, om zich te bekwaamen in de methode van het fysisch onderzoek.

Deze methode wordt gekenmerkt door het opsporen van de fysische processen en mechanismen die het onderzochte verschijnsel beheersen en door de mathematische beschrijving van deze processen met behulp van relaties tussen meetbare of berekenbare fysische grootheden. Voorts zal men trachten deze relaties te herleiden tot, of te baseren op, een zo gering mogelijk aantal fundamentele hypothesen of ervaringswetten. Voorbeelden van fundamentele relaties in de klassieke fysica zijn de behoudswetten van massa en impuls uit de mechanica, de drie hoofdwetten van de thermodynamica, en de vergelijkingen van Maxwell voor het elektromagnetisme.

Ook wanneer wij de fundamentele relaties uit een gebied van de fysica kennen, dan nog blijven de mogelijkheden om ze toe te passen op systemen in de natuur of in de techniek zo gevarieerd naar vorm, materialen doel, dat hierin een onuitputtelijk gebied ligt voor toegepast fysisch onderzoek. Daarbij blijken er systemen te zijn zo complex van aard, vorm en samenstelling, dat toepassing van de fundamentele vergelijkingen in hun oorspronkelijke gedaante in principe wel mogelijk is, maar praktisch niet tot bruikbare resultaten leidt.

Dit is bijvoorbeeld het geval bij de reeds genoemde turbulente stromingen, waar een statistische aanpak is vereist. Een voorbeeld van andere aard vormt de fysica der poreuze media, waar de ingewikkelde geometrische structuur de voornaamste moeilijkheid oplevert.

In dergelijke gevallen zal de fysicus opnieuw trachten de mechanismen die het verschijnsel beheersen, te onderkennen en de uitwerking daarvan vast te leggen in bij benadering geldige mathematische relaties tussen meetbare grootheden. De keuze van de voor het gestelde doel meest geschikte variabelen vormt hierbij een probleem op zichzelf. Modelregels kunnen van groot nut zijn bij het opsporen van deze grootheden.

Zo kan het gelijktijdig transport van warmte en vocht in een poreus materiaal - een probleem met vele technische toepassingen - onder bepaalde beperkende voorwaarden met bruikbare benadering worden beschreven door een stelsel van twee diffusievergelijkingen, waarin veralgemeende diffusiecoëfficiënten voorkomen, die mede worden bepaald door de inwendige structuur van het materiaal en de zich daar afspelende processen.

De hier geschetste vorm van onderzoek stemt in zoverre overeen met de „operations research” dat van het beschouwde complexe systeem een vereenvoudigd mathematisch model wordt ontworpen. Bij de „operations research” zal men het echter veelal moeten stellen zonder aan het experiment ontleende causale relaties die de fundamentele processen beschrijven. Hierin ligt een wezenlijk verschil tussen beide vormen van onderzoek.

Verlaten wij thans het terrein van het onderzoek met zijn vaak ver doorgevoerde specialismen en keren wij ons tot de afdeling waar het ONDERWIJS beoefend en besproken wordt. Elke Nederlander heeft wel enige ondervinding, hetzij als leerling, hetzij als leraar, dan wel in beide hoedanigheden. Een ieder kan dus uit eigen ervaring over ondervindingkundige problemen meespreken en verrassend weinigen kunnen de verleiding weerstaan zulks ook te doen, wanneer de gelegenheid daartoe zich aanbiedt.

Ik schroom niet mij bij de velen te voegen, maar - en dit moge mij verontschuldigen - niet op grond van mijn ervaring als leerling of docent, neen, veeleer als fysicus, als iemand die geboeid kan worden door complexe problemen van het type dat ik U daareven heb getoond, en die het niet kan nalaten de hem vertrouwde methodiek ook toe te passen op de problematiek van het wetenschappelijk onderwijs.

Het wetenschappelijk onderwijs staat momenteel in het brandpunt van de publieke belangstelling, vooral wegens de grote betekenis die wordt toegekend aan de vorming van jonge, bekwame academici, die hun kennis en inzicht in dienst kunnen stellen van de samenleving.

