

Tien jaar wiskundige statistiek *)

door D. van Dantzig

Summary

The development of mathematical statistics during the last ten years.

Due mainly to the stimulating influence of the rapid development of mathematical statistics in England and the U.S.A. during and just after the war, the amount of work in the Netherlands in this field has been much greater and on a higher international level than before the war. A more favourable atmosphere for application of mathematical statistics has been growing. Education of young statisticians and, to a certain extent, statistical research have been promoted by the institution of chairs of mathematical statistics at several Dutch Universities. However, an insufficient number of young people are willing to devote themselves to fundamental research work, and too many of them are absorbed by industry. If this will not change within the next few years, it will hardly be possible to maintain the present level of mathematical statistical work.

1. Het eerste contact

Het zal ten naastebij negen jaar geleden zijn, dat ik bezoek ontving van een drietal bleke en magere jongelieden, die mij op de hoogte kwamen stellen van de oprichting der Vereniging voor Statistiek, en van de denkbeelden, plannen en idealen die daaraan ten grondslag lagen, en die mijn medewerking daarbij kwamen inroepen. Daar het niet slechts de gevolgen van honger, ontbering en de druk der bezetting waren die van hen afstraalden, maar meer nog een enthousiaste drang tot vernieuwing, en daar deze geestgesteldheid ook mij niet geheel onberoerd had gelaten, konden wij gemakkelijk tot overeenstemming komen en de grondslag leggen voor een hoogst vruchtbare en aangename samenwerking die tot de huidige dag voortduurt.

De bespreking vond plaats in een voor de Raad van Beheer bestemd zijkamertje van een groot, kaal en rommelig kantoorlokaal, dat destijds het Mathematisch Centrum was. De samenwerking vond haar eerste vorm in de Kadercursus voor Statistiek, die ik gedurende $2\frac{1}{2}$ jaar wekelijks in Den Haag gegeven heb, en die er toe moest strekken een kader van leidende statistici te vormen, die de opleiding van jongere statistici ter hand konden nemen, een doel, dat, zoals U allen weet, sindsdien ook gerealiseerd is. Maar achteraf

*) Voordracht op de Statistische Dag 1955. Rapport SP 46 van de Statistische Afdeling van het Mathematisch Centrum, Amsterdam.

bewonder ik nog het geduld en het uithoudingsvermogen van mijn toenmalige toehoorders, en de blijmoedigheid waarmee zij bereid waren een grote dosis wiskunde te absorberen — of, althans, te adsorberen — waarvan vele hunner in hun dagelijks werk slechts weinig gebruik konden maken.

Bij het terugzien op de sindsdien vervlogen jaren is de eerste impressie een gevoel van voldoening over het waarlijk vele dat in die tijd is bereikt. De Vereniging voor Statistiek is gebleken tot de relatief kleine groep van destijds genomen initiatieven te behoren, die berustten op een juiste taxatie van bestaande en realiseerbare, zij het aanvankelijk grotendeels onderbewuste, behoeften van onze maatschappij. Maar daarnaast kan men zich evenmin onttrekken aan een gevoel van weemoed over het teruggebben, na de vloed van naoorlogse vernieuwingsdrang en enthousiasme, van deze stroom, in de nazuiging van vele illusies die in desillusies verkeerden.

2. Statistiek in Nederland vóór 1945

Beschouwt men de mate waarin en de wijze waarop wiskundige statistiek in Nederland vóór de oorlog beoefend werd en daarna, dan zal men natuurlijk geen volledige discontinuïteit kunnen waarnemen. Maar wel zal men, ongeacht welke daartoe strekkende toets men zou aanleggen, het verschil als ontegenzeggelijk significant moeten kwalificeren. Het vooroorlogse niveau van de wiskundige statistiek in Nederland kan men, ook met de meeste toegeeflijkheid, niet anders dan laag noemen, niet slechts op zichzelf beschouwd, maar ook in vergelijking met omliggende landen, zoals, natuurlijk en in de eerste plaats, Engeland, maar ook Frankrijk, Duitsland, Zweden en Italië. Het was natuurlijk geen „nulniveau”, d.w.z. ook vóór de oorlog werd te onzent verdienstelijk werk op dit gebied verricht. Men denkt dan in de eerste plaats aan de econometrische school van *Tinbergen*, *Tjalling Koopmans* en *Derksen*, die al lang voor de oorlog terecht wereldnaam had verworven. Voorts had *Van Uven* te Wageningen niet slechts de wiskundige statistiek met vele bijdragen verrijkt, maar ook de niet te onderschatten verdienste gehad, bij zijn leerlingen belangstelling en enthousiasme te wekken voor de statistische bewerking van biologische waarnemingsuitkomsten en het ontwerpen van landbouwexperimenten volgens de wiskundige methoden van *Ronald Fisher*, de man die zich daarmee onsterfelijke en door niemand ontkende verdienste verworven heeft. De actuarissen hadden als vanouds, te weten sinds *Johan de Witt* (1671), belangstelling voor statistiek als basis voor hun vak evenals natuurlijk de geodeten; op het gebied der medische en biologische wetenschappen waren enkelen als *S. T. Bok* zich van de noodzaak van statistische toetsing van nieuwe resultaten ten volle bewust, terwijl *Goudriaan*, *Hamaker* en anderen ernaar streefden

een dergelijke gedachtengang ook ingang te doen vinden in de industriële statistiek. Door deze namen te noemen doe ik ongetwijfeld anderen onrecht, maar, de gehele lijn overziende moet men hun activiteit toch als pionierswerk beschouwen, geïsoleerd van, zo al niet met argwaan en schouderophalen begijgend door de grote meerderheid van hun collegae. Ook de wiskundigen zelf toonden geen al te best figuur. Terwijl verwante gebieden zoals astronomie en natuurkunde zich reeds lang van statistische methoden bedienden — wie kent thans nog het voortreffelijk exposé dat F. Z e r n i k e in 1928 gaf? — achtten de meeste wiskundigen dit gebied beneden hun waardigheid, desnoods goed genoeg voor actuarissen en geodeten, en hoogstens nog bruikbaar om enkele aardige sommetjes over combinatoriek te maken, meestal op het niveau van de waarschijnlijkheidsrekening vóór L a p l a c e (omstreeks 1800). C. V i s s e r was vrijwel de enige die in de dertiger jaren enkele artikelen op hoog waarschijnlijkheidstheoretisch niveau publiceerde, t.w. op het gebied der ergodentheorie.

3. De ontwikkeling in Nederland 1945-1955

Vergelijken wij daarmee de situatie thans. De argwaan tegen de statistische en andere wiskundige methoden in de economie, de biologie, de medische en farmacologische wetenschap is geluwd; meer en meer industrieën zijn er toe overgegaan statistische methoden in te voeren en statistici aan te stellen; de geodesie, de meteorologie en de actuariële wetenschappen hebben hun mathematische basis verbreed en zelfs in de psychologie en de sociale en politieke wetenschappen begint de neiging sterker te worden, zich van statistische methoden te bedienen — of althans te doen bedienen.

Men spreekt wel eens van „harde en zachte schil”-methoden: bij de oudere methoden in de economie, psychologie, enz. kon men vroeger