

DE BETEKENIS VAN DE EXACTE VAKKEN IN DE VOOROPLEIDING VAN DEN INGENIEUR *)

PROF. DR. IR. J. A. SCHOUTEN

*) Dit verslag is niet naar een manuscript, maar naar een stenogram gedrukt en heeft dus den iets meer vrijen vorm van het gesproken woord behouden.

Mijne Heeren.

Er was mij dan gevraagd om iets te zeggen over „De beteekenis van de exacte vakken in de vooropleiding van den ingenieur” en wie nu van mij verwacht, dat ik een speech zal gaan houden om te vertellen, dat die zoo belangrijk zijn, heeft het mis. Dit was ik niet van plan en dat is maar goed ook. Want dan zou ik niets anders te doen hebben dan te herhalen, wat door alle vorige sprekers is gezegd, waar die zoo vriendelijk waren om uit te spreken, dat die vakken zoo nuttig en zoo belangrijk zijn, en dat zou toch overbodig zijn. Van een mathematicus geloof U immers wel dat hij zijn eigen vak belangrijk vindt.

Ik zal het over andere dingen hebben en ik wou ingaan op de moeilijkheden die optreden bij de technische studie in verband met de exacte wetenschappen. In den titel „De beteekenis van de exacte vakken in de vooropleiding van den ingenieur” schuilt een klein addertje en wel in het woord „vooropleiding”. U zult U afvragen: Waarom niet in de „opleiding?” Omdat in de vooropleiding die moeilijkheden het sterkste tot uiting komen. Ik wil hiervan een voorbeeld geven. Wanneer wij naar een machine-fabriek gaan en wij zouden zeggen: Mijnheer, maakt U voor mij een machine, dan zou de eerste vraag luiden: Waartoe moet die machine dienen? Als nu het antwoord luidt: dat weet ik niet, want die machine moet overal voor dienen en wanneer wij er dan nog bij vertellen, dat zij niet veel kosten mag en dat de levertijd zoo kort mogelijk moet zijn, dan geloof ik, dat wij niet tot de gewaardeerde klanten zullen gaan behooren.

Zoo is het nu ook met de Technische Hoogeschool. Er wordt hier van ons gevraagd om ingenieurs te fabricceeren, maar men vertelt er niet bij, waarvoor men ze nodig heeft. En ze moeten ook gauw „in de wei” komen. Dan lijkt het, alsof de opgave, die ons gesteld wordt, onmogelijk is. Maar de vergelijking gaat mank, want wij zijn geen fabriek van ingenieurs en de mensch is geen machine. *Wij* maken geen ingenieurs, zij moeten *zichzelf* vormen. Wij moeten ze de gelegenheid daartoe geven en alleen leiding geven aan de zelfvorming van den ingenieur. Wat er niet in zit kunnen wij niet in hen

wekken en tot ontwikkeling brengen. Als wij de jongens eerst bekijken als ze hier aankomen en dan, als ze na 5. 6 jaar hun eindexamen doen, dan moeten wij ons niet verbeelden, dat wij dat allemaal gedaan hebben. Nee, er is een jong menscheijk leven tot ontwikkeling gekomen en wij moeten dankbaar zijn, dat wij daartoe iets bijgedragen hebben. Het leven heeft zich ontwikkeld van binnen uit. Ik wilde dit als eerste beeld in U griffen: Wij vormen niet, maar helpen bij de vorming.

Wanneer ik nu overga tot die moeilijkheden wil ik eerst op het bord een klein lijntje schetsen. Het onderste deel is de lagere school, het middelste is de Middelbare School, het bovenste stuk is de T.H.-opleiding; de lengteduur is 6 jaar L.O., dan 5-jarige H.B.S., dan de propaedeutische en daarna de verdere studie. Ik wil het nu verder hebben over de twee punten A en B en over de moeilijkheden, die daar zijn. ¹⁾ Ik wil hier die moeilijkheden even opschrijven, daar die het stramien vormen van hetgeen ik U vertellen wil.

De eerste moeilijkheid is de aansluiting in punt A, die in twee deelen uiteenvalt, n.l. *de aansluiting wat de stof betreft en de aansluiting wat de menschen betreft.*

De tweede moeilijkheid is *de aansluiting van de methode, vóór en ná A.*

Als derde moeilijkheid zie ik *de verdeling van de stof vóór en ná B.*

Nu wil ik eerst even optreden als zwartgallig mensch, die eens alles gaat schilderen, wat er aan narigheid te zien is. Naderhand zal ik dan ook van een anderen kant belichten. Maar laten wij nu eerst eens aanklagen. In de eerste plaats hebben wij bij de aansluiting in punt A eraan te denken, dat wij de menschen krijgen van de H.B.S. en dat wij dan zien, dat zij voor ons doel te weinig geleerd hebben. Er is voor de exacte vakken een opvallend gebrek aan oefening en dat is zeer jammer. Er is weinig geoefendheid in het practisch kunnen rekenen, in het oplossen van vergelijkingen, in het practisch makkelijk kunnen werken met goniometrische en trigonometrische vormen en met complexe grootheden. Er

¹⁾ A is het punt van aansluiting van H.B.S. en T.H., B het punt tusschen de propaedeutische studie en de studie daarna.

is een angst voor formules en wie die niet op de H.B.S. overwonnen heeft, blijft die angst behouden in de verdere studie en dat is vervelend voor den student, maar ook voor den lateren ingenieur, die onmiddellijk tegen een artikel in een technisch tijdschrift zit aan te kijken als er groote vormen in voorkomen en dan zegt: Dat is mij te mathematisch. Het zou veel beter zijn, als op de H.B.S. meer aandacht geschonken werd aan technische vaardigheid in het rekenen. Dit is geen verwijt aan de organisatoren van de H.B.S., noch aan de leeraren, want deze doen hun uiterste best om er het beste van te maken in den tijd, dien hun ervoor toegemeten is, maar wij mogen toch wel eens iets zeggen van den aard van het afgeleverde. Ik wil alleen nog hier de aandacht vestigen op iets, dat pas in den laatsten tijd naar voren is gekomen en dat is de z.g. „begripziekte”. Er wordt vaak gezegd, dat je ze het „begrip” van iets leeren moet en dat het op de feiten niet zoo aankomt. Dat is nu allemaal goed bij andere vakken, b.v. bij geschiedenis; dan is het goed als je ze het begrip van de geschiedenis bijbrengt inplaats van allemaal jaartallen. Maar wanneer iemand het heeft over het „begrip” van de algebra, dan zeg ik, *dat ik niet weet, wat dat is*. Je moet leeren met de algebraïsche formules te werken of de mogelijkheid opgeven om er mee te kunnen werken. Het eenige wat je kunt doen, is behoorlijk te leeren met de formules te werken en zoo den schrik ervoor te overwinnen. Dat mag men nooit wegdoezelen met te zeggen: Ze moeten het „begrip” van de algebra hebben. Nogmaals, ik weet niet wat dat is. Het is met algebra eenigszins als met steno, je moet de teekens en de regels kennen en ze vlot kunnen toepassen om er mede te kunnen werken. Ik zal hier even een typisch voorbeeld opschrijven:

$$\frac{1}{\frac{p^2}{a^4} + \frac{q^2}{b^4}} = \frac{a^4}{p^2} + \frac{b^4}{q^2}$$

dat eenige weken geleden voorkwam in examenwerk van een student van het derde jaar! Dat is zeker iemand geweest, dien ze het „begrip” van de algebra hebben bijgebracht. Maar ze vergaten hem te leeren rekenen.

Nu kom ik tot de aansluiting van de methode. Vóór het

punt A hebben wij een sterke gebondenheid, wel niet zoo verschrikkelijk erg, wanneer wij deze vergelijken met Fransche en Duitsche scholen, dat loopt heusch nog wel los. Maar in elk geval is er een groot verschil tusschen de gebonden studie vóór A en de volkomen vrijheid, of — om een onvriendelijk woord te gebruiken — ongebondenheid, na de school. Die overgang is erg sterk. Daar is reeds van verschillende kanten de aandacht op gevestigd en er zijn ook verschillende middelen aangegeven om er iets aan te doen. Die sterke overgang maakt dat voornamelijk de zwakken en diegenen, die ruim in de geldmiddelen zitten, er den grootsten last van hebben; de zwakken, omdat zij zwak zijn, de anderen omdat het zoo gemakkelijk is om naar een repetitor te loopen. Aan het eind van mijn voordracht kom ik daarop terug. Ook het studentenleven in het eerste en tweede jaar stelt enorme eischen. Wanneer wij alles bij elkaar rekenen dan is de totale belasting van het eerste en tweede jaar — ten eerste tengevolge van de overgangsmoeilijkheden, ten tweede tengevolge van het volle programma, ten derde tengevolge van de eischen van het studentenleven — zeer zwaar.

Dan kom ik tot het derde punt, de verdeeling van de stof vóór en ná B. Daar hebben wij de groote fundamenteele vraag: Hoeveel moeten wij doen aan wiskunde en aan natuurkunde voor iedere studierichting en waar moeten wij nu die exacte vakken plaatsen, geheel vooraan of meer naar achteren, hoe moeten wij dat schuiven, opdat de opleiding één geheel wordt? U begrijpt, daar zitten enorme moeilijkheden. Wie over deze dingen praat, zelfs wie er over denkt, moet zich afwennen felle critieken te geven over personen of instellingen. Dat is heelemaal verkeerd. Over het algemeen kunnen wij zeggen, dat er in Nederland geen ernstige misstanden bestaan. De menschen, die het werk uit te voeren hebben, zijn allen van goeden wil en doen eerlijk hun best. Beter doet men dus tot onderling overleg te komen met allen, die ermede te maken hebben, met de menschen uit het onderwijs, met de leerlingen en ook met de industrie. En wat ik nu wil doen — en dat is de hoofdschotel van mijn voordracht — is U laten zien, hoe de opleiding is in de verschillende landen, hoe men die moeilijkheden tracht te overwinnen en welke oplossingsmethoden men daar gekozen heeft. Dat

brengt ons boven het standpunt uit van altijd naar ons zelf te kijken. Misschien — als wij van dien tocht terug komen — kunnen wij zeggen: Het is bij ons zoo slecht nog niet. *)

Die opleidingen — om even bij Europa te blijven — zijn in te deelen in verschillende groepen. Ten eerste de Midden-Europeesche groep, omvattend Duitschland, Oostenrijk, Polen, Tchecho-Slowakije, verder in het Noorden Noorwegen, Zweden en Denemarken en tenslotte ook Nederland. Dan een heel andere groep, de Engelsche. Verder, weer totaal anders, Frankrijk. En tenslotte het tegenwoordige Rusland, wat ook weer volkomen anders is. Buiten Europa hebben wij nog Amerika, dat veel lijkt op Engeland, doch toch groote verschillen daarmede vertoont.

In de eerste plaats wil ik hier Engeland bespreken. Daar bestaat de onderbouw uit de Public Schools, zooals Eton en Rugby, de kostscholen. Daarnaast zijn ook andere instellingen, de Secondary Schools, doch deze hebben zich allemaal gevormd naar het voorbeeld van Eton en Rugby, de Public Schools. De sterke karaktertrekken van deze scholen zijn: 1. de strengheid van de opvoeding zelfs tot het lijfstraffelijke toe; de scholieren vinden het heel gewoon om een pak slaag te krijgen, 2. de nadruk, die gelegd wordt op de karaktervorming, iets wat wij hier heelemaal niet doen; daardoor 3. een gekweekte *locale* gemeenschapszin, die in het latere leven blijft en 4. een sterke invloed van de sport.

Een dergelijke Secondary School geeft twee certificaten, een „schoolcertificate” voor de menschen, die niet verder gaan, en dan een „higher certificate”, waarvoor veel meer verlangd wordt.

Op deze scholen volgen de Universiteiten, die soms Federal zijn, hetgeen beteekent, dat zij bestaan uit verschillende Colleges, tot zelfs twintig toe. Voorbeelden hiervan zijn Cambridge en Oxford. Onder de Colleges zijn er vele met de eigenschappen van een Technische Hoogeschool, zooals het Imperial College of Science and Technology, behoo-

*) Men vindt vele belangrijke gegevens in *The University in a changing world, a symposium*, edited by W. M. Kotschnig and Elined Prys, Oxf. Un. Press 1932 en verder in het hierna geciteerde boek van A. Flexner.

rende tot de Universiteit van Londen. De inrichting van deze laatste is dikwijls totaal verschillend en vaak naar Midden-Europeesch voorbeeld ingericht; wij zien, dat de technische scholen veel geleerd hebben van de Midden-Europeesche school en minder aansluiten bij de Engelsche groep. Het typische van deze scholen is, dat aan het samenleven ontzettend groote waarde wordt gehecht. Vele studenten leven in Colleges, maar lang niet allen en er zijn in dit opzicht groote verschillen tusschen de Universiteiten. Het aantal studenten is zoo toegenomen, dat zelfs in Cambridge niet meer dan 56 % in de Colleges wonen kan; in Oxford is dat cijfer 39 %. In Schotland echter wonen 54.5 % van de menschen thuis bij hun familie en daarnaast nog een groot deel op kamers.