Het belang van het technisch-wetenschappelijk onderwijs werd op deze plaats nog eens onderstreept door de Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen, mr. Th. H. Bot, tijdens een rede gehouden ter gelegenheid van de opening van het gebouw waarin wij ons thans bevinden. De minister stelde daarin onder meer: „Een krachtige stimulering van de toeloop naar de technisch-wetenschappelijke studierichtingen, acht ik daarom dringend geboden. Mocht immers de verschuiving in de studiekeuze zich niet voltrekken in de richting, zoals deze door de Regering noodzakelijk wordt geoordeeld, dan bestaat de mogelijkheid dat ons land uiteindelijk in zijn industriële en daarmee dus ook in zijn technisch-economische en culturele ontwikkeling zal worden geremd. Wat Uw hogeschool betreft, betekent dit, dat ook zij alle zeilen zal moeten bijzetten om een zo groot mogelijk aantal studenten tot zich te trekken - zonder dat overigens de kwaliteit onder de kwantiteit zal mogen lijden\* - opdat zodoende het getal van 3400 studenten wordt bereikt, dat volgens de berekeningen niet alleen mag worden verwacht, doch noodzakelijk is”.

Gelijktijdig met de groeiende belangstelling voor en de toenemende investeringen in het wetenschappelijk onderwijs, is ook de bemoeienis met dit onderwijs toegenomen. De wensen van de overheid en het bedrijfsleven kunnen als volgt worden samengevat: men vraagt aan de universiteiten en hogescholen om meer academici op te leiden, en wel door een opleiding van kortere duur dan thans het geval is. Het hier gestelde probleem is geenszins uitsluitend een nationaal probleem; aan de universiteiten in de gehele westerse wereld houden de discussies rond kwaliteit en kwantiteit, studieopbouw en studieduur, didactische methoden en studierendement de geesten, tongen en pennen in beweging.

Het mag wel enige verwondering wekken dat het wetenschappelijk onderwijs zelf aan de universiteiten nog zo weinig is bestudeerd. De problematiek is zeker niet uitsluitend van deze tijd. Tekenend is in dit verband dat in ons land eerst in 1949 de pedagogiek als zelfstandige universitaire studierichting met een eigen kandidaats- en doctoraal examen werd ingevoerd. H. Nieuwenhuis, hoogleraar in de opvoed-

\* Spatiering van de schrijver.

kunde te Groningen, schreef nog slechts enkele jaren geleden: „Met alle waardering voor het reeds verrichte werk moet toch worden geconstateerd dat de didactiek van ons gehele onderwijs, in het bijzonder van het voortgezet onderwijs in zijn verschillende vormen, nog in een voorwetenschappelijk stadium verkeert." De thans door velen gebruikte term „onderwijsresearch" dateert pas van de laatste jaren.

Wanneer men onderwijsresearch benadert vanuit de methodiek van het fysisch onderzoek, dan zal men zich afvragen welke de fundamentele processen zijn die de uitkomst van het onderwijs bepalen, welke de variabelen zijn waarmee deze processen kunnen worden beschreven en welke grootheden toegankelijk zijn voor directe meting.

De fundamentele processen bij het onderwijs spelen zich echter af in de hoofden en harten van studenten en docenten en in de sfeer van de communicatie tussen beider denk- en gevoelswerelden. Onze kennis omtrent deze processen is uiterst beperkt. Het laat zich voorshands niet aanzien dat zij voor een kwantitatieve benadering door middel van objectieve meetmethoden toegankelijk zullen zijn. Integendeel, het is meer waarschijnlijk dat zij zich, krachtens hun aard, aan een dergelijke benaderingswijze zullen onttrekken. Dit mag ons, naar mijn mening, niet ervan weerhouden een belangrijk deel van de onderwijsresearch te richten op de bestudering van deze processen door daartoe bekwame onderzoekers. Hier ligt in het bijzonder een taak voor psychologen en pedagogen.

De uitkomsten van het onderwijs in zijn diverse stadia zijn evenmin objectief vast te leggen, ook al worden zij op examenlijsten door getallen weergegeven. Dit probleem is door collega Posthumus zo indringend besproken, dat ik hier niet verder op in behoef te gaan.

Wel direct meetbaar zijn: (1) de aantallen en leeftijden der studerenden; (2) de aantallen dergenen die een examen met gunstig gevolg afleggen of een diploma behalen; (3) de totale studieduur, dit is de tijd die verloopt tussen eerste inschrijving en het behalen van het eindexamen; (4) de studieduur voor een examen, zijnde de tijd die verloopt tussen het behalen van het betreffende examen en het voorafgaande.

Het is op deze meetbare grootheden dat zich voornamelijk de publieke belangstelling richt. Onder het numerieke rendement van het wetenschappelijk onderwijs voor een inschrijvingsgeneratie verstaat men dan het percentage van het aantal voor het eerst ingeschrevenen dat het

einddiploma behaalt, terwijl men de efficiëntie van het onderwijs beoordeelt naar de gemiddelde totale studieduur. Deze beoordelingswijze is even eenzijdig als wanneer men het rendement van wetenschappelijk onderzoek zou afmeten aan het aantal publikaties per honderd academi-ci per jaar en de efficiëntie naar het gemiddelde aantal bladzijden per publikatie. Dat deze tendens ook niet geheel ontbreekt kan en mag ons niet tot troost strekken.

Wil men zinvol kunnen spreken over de uitkomsten van een bepaalde vorm van onderwijs en over de invloed van structurele maatregelen hierop, dan zal men ook het niveau van de studie kwantitatief in de beschouwingen moeten betrekken.

Vereist is dan een mathematisch model van het onderwijsproces waaraan men kwantitatieve conclusies kan ontleen. Wat ontbreekt zijn echter, zoals gezegd, objectieve methoden waarmee men de waarden van de bij dit proces betrokken variabelen kan meten. Men zal daarom moeten trachten deze variabelen zodanig te kiezen en te definiëren dat men hun waarden langs operationele weg kan vaststellen. In feite is de huidige onderwijsresearch veelal een vorm van „operations research.” In het vervolg wil ik de resultaten van enige kwantitatieve beschouwingen omtrent de uitkomsten van het wetenschappelijk onderwijs aan U voorleggen.

De uitgangsgedachte zal dan zijn dat iedere aankomende student een zekere geschiktheid bezit om de door hem gekozen studie te volgen en bovendien dat deze geschiktheid kan worden uitgedrukt in een positief getal, nul daarbij inbegrepen. Vanzelfsprekend is deze geschiktheid niet een enkelvoudige variabele; zij wordt bepaald of beïnvloed door intelligentie, karakter en sociale omstandigheden van de student, alle in ruime zin genomen. Enigszins vaag gesteld kan men haar beschouwen als een combinatie van aanleg en studiezijn, beïnvloed door persoonlijke omstandigheden van de student.

Het is dan mogelijk de leden van een populatie van aankomende studenten te rangschikken naar opklimmende geschiktheid en te tellen hoewel een geschiktheid hebben die tussen bepaalde grenzen is gelegen. Op deze wijze wordt een inzicht verkregen in de verdeling der geschiktheden over de studenten. Voorts zal worden verondersteld dat de aldus gevonden verdelingsfunctie kan worden voorgesteld door een klokvormige kromme, die echter niet streng symmetrisch behoeft te zijn.

Deze functie zal de waarde nul hebben voor geschiktheid nul; in niet-wiskundige taal: er wordt verondersteld dat geen der studenten in het geheel niets van de studie zal opsteken. Vorm en spreiding van de verdelingsfunctie zullen aanstonds ter sprake komen.

De uitkomst van het onderwijs tijdens een verblijf van gegeven duur aan de universiteit zal voor een bepaalde student worden gedefinieerd als de door hem verworven hoeveelheid inzicht, kennis en vaardigheid, ook weer in ruime zin genomen. Verondersteld wordt dat ook deze grootheid in een positief getal kan worden uitgedrukt. Dit getal zou men bijvoorbeeld op nader te definiëren wijze kunnen afleiden uit de tijdens de beschouwde periode behaalde studieresultaten.

De geschiktheid zal nu operationeel nader worden vastgelegd door de uitkomst voor een gegeven periode, bijvoorbeeld vijf jaar, recht evenredig te stellen met de geschiktheid. De evenredigheidsfactor, dit is het quotiënt van uitkomst en geschiktheid, heeft nu per definitie voor alle studenten van de beschouwde populatie dezelfde waarde. Deze factor zal des te groter zijn naarmate het onderwijssysteem beter is aangepast aan het gestelde doel en aan de capaciteiten van de groep. Hij kan daarom een maat zijn voor de efficiëntie van het aangeboden onderwijs met betrekking tot de beschouwde groep.

De totale uitkomst van het onderwijs, in de hier gedefinieerde zin, gedurende een bepaalde periode is voor de beschouwde groep de som van de uitkomsten der individuele studenten in diezelfde periode. Als onderwijskundige beleidslijn zou men kunnen stellen, dat getracht moet worden deze som zo groot mogelijk te maken, rekening houdend met de beschikbare personele en materiële middelen en eventuele andere beperkende voorwaarden.

Binnen het kader van de genoemde veronderstellingen kan nu direct een vergelijking worden getroffen tussen twee extreme systemen van onderwijs die ik het zuiver individuele en het zuiver cursorische wil noemen. Bij de zuiver individuele vorm wordt geen student afgewezen, en volgt iedere student een programma dat in overeenstemming is met zijn geschiktheid. De totale uitkomst is dan de uitkomst voor een student met de gemiddelde geschiktheid maal het totale aantal studenten.

Bij het zuiver cursorische systeem wordt een zeker percentage der aankomende studenten definitief afgewezen. Voor de resterende groep wordt het niveau van het onderwijs bepaald door de student die net niet

werd afgewezen, dus die met de laagste geschiktheid uit deze groep. Met andere woorden: het „tempo” wordt bepaald door de langzaamste deelnemer. De totale uitkomst voor de afstuderenden is dan het produkt van de uitkomst voor deze langzaamste student en het aantal niet afgewezenen. Het zal duidelijk zijn dat dit produkt zeer klein wordt wanneer vrijwel iedereen wordt afgewezen en eveneens wanneer vrijwel niemand wordt afgewezen; in het tweede geval wegens het lage niveau van de opleiding. Het produkt zal maximaal zijn voor een bepaald afwijzingspercentage, dat wij voor dit systeem het optimale zullen noemen.

De waarde van dit optimale percentage hangt af van de vorm van de verdelingsfunctie der geschiktheden; het zal des te lager zijn naarmate er minder studenten voorkomen met een geringe geschiktheid. Voor de door mij onderzochte verdelingsfuncties, die, niet geheel toevallig, analoog zijn aan de snelheidsverdeling in de kinetische gastheorie, varieert de waarde van dit optimale percentage tussen 20 en 40. Het is voor deze verdelingsfuncties onafhankelijk van de breedte van de klok\*.

De verhouding van de totale uitkomsten voor het zuiver individuele en voor het maximum bij het zuiver cursorische systeem varieert, parallel met het optimale afwijzingspercentage, van 1,6 tot 2,1. Ook deze verhouding is bij de gebezigde verdelingsfuncties onafhankelijk van de breedte van de klok.

Het lager en middelbaar onderwijs hebben in ons land overwegend een cursorisch karakter. Het wetenschappelijk onderwijs is in de eerste jaren van de studie hoofdzakelijk cursorisch, in de latere jaren meer individueel gericht.

Hoe ligt nu het afwijzingspercentage voor het wetenschappelijk onderwijs? Het percentage studiestakers bedraagt circa 40. Dit percentage is niet identiek met het afwijzingspercentage; men dient correcties aan te brengen voor de „omzwaaiers” die toch afstuderen en voor degenen die de studie staken om andere redenen dan afwijzing voor een examen. Waarschijnlijk ligt het gemiddelde afwijzingspercentage echter ruim boven de 30.

---

\* De bedoelde functies hebben de vorm:  $f(g) = a g^n \exp(-bg^2)$ . Hierin is  $g$  de geschiktheid,  $n$  een positief geheel getal, terwijl  $a$  en  $b$  positieve constanten zijn.  $a$  is een normeringsconstante,  $b$  een maat voor de spreiding. Onderzocht zijn de functies met  $n = 1, 3$  en  $5$ .

Alomt heerst verontrusting over het grote aantal studiestakers. Op grond van het hier beschreven model lijkt dit percentage ook hoger te zijn dan het optimale, in de hier gedefinieerde zin. Dit percentage zou weliswaar „optimaal” kunnen zijn wanneer de verdelingsfunctie scheef is naar de kant van de lage geschiktheden; bij dit hoge percentage ligt echter de grens van afwijzing dichtbij of zelfs voorbij het maximum van deze functie. Dit zou betekenen dat er vele studenten worden afgewezen met een geschiktheid die slechts weinig lager is dan die voor de student die juist niet werd afgewezen. Deze situatie zou uit sociaal en economisch oogpunt nauwelijks aanvaardbaar lijken.

Ter vermindering van misverstanden wil ik er nog eens met nadruk op wijzen dat de hier gegeven beschouwingen en gemaakte gevolgtrekkingen moeten worden gezien in het kader van de ingevoerde veronderstellingen. Wanneer bijvoorbeeld de verdeling der geschiktheden zou kunnen worden voorgesteld door een tweetoppige kromme, zouden de numerieke conclusies geheel andere zijn. Ik zie echter a priori geen reden om te veronderstellen dat de hier gedefinieerde geschiktheid op dusdanige wijze zou zijn verdeeld.

Hoe dit ook zij, een inzicht in de verdeling der geschiktheden over de leden van een studentenpopulatie is een uitermate belangrijk gegeven bij de bepaling van het beleid.

Aangezien aan het behalen van het eindexamen zekere minimale eisen worden gesteld met betrekking tot verworven kennis, inzicht en vaardigheid, zal de reële totale studieduur - weliswaar ruwweg - omgekeerd evenredig zijn met de geschiktheid. De verdeling van de totale studieduur kan dan worden afgeleid uit de verdeling der geschiktheden voor de afstuderenden. Omgekeerd geeft de waargenomen spreiding in studieduur een aanknopingspunt voor de te veronderstellen spreiding der geschiktheden.

De gemiddelde studieduur kan nu eveneens worden berekend; ook deze grootte wordt beïnvloed door de verdeling der geschiktheden.

Het individuele systeem biedt volgens ons model grote onderwijskundige voordelen. Het vereist echter aanzienlijk meer personeel dan het cursorische systeem. Naar voorzichtige schatting zou overgang op het individuele stelsel voor onze hogeschool een personeelstoename van 75 procent nodig maken, afgezien van de mogelijkheid dat er bruikbare technische hulpmiddelen worden ontwikkeld, die de persoonlijke taak van de docent beperken.



In een uit Amerika afkomstige fantasie over het hoger onderwijs in de 21ste eeuw stelt Eurich: „The most prominent difference between today's colleges and those of fifty years ago, however, is not in the curriculum, but in the use of learning resources. ...the learning resources which our students now take for granted were developed for the first time in the 1950s and '60s. These enabled us to fulfill the psychologist's dreams of making the best teaching available to all students, and of truly adapting instruction to individual rates of learning.”

Een stap in de richting van individualisering zou gevonden kunnen worden in het splitsen van de studentenpopulatie in groepen met opklimmende geschiktheidsgrenzen, bijvoorbeeld op grond van de resultaten behaald bij een propaedeutisch examen. De spreiding der geschiktheden binnen een groep zal dan aanzienlijk geringer zijn dan in de populatie als geheel. Niveau van het onderwijs en didactische methode kunnen dan worden aangepast aan de geschiktheidsgraad van de groep. Een experiment in deze geest op bescheiden schaal zou ik als project van onderwijsresearch willen aanbevelen.

Een dergelijke groepsvorming zou ook kunnen worden bevorderd door de instelling van een baccalaureaatsopleiding naast een doctorale opleiding. Een dergelijke baccalaureaatsstudie, van kortere duur, zou dan overwegend kunnen worden gevolgd door de groep met de lagere geschiktheden uit de oorspronkelijke populatie van afstuderenden, aangevuld met een aantal dergenen die thans worden afgewezen. Het is daarbij onvermijdelijk dat de baccalaureaatsopleiding niet alleen qua inhoud maar ook qua niveau beneden de doctorale opleiding komt te liggen.

De instelling van een baccalaureaatsopleiding met behoud van niveau - zo dit al mogelijk zou zijn - zou wel de studieduur bekorten, doch zou niet het probleem van de vele studiestakers oplossen. Ik ga hier voorbij aan de mogelijkheid van instelling van een baccalaureaatsopleiding van een duidelijk andere aard en gerichtheid dan de doctorale opleiding.

Wat ik zojuist voorstel of ter overweging geef, zijn maatregelen of experimenten betreffende de structuur van het onderwijs. De gedachte dringt zich op hoe men de uitwerking daarvan zou kunnen toetsen. Op dit punt nu stuit men op een grote moeilijkheid. Een directe vergelijking van de resultaten van verschillende onderwijsstelsels en instituten lijkt slechts mogelijk via gelijkgeschakelde examens. De verstarung

van het programma die hiervan een gevolg zou zijn, lijkt speciaal voor het wetenschappelijk onderwijs ongewenst.

Een indirectie mogelijkheid zou kunnen worden gezocht in een vergelijking van de verrichtingen van de afgestudeerden in de praktijk van het maatschappelijk leven. Zo'n onderzoek lijkt echter praktisch onuitvoerbaar; het zou zich over vele jaren en over grote groepen moeten uitstrekken om statistisch significante resultaten op te leveren. De snel veranderende situatie zou de toepasbaarheid van deze resultaten - zo zij al worden verkregen - problematisch maken.

In dit verband wil ik er nog eens de nadruk op leggen dat de door mij gedefinieerde geschiktheid betrekking heeft op het volgen van de studie, zoals deze door de instelling van wetenschappelijk onderwijs wordt aangeboden en geëffectueerd. Daarbij is buiten beschouwing gebleven de vraag in hoeverre de studie de student meer of minder goed voorbereidt voor het vervullen van een wetenschappelijke of maatschappelijke functie.

Ook ben ik voorbijgegaan aan de vraag naar het al of niet constant zijn van het kennis- en geschiktheidsniveau van de aankomende studentenpopulatie. Het zal duidelijk zijn dat het voorbereidend wetenschappelijk en het middelbaar onderwijs hier een overwegende invloed hebben. De wel verkondigde mening dat een grotere toeloop naar de universiteiten noodzakelijk niveauverlagend moet werken, deel ik niet. Dit zou alleen het geval zijn wanneer voorheen uitsluitend de meest geschikten zich aanmeldden. Waarschijnlijk ligt er in brede lagen van ons volk nog een onaangeboord reservoir van geschiktheid.

Het is overigens geen toeval dat ik ben uitgegaan van de geschiktheid van de student en pas in tweede instantie heb gesproken over de uitkomst van het onderwijs. Het is mijn overtuiging dat de geschiktheid de primaire factor is. Het onderwijs heeft tot taak de ontplooiing van de aanwezige talenten te stimuleren en te leiden. Met recht zou men ook de geschiktheid van het wetenschappelijk corps voor het vervullen van deze taak en de gehanteerde didactische en beoordelingsmethoden ter discussie kunnen stellen. Ik wil dit echter gaarne aan meer bevoegde beoordeelaars overlaten. Universiteit en hogeschool pretenderen ook niet de beste methoden voor het vervullen van hun taak te hebben gevonden; zij zijn echter evenmin zozeer opgesloten in een ivoren toren dat zij de hiermee verbonden problematiek niet zouden onderkennen.

Geachte toehoorders,

Alvorens de rondgang door onze toren te besluiten wil ik U nog even meenemen naar de trans om de blik wederom naar buiten te richten.

Op een uit 1509 daterende prent ziet men de toren der wetenschappen uit die tijd afgebeeld. De basis wordt gevormd door de „artes liberales” en de wijsbegeerte, de top wordt ingenomen door theologica of metafysica, in die tijd blijkbaar vrijwel identiek.

Aan onze technische hogeschool heeft de wijsbegeerte een analoge plaats, de theologie is echter „extra mural”. Het is niet van symboliek onthloot dat de hoogste verdiepingen van het gebouw waarin wij ons bevinden, het hoofdgebouw van de hogeschool, worden bewoond door „mathematica” en fysica en dat met name de digitale en analoge „computers” hier worden ondergebracht.

De tijden zijn voorbij waarin het dienen van de wetenschap zijn bekroning en doel vond in religie of metafysica, dan wel op zichzelf als een hooggestemd doel kon worden beschouwd. Daarvoor is de wetenschap zelve teveel dienaar geworden van allerlei doeleinden, waaronder ook minder hooggestemde.

Echter ook nu zijn de antwoorden die wij geven en ontvangen op de vragen naar het „waarom” en „waartoe” bepalend voor de richting en uitwerking van ons denken en handelen. Deze vragen klemmen bij ons werk temeer waar wetenschap en techniek een groeiende invloed uitoefenen op het maatschappelijk bestel.

Het adagium „kennis is macht” heeft in onze samenleving een variant gekregen, die ik met „kennis is welvaart” wil aanduiden. Welvaart wordt, in tegenstelling tot macht, voorsnog vrij algemeen erkend als een nastrevenswaardig doel. Ik kan echter welvaart niet zien als doel, maar slechts als middel om te komen tot een samenleving waarin de bijbelse idealen van naastenliefde en gerechtigheid zich kunnen ontplooiën. Als wij dan de blik naar de einder richten bemerken wij dat wij op weg naar zulk een samenleving nog een onafzienbare afstand moeten afleggen.

Dat wij als hogeschoolgemeenschap in het voor ons liggende jaar enige vordering op die weg zullen mogen maken is mijn wens voor de achtste dies natalis van onze hogeschool.

## LITERATUUR

- C. de Beer                      Wetenschap en onderwijs, Diesrede Eindhoven, 1963.
- J.F. Benders                    De taak van de wiskunde in de operations research, Oratie Eindhoven, 1964.
- A. Epping                        Geschiedenis der wijsbegeerte, Middeleeuwen, E. N. S. I. E. I, Wetenschappelijke Uitgeverij N.V., Amsterdam, 1946.
- Alvin C. Eurich                 A twenty-first century look at higher education, Bulletin Int. Assoc. of Universities, 12, 13, 1964.
- J.O. Hinze                        Turbulence, McGraw Hill, London, 1959.
- H. Nieuwenhuis                 Opvoeding en onderwijs. Recente ontwikkelingen, E. N. S. I. E. XI, Wetenschappelijke Uitgeverij N.V., Amsterdam, 1959.
- K. Posthumus                    Bespiegelingen over „Mislukking en vertraging van de studie,” Universiteit en Hogeschool 6, 378, 1959/60.  
Jacht op de jager, Universiteit en Hogeschool 7, 5, 1960/61.
- J.C. Spitz                         De reserve aan hoger intellect in Nederland, Universiteit en Hogeschool 6, 77, 1959/60.
- A.A.Th.M. van Trier             De planologie van de technische wetenschap, Diesrede Eindhoven, 1962.
- D.A. de Vries                    Een mathematisch-fysische behandeling van het transport van warmte en vocht in poreuze media, De Ingenieur 74, 0 45, 1962.
- W.R. van Wijk                    De natuurkunde in de natuurwetenschappen en in de techniek, H. Veenman en Zn., Wageningen, 1948.

De afbeelding van de Toren der Wetenschappen op de omslag is ontleend aan "Margarita Philosophica", uitgegeven te Straatsburg, 1509. Reproductie ter beschikking gesteld door de redactie van de E. N. S. I. E.

Afbeelding verkeerstoren: foto - K. L. M.