Wanneer wij nu vragen, hoe de opleiding is, zien wij, dat deze aan de Universiteiten uiteenvalt in twee verdiepingen, waarvan de onderste verdieping ook als kopschool werkt en dus menschen in de Maatschappij aflevert en wel zoo, dat die niet worden beschouwd als gesjeesde studenten, maar als universitair opgeleiden. Deze opleiding voert naar het Bachelor-degree en wel na 4 jaar. Dit examen is moeilijk te vergelijken met wat dan ook uit ons onderwijs. In de eerste plaats komen de menschen van de Secondary-School met een heel andere kennis aan dan bij ons. Ook bestaan van het Bachelor-degree drie soorten, een pass degree en een honours degree, dat nog onderscheiden wordt in first class en second class. De pass degree is het minste wat er bij is en dat zegt trouwens reeds het woord „pass”. Het geeft niet veel meer dan wat algemeene ontwikkeling, doch de bezitters van het diploma worden in het algemeen wel bruikbare menschen daar waar niet speciale vakkennis verlangd wordt. Intusschen neemt het aantal pass degrees hoe langer hoe meer af. Over geheel Engeland was in 1932 het aantal pass degrees 2048 en het aantal honours degrees 4000. Voor het behalen van een honours degree wordt veel meer geëischt, dat is de vooropleiding van de tweede verdieping en dat is in alle Universiteiten zoo.

Voor de opleiding voor het Bachelor-degree beschikken de Engelsche Universiteiten over een enormen staf. Er zijn Professoren, Assistent Prof., Lecturers, Readers, Demonstra-

tors, Tutors en Instructors en daardoor is er veel persoonlijke leiding. De student, die aankomt wordt aan iemand toegewezen en blijft meestal bij dezen persoon. Hij moet hem alles van zijn studiën vertellen, wordt overhoord en krijgt een nieuwe taak op, die weer uitgevoerd moet worden voor hij verder mag gaan. De examens zijn voor een pass degree verschrikkelijk gemakkelijk, doch voor een honours degree zijn ze strenger en dat geldt voornamelijk voor de inrichtingen met een technischen inslag.

Merkwaardig is de standing van de studenten. Men heeft zoo het idee, dat er in Oxford en Cambridge alleen rijkelui studeeren. Dat is heelemaal niet waar. Het is hier weinig bekend, dat enorm veel studenten veel ondersteuning genieten en het beurzenstelsel is dan ook enorm uitgebreid. Het cijfer zal ik U hiervan even noemen, het is in Engeland 40.6 %, in Wales 67.3 % en in Schotland 52.7 %, met een totaal gemiddelde van 45 %. Het is nu zeer merkwaardig, dat wij in Oxford en Cambridge samen een percentage van 38 % ondersteunde studenten aantreffen, wat we niet verwachten zouden.

Na de bovengenoemde voorbereidende cursussen komen de postgraduate cursussen. Deze duren 3 jaar en eindigen met een dissertatie en bovendien een buitengewoon streng examen. In het algemeen hebben die postgraduates heel weinig leiding in vergelijking met de andere studeerenden, doch dat is niet zoo op de Technische scholen. Dat is ook heel begrijpelijk, want je kunt wel een student in de oude talen laten losloopen, maar een a.s. ingenieur niet.

Merkwaardig is, dat de Engelsche Universiteiten er nog iets op na houden, wat wij niet kennen, dat is de z.g. service, welke hieruit bestaat, dat de Universiteit zich geroepen acht om Public Lectures te geven voor allerlei soort menschen. Ik vertel dit hier, omdat dit in Amerika teruggevonden wordt.

Laten wij nu eens kijken naar de eerste moeilijkheid. Deze is in Engeland niet zoo brandend als hier, omdat ten eerste de Secondary Schools vrij goed aansluiten en ten tweede omdat de toelatings-examens voor de Universiteit vrij zwaar zijn, zoo zelfs, dat men om toegelaten te worden dikwijls twee examens moet afleggen. Ten derde begint de studie op lager peil dan bij ons. De tweede moeilijkheid, die

van de methode, bestaat al evenmin, want er is een streng onderwijs vóór maar ook tijdens de under-graduate studie. Een bezwaar van de schoolsche leiding is, dat de student, die in handen van een minder goeden tutor valt, minder goed af is. De derde moeilijkheid kennen ze in Engeland net zoo goed als wij. De exacte stof strekt zich uit tot in het derde jaar. Er is veel beschrijvende meetkunde en geweldig veel teekenen. Merkwaardig is, dat alhoewel men in Engeland op een lager plan begint, men toch een vak als partieele differentiaal-vergelijkingen er in weet te brengen als een verplicht studievak voor alle richtingen. Als wij die opleiding daar bekijken, moeten wij zeggen: Hoe is het mogelijk, dat dat gaat: als wij dat hier zouden probeeren, kwam er geen steek van terecht. En dat zit hem daarin, dat wij geen fabriek zijn, dat wij met menschen-materiaal werken en dat die menschen in de verschillende landen verschillend zijn. De mentaliteit van den Engelschman is een andere dan die van den Hollander. De strenge opleiding is voor den Engelschman schitterend, er worden mooie resultaten bereikt en dat kan ook niet anders, want anders zou Engeland het wereldrijk niet zijn, wat het is. Maar zij zou voor den Hollander ten eenenmale ongeschikt zijn. Ik wil er hier nog eens speciaal de aandacht op vestigen, dat de opleiding bekeken moet worden in verband met de mentaliteit van het volk waarvoor die opleiding bestemd is. Wij moeten altijd vragen: Waar? en Voor Wie?

Als voorbeeld voor de Midden-Europeesche groep neem ik nu Duitschland.*) Daar hebben wij tot aan A een heel streng onderwijs. Vanaf A is er net diezelfde groote vrijheid, die wij ook kennen, misschien iets getemperd door het volkskarakter, meer dan door den letter van de voorschriften. In de vooropleiding wordt dan ook veel gedaan aan karaktervorming. De Duitscher is ijverig, een werker en geneigd tot gehoorzaamheid en daardoor iets gebondener dan hier. Er zijn op de Universiteiten en vooral op de Technische Hoogeschoolen verschrikkelijk veel colleges, er is een zeer zwaar programma. Het is heel gewoon, dat men daar om 7 uur op college moet komen. Toen ik in Hamburg college gaf en uit

*) Bedoeld is natuurlijk het Duitschland vóór 1933.

beleefdheid ook eens een college van een collega moest bijwonen, moest ik om 6 uur mijn bed uit om differentiaalmeetkunde aan te hooren. Er is een neiging om de exacte stof zooveel mogelijk naar het eerste jaar te brengen. De wiskunde zooveel mogelijk naar het eerste jaar en de mechanica naar het tweede. Dit heeft ook in Duitschland geen prettige gevolgen.

Er is in Duitschland geen officieele splitsing in twee verdiepingen. Maar heel merkwaardig heeft zich in de praktijk toch een dergelijke splitsing ontwikkeld. Wij kunnen b.v. in tijdschriften de volgende annonces lezen: Biedt zich aan een ingenieur met 4 semesters Hochschul-Bildung. Wat is dat eigenlijk, zoiets noemt men hier toch een gesjeesde student. Toch worden die menschen aangenomen en ik heb wel eens aan fabrieksleiders gevraagd: Waarom doen jullie dat? Dan wordt daarop geantwoord: Het is al goed als ze de theoretische grondslagen maar kennen, de techniek leeren ze bij ons in de fabriek wel. Dat is een heel eigenaardig standpunt en dat zou hier niet opgaan. Na 1918 is er in Duitschland verschrikkelijk veel veranderd, d.w.z. men heeft zooveel mogelijk getracht om oude dingen op te ruimen. Ik wil hier een paar van de heel typische reformeeringen noemen (die echter geen blijvenden ingang hebben gevonden).

Ten eerste was er een voorstel van E. Spranger om twee verdiepingen te maken, dat was in 1930. De eerste verdieping zou zijn de beroepsopleiding waarbij ook een synthetisch beeld van de beschaving — met een titel in het Duitsch om van te smullen — gedoceerd zou worden en waarbij een sterke inperking van de studie-vrijheid voor die eerste jaren zou plaats hebben. Dit is voor de technische studie niet doorgegaan, maar het is merkwaardig, dat een dergelijk systeem in 1931 is ingevoerd voor de juristen, met het tutor-stelsel en beperking van de studie-vrijheid. Er was een geweldige tegenkating van de zijde van de Universiteit en na 1933 is deze geschiedenis natuurlijk weggeblazen. Hoe het nu is, weet ik niet. Verder is er in Karlsruhe nog een verandering geweest. Daar is een vermindering gecreëerd van de technische speciaal-colleges; er werden meer algemeene ideeën en minder speciale gebieden gegeven. Er kwam daardoor meer

ruimte vrij voor algemeene ontwikkeling. Ook deze verandering heeft niet lang geduurd.

Dan is er een vermindering van de wiskunde-eischen als een golf over de geheele Midden-Europeesche groep — Holland inclus — gegaan. Wij hebben die golf gevoeld in 1924, toen bij ons de wiskunde met 26.7 % werd verminderd. Alleen in Duitschland is dit zeer ver doorgevoerd, de anderen hebben niet zoo sterk meegedaan.

Verder is er nog de merkwaardige beweging „practische Mathematik”, die uitgegaan is van Prof. Runge in Göttingen. Ik heb zelf altijd veel gevoeld voor het practisch uitrekenen en heb van het goede in deze ideeën veel overgenomen. Er zijn handige boekjes over verschenen, die ik ook op mijn colleges noem. Die beweging is later in handen gevallen van leerlingen van Runge, die haar hebben opgeblazen tot een systeem, waarbij de student niet veel meer leert dan dergelijke rekenkunstjes, terwijl de eigenlijke basis van de mathematische ontwikkeling ontbreekt. Daarom heeft deze beweging in haar overdreven vorm dan ook geen navolging gevonden.

Ik ga nu over tot Frankrijk. Frankrijk is het land waar alles heelemaal anders is dan overal elders. Daar is de middelbare opleiding verschrikkelijk streng in de Lycées en Collèges, nog strenger dan in Duitschland. Men heeft daar belachelijke eischen voor wiskunde, dat is werkelijk door het dolle heen. Er is daar een centrale regeling, alles gaat over Parijs. Dat zien wij zeer duidelijk daaraan, dat nog in 1890 17 universiteiten werden opgericht buiten Parijs, waarvan trouwens de studenten nog examens moesten komen doen in Parijs. De eigenlijke technische opleiding geschiedt in Parijs en de Ecole Polytechnique is berucht om zijn geweldige eischen en ook de toelating — trouwens tot al deze instellingen — is zeer streng. Bijna alle examens zijn vergelijkende examens. Wanneer wij eens naar de stemming van de families kijken in den examentijd, dan kunnen wij wel zeggen, dat heel Frankrijk zit te bibberen. Of de Fransche ingenieur zooveel beter is, weet ik niet. Het hogere onderwijs is in twee verdiepingen opgebouwd. De eerste graad heet licencié en de hogere graad is de doktersgraad. Merkwaardig is, dat de moeilijkheden in Frankrijk meer sociaal dan technisch zijn. In den

laatsten tijd is er een geweldige toestrooming uit alle lagen der bevolking tot de Lycées. Dat is voortgekomen uit de idee: Vrij onderwijs voor de geheele natie en de besten op de beste plaats. Hieraan knoopt zich natuurlijk een geweldige selectie vast, die zich alleen richt naar de examens en niet naar den levensstandaard van de ouders. Maar toen had je de poppen aan het dansen. Men kan maar niet zoo gemakkelijk zeggen: De besten op de beste plaats, dat is een te groot sociaal probleem, want men kan niet altijd iemand voor een opleiding weigeren, als zijn vader b.v. minister is of een andere hooge plaats bekleedt. Daarom heeft men het niet zoo ver door kunnen zetten.

Nu onze 3 punten. De eerste moeilijkheid van de aansluiting van de stof is er natuurlijk niet. Ook de tweede moeilijkheid doet zich in veel mindere mate voor. Wel is er vrijheid van studie aan de Universiteit, maar door de geweldige selectie kunnen die menschen het wel verdragen. Wat punt 3 betreft is er een sterke overdrijving van de wiskunde, maar dit wordt minder gevoeld door de geweldige selectie. De menschen slikken het wel en men weet niet beter, of het hoort zoo. Frankrijk staat veel verder van ons af dan iedere andere opleidings-groep.

En nu dus Amerika. Daar is het onderwijs heel interessant, maar ik wil hier niet herhalen, wat door vorige sprekers op zoo voortreffelijke wijze is gezegd. Men zegt in Amerika: Undergraduate is the heart of the University. Dat is het cardinale punt. Het geheele onderwijs is geboren uit undergraduate-courses en pas in 1847 is een poging gedaan om graduates te krijgen. Deze graduate-courses hebben als model de Midden-Europeesche opleiding genomen en niet de Engelsche. De Universities zijn er dus in hoofdzaak voor de undergraduate-courses. Wat er in de vooropleiding geschiedt in de Secondary Schools en de High Schools is volgens onze begrippen slecht. Er is daar een systeem van slagen voor de examens, dat lijnrecht tegen onze begrippen ingaat, het puntensysteem. Als men maar 15 punten heeft behaald, hoe dan ook, slaagt men voor het examen. Het eene jaar doet men Algebra, Engelsch en Duitsch en heeft dan 3 punten en het volgend jaar b.v. 3 totaal andere vakken. Dat is natuurlijk zeer belangrijk voor het vervolg,

want het Hooger Onderwijs krijgt te werken met dit raar gevormde materiaal. Men werkt 4 jaar voor de undergraduate-courses, maar men moet in de eerste 2 jaar nog datgene leeren, wat eigenlijk op de middelbare school thuis hoort. U vindt daarover veel in een uitstekend boek van Abraham Flexner, dat in 1931 verschenen is. *). Men studeert dus 4 jaar voor het Bachelor-degree, en er is daar hetzelfde verschil als in Engeland: een pass degree en een honours degree, al is ook hier bij de opleiding de honours degree hoofdzaak. Vooral in Harvard, waar één onderwijskracht is op 15 studenten, doet men zijn best om de opleiding op te voeren met behulp van tutors. Het studentenleven is in colleges, in dormitories. Om een vergelijking te treffen met Engeland, zien wij in Amerika, dat de helft van de studenten hun eigen brood verdienen of aangewezen zijn op ondersteuning. In de Bachelor-studie is van vrijheid geen sprake. Het onderwijs is zeer schoolsch en dat kan ook niet anders, gezien den aard van het onderwijs. Ik heb hier cijfers van Minnesota over de resultaten. Na één jaar wordt 30% weggestuurd. (Men kan daar ook weggestuurd worden). Na twee jaar nog eens 20%. Dat ligt niet aan de Universiteit, maar aan de vooropleiding. Op deze Bachelor-degree volgt nu de Master-degree. Deze vordert één jaar aan de Universiteit met het werken voor een master-essay, daarna komen nog 3 jaar voor de dokters-studie, die besloten wordt met een zwaar examen en een dissertatie. Nu hangt het van de Universiteit af of dat serieus is; er kunnen daar allerlei mopjes over gemaakt worden, maar dat doe ik niet, omdat er in de Amerikaansche opleiding zooveel goeds is. Merkwaardig is hier de service, waar ik het bij Engeland al over had. Deze is in Amerika opgeblazen tot een systeem met veel vervelende dingen. Vooral Columbia is daar berucht om. Ik weet niet of U hier wel eens advertenties heeft gelezen van Instituten, die zorgen voor de „volksontwikkeling”. Ik heb hooren zeggen, dat die dingen niet slecht zijn, dus ik wil daar niets kwaads over zeggen. Maar wanneer Columbia dat in het groot bedrijft en met zijn schriftelijke cursussen \$ 300.000 per jaar verdient, dan krijgt de zaak een bedenkelijken kant.

*) A. Flexner, Universities, American, English, German.

Nu willen wij daar onze 3 punten eens bekijken. Eerst moet ik echter nog zeggen, dat de Colleges heel strenge toelatings-eischen hebben, bijv. Princeton is daarvoor zelfs berucht. In de T. H. van Californië worden per jaar slechts 600 leerlingen toegelaten, die uit een totaal van eenige duizenden candidaten worden uitgezocht door middel van een vergelijkend examen.

Aan de eerste moeilijkheid kan alleen tegemoet gekomen worden door zelf op een heel laag peil te beginnen en de eerste jaren dienen dan ook om in te halen, wat vroeger verzuimd werd. Wat het tweede betreft, de methode gaat door, zij was schoolsch en blijft schoolsch. En wat het derde punt betreft, in Amerika heeft men een veel meer overladen programma dan wij hebben. Daarom heb ik mij er steeds over verbaasd, wanneer gezegd wordt, dat die Amerikaansche studenten het zoo best hebben, zij hebben notabene 50 uren per week aan colleges en oefeningen te besteden!

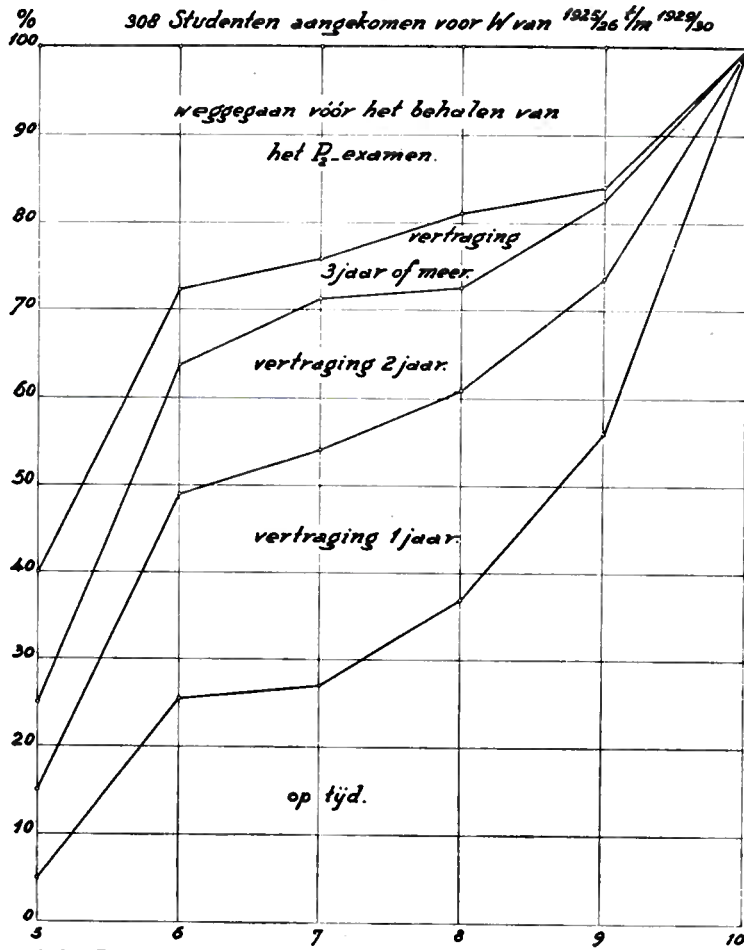
Tot besluit nog een enkel woord over het huidige Rusland. Theoretisch is het zoo, dat het geheele volk Lager Onderwijs geniet, er zijn geen analphabeten meer; uit deze menschen, die tot een behoorlijk peil opgeleid worden, worden diegenen geselecteerd, die naar de Middelbare School gestuurd worden — iedere Rus is immers staats-ambtenaar — en de besten van dezen worden gedetacheerd naar de Hoogere opleiding. Nu is de praktijk hiervan — de selectie is wel gezond en in orde — dat de menschen, die een behoorlijke positie innemen en kinderen hebben, ook verlangen, dat die kinderen een hogere opleiding ontvangen en dat is dus hetzelfde probleem als in het kapitalistische Franrijk. Ook in Rusland vindt de directeur van een fabriek het niet zonder meer goed, dat zijn zoon niet mag studeeren, maar op grond van zakken voor examens fabrieksarbeider moet worden.

Dit nu, Mijne Heeren, was een uitstapje naar het buiten land om onzen geest te verruimen.

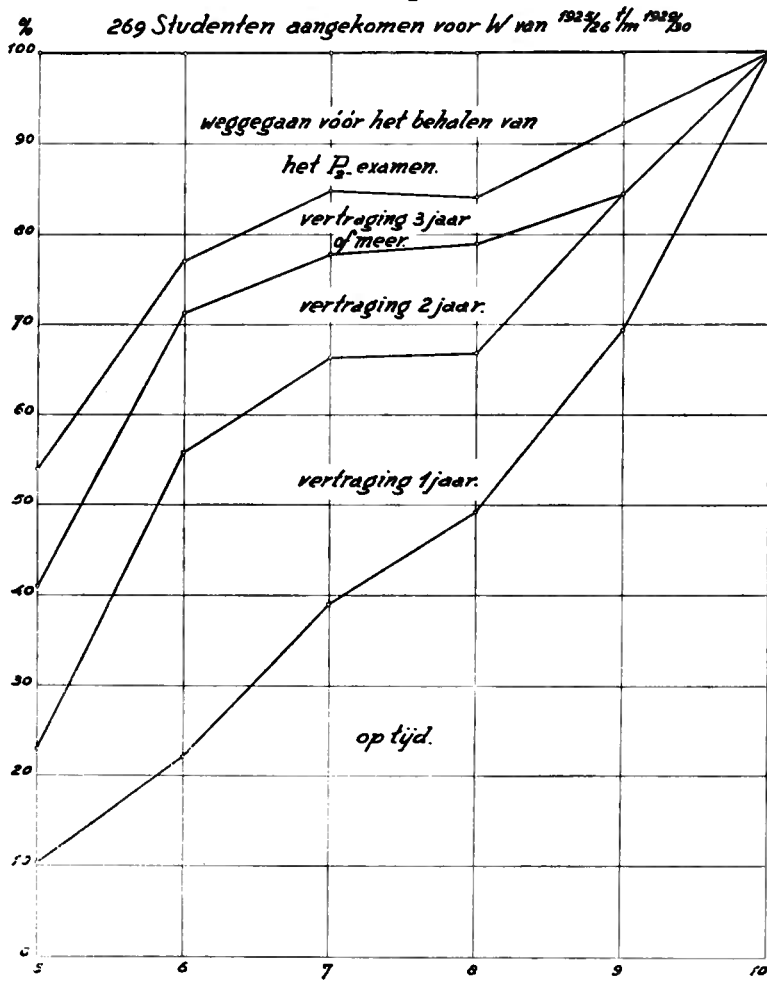
En nu wil ik tenslotte — heelemaal persoonlijk — mijn meening zeggen over wat ik denk van die verschillende moeilijkheden en wat ik mij voorstel als een geschikte methode om ze te overwinnen. Ik geef het graag voor iets beters en ik ben ook vatbaar voor goede argumenten.

Ik wilde U eerst spreken over de aansluiting in Punt A.

*Voorkomen van de M.O.cijfers in verband met de studieduur
voor het P₂-examen.*

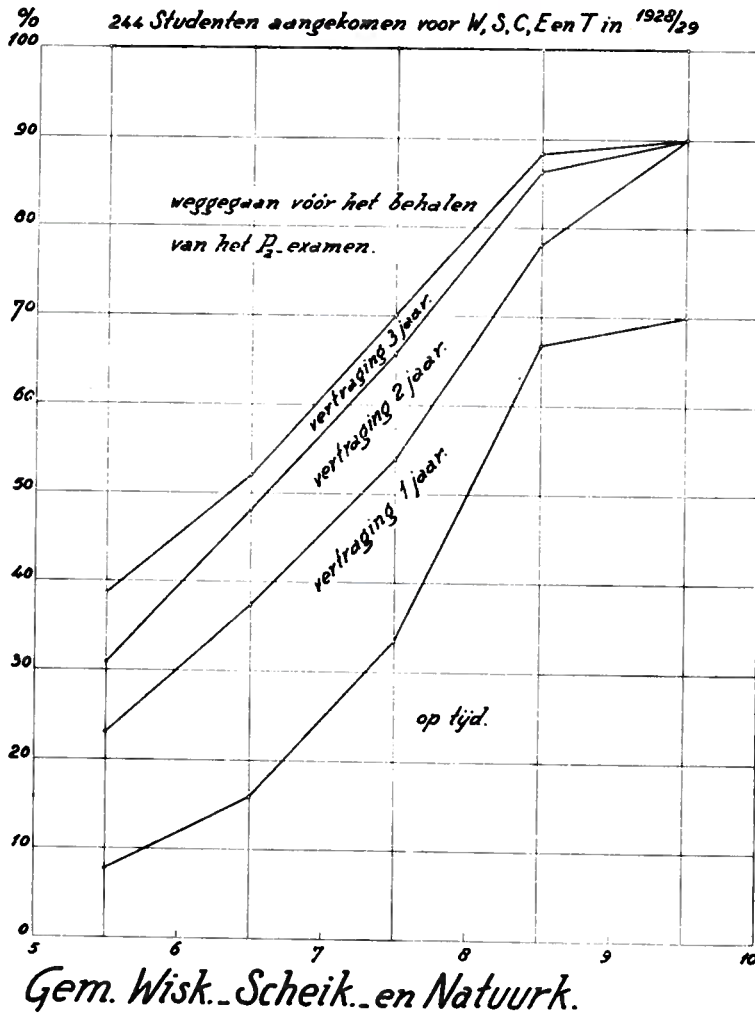


*Voorkomen van de M.O.cijfers in verband met de studieduur
voor het P₂-examen.*



Mechanica.

*Voorkomen van de M.O.cijfers in verband met de studieduur
voor het D_2 -examen.*



en wel speciaal over den mensch. Daartoe zal ik eerst 3 plaatjes vertoonen, waarin U zult zien, dat de cijfers, die op de H.B.S. behaald worden, in zeer nauw verband staan met de resultaten, die op de T.H. bereikt worden. Het eerste plaatje geeft de gegevens van de wiskunde, het tweede die van de mechanica en het derde geeft deze gegevens van de exacte vakken — wiskunde, natuurkunde en scheikunde — gezamenlijk. In het derde plaatje is de mechanica er vermoedelijk niet bij genomen, omdat dat destijds geen verplicht vak was. Op alle plaatjes ziet U een frappante overeenstemming tusschen de cijfers van de H.B.S. en den tijd noodig voor het prop. examen. De gegevens voor de eerste twee grafieken zijn ontleend aan de discussie over het Rapport-Limburg *) in de vergadering van de Ver. v. Delftsche Ingenieurs op 12 November 1936 en die voor de laatste grafiek aan dit rapport zelf.

Aan hetzelfde rapport ontleen ik, dat $54\frac{1}{2}\%$ van de H.B.S. leerlingen opgaan voor hogere opleiding. De leerlingen, die niet verder gaan en diegenen, die wel verder studeren, ontvangen dezelfde opleiding en nu beweer ik, dat wanneer werkelijk de H.B.S. behoorlijk opleidt voor hooger onderwijs, zij niet goed opleidt voor de anderen en omgekeerd. Men kan nu eenmaal niet tegelijk én kopschool én vooropleiding zijn. Het liefste zou ik dus zien, als ik het voor het zeggen had, dat er naast de H.B.S. A. en B. in de hoogste klassen of in de hoogste klas nog een H.B.S. C. zou komen voor de menschen voor de hogere opleiding. Doch wij hebben het niet voor het zeggen — de heeren in den Haag verwijten ons reeds, dat er te onzen behoefte reeds te veel Koninklijke Besluiten worden uitgevaardigd — en wij moeten werken met de H.B.S.-ers zooals wij die krijgen. Dan echter zou ik ervoor zijn de directe toelating tot Delft te beperken tot die menschen, die gemiddeld voor de exacte vakken 7 of meer hebben en voor de anderen, willen zij toch tot Delft toegelaten worden, eerst den omweg over de M.T.S. verplicht te stellen. Ik bedoel dus, dat wij de menschen met 7 of meer *onmiddellijk*

*) De toekomst der academisch gegradueerden, J. B. Wolters, Groningen-Batavia 1936.

toe kunnen laten, doch voor de anderen den weg niet *afsluiten*, dat zou wreed en on-Hollandsch zijn. Voor de zwakkeren is het vrije onderwijssysteem blijkbaar niet de aangewezen weg. Die moeten eerst nog een opleiding met steun doormaken aan een M.T.S. Dezen menschen zou ik het verder bij den overgang naar Delft niet lastig willen maken, doch ik zou gemakkelijke wegen willen creëeren, waarbij ten volle de kennis aangerekend wordt, die zij op de M.T.S. reeds hebben opgedaan. Daarmede zouden wij 33 % van den toevloed hebben afgesneden, doch daarvan kunnen wij later het betere deel door de M.T.S. weer tot ons krijgen. Wanneer ik nu aan den anderen kant nog eenige cijfers voor den dag haal, dan is dat in de eerste plaats het cijfer van 30 % van de menschen, die hier aankomen en verdwijnen zonder afgestudeerd te zijn. Verder heeft de Civiele Afdeeling de afgestudeerden eens onder de loupe genomen en eens getaxeerd hoeveel van hen eigenlijk onvoldoende algemeene geschiktheid voor ingenieur hebben. Men kan dit vriendelijk taxeerden, dan is het 8 % en onvriendelijk, dan is het 10 %. *) Wij komen dus dan tot een cijfer van 37% van menschen, die wij liever niet gehad hadden. Daartegenover staat dus mijn cijfer van 33%, waaruit blijkt, dat ik niet iedereen gevangen heb en ik weet ook zeer goed, wie ik niet gevangen heb. Uit de cijfers van de statistiek blijkt, dat niet alleen de menschen met 6 te lang over de studie doen, maar dat ook de menschen met 7 en 8 te lang erover studeeren en wij zouden tot merkwaardige resultaten komen, wanneer wij in de grafiek nog in de derde dimensie de portemonnaie van de ouders konden uitzetten. Ook daarvoor heb ik een plan, Mijn wensch is om te bepalen — zooals ook in het buitenland geschiedt — dat men niet ad libitum altijd maar weer hetzelfde examen kan doen, maar dat degene, die twee keer gezakt is, niet meer tot een examen kan worden toegelaten. Wanneer iemand na twee keer en na nader onderzoek niet in staat is iets te bereiken, dan is het beter, dat zoo iemand verdwijnt. U begrijpt natuurlijk wel waar ik naar toe wil, want ik kom nu tot punt twee en wil daarmede redden de *vrije studie*.

Mijne Heeren, het is op het oogenblik 34 jaar geleden.

*) Dit cijfer is ontleend aan de reeds boven geciteerde discussie.

dat er een vergadering was in de Stads Doelen, omdat men meende, dat de overgang naar de Technische Hoogeschool een zoodanige zou kunnen worden, dat de vrije studie in gevaar kwam. In de studentenbladen verschenen artikelen met titels als: Dreigen er gevaren? Ik had de eer te behooren tot de 5 oprichters van de eerste Centrale Commissie en ik heb toen op de bres gestaan voor de vrije studie in Delft en ik zou ook nu nog een lans daarvoor willen breken. En ik wil mijn standpunt dan ook verdedigen. Iedere opleiding moet zoo zijn, dat zij zich aanpast aan het volk, waarvoor zij gemaakt is en er is geen volk, dat zoo voelt voor de vrijheid als het onze. Van den Hollander kun je alles gedaan krijgen, als je hem maar niet dwingt, want dan vertikt hij het. Hiermede is op de H.B.S. reeds rekening gehouden in de hoogste klassen, want daar is de studie reeds veel vrijer dan in het buitenland. En willen wij nu die menschen, die den dwang op de H.B.S. reeds zat hebben, op de T.H. inspannen in het gareel? Wat zou daarvan het gevolg zijn? En hoe zouden de studenten staan tegenover die der andere Universiteiten? Trouwens ik vraag mij af, of wij die 63 % die dan toch wel deugen, dien dwang wel mogen opleggen. Ik geloof, dat dat niet noodig is, het kan op een andere manier ook nog wel. Er is verder ook nog dit, en dat zal misschien niet plezierig zijn, maar ik wil het toch zeggen, ook al krijg ik geen applaus. Wanneer wij de vrijheid van studie houden, dan moeten de studenten zich die ook waard toonen. Vierendertig jaar geleden werd er gevraagd: Dreigen er gevaren, doch ik zou nu deze vraag kunnen omdraaien en zeggen: Er dreigen gevaren! De stemming is langzamerhand omgedraaid en is op het oogenblik zeer tegen de vrije studie. Laten wij eens kijken, wat die dwang uitmaakt. Als je zooiets doet, moet je het goed doen, dan komen er tutors, instructors, er komen M.O.-mannen, paedagogen, die wanneer een student bij hen komt om te vertellen, dat hij een college gemist heeft, onmiddellijk moet kunnen doorzien of Tante werkelijk dood is, enz. enz.; ik kan U wel zeggen, mijn sympathie heeft dat niet. We kunnen wel heel sterk werken voor selectie op Hollandsche manier, ik wil mij daarin niet verdiepen, maar wanneer wij dien weg volgen, dan is één ding noodig, n.l. de medewerking

van de studenten zelf, want wanneer wij die niet krijgen, dan voorzie ik, dat de vrijheid van onderwijs ernstig in gevaar komt. Er moet ook bij de studenten een andere geest komen, ook in corporaties. Wanneer ik denk aan de grootste corporatie met jammer genoeg niet meer dan 25% van het totaal aantal studenten, dan zie ik daar ook veel, wat niet in orde is. Het is niet in orde, dat er lezingen georganiseerd worden door de Ver. Vrije Studie, waarop slechts 5 studenten verschijnen. Er moeten veel dingen worden herzien en daarom doe ik een beroep op de studenten om niet alleen te kletsen, maar ook iets te doen.

Nu nog heel wat anders en dat zal kort zijn. Ik heb de geheele voordracht evenals de andere sprekers, die hier het woord gevoerd hebben, in majeure probeeren te houden. Er zou echter ook iets voor mineur te zeggen zijn geweest. Want wij spreken hier nu over deze dingen, of de heele wereld zoo zal blijven, als deze op het oogenblik is. En nu denk ik niet aan de verschrikkingen van een oorlog over ons land, maar zelfs als wij gevrijwaard blijven, dan moeten wij niet denken, dat het net zoo gemakkelijk afloopt als in 1918. Wanneer er vrede komt en dan nog in het allergunstigste geval, dan zal er een heel andere wereld zijn en zal het misschien noodzakelijk zijn om heel andere maatregelen te nemen vanwege geheel andere financieele en economische condities. Op dat stramien had ik mijn voordracht ook kunnen borduren. Wij weten niet, wat er komt, maar wel weten wij, dat het zeer ernstig zal zijn en dat dus alle pogingen om de fouten, die er mogelijk zijn, te verbeteren ook met het oog op de toekomst hun betekenis zullen hebben.

Ik dank U.

DEBAT.

Tijdens het debat na afloop van de inleiding van Prof. dr. ir. J. A. Schouten kwam tot uiting:

- 1e. De overgang M.T.S.-T.H. is nog betrekkelijk zwaar. Er is moeilijk een studiejaar mee te winnen. Wanneer de weg om tot studie aan de T.H. te komen ging via de M.T.S. — zooals het rapport van prof. Dresden aangaf —, dan hoort er een goede samenwerking te komen tusschen beide lichamen, om de studie zoo kort mogelijk te houden. Meer en meer wordt de M.T.S. als voorstudie gekozen.
- 2e. De vrije studie wordt bedreigd. Ook de vorige inleiders hebben hierop gewezen.
- 3e. De cijfers, op de H.B.S. gekregen, geven wel degelijk eenige aanwijzing over het in Delft te behalen succes. Aan de hand van de 3e statistiek is op te merken, dat iemand, die op de H.B.S. zeer matige cijfers heeft voor alle exacte vakken, hier weinig kans van slagen heeft. Exacte vakken zijn altijd noodig als basis van de ingenieursstudie.
- 4e. Professor Schouten is sterk gekant tegen het afleggen van tentamina, speciaal in de eerste studie jaren. Voor den toekomstigen ingenieur is het nuttig, nu reeds geoefend te worden in het verrichten van diverse werkzaamheden tegelijk.
- 5e. De verplichte leerstof voor de wiskunde in de propadeuse is sedert 1922—23 uitsluitend afgenomen en wel is het aantal uren met 26,7 % verminderd. Voor de natuurkunde is het aantal uren gelijk gebleven, en voor de technische vakken is dit aantal met 68 % vermeerderd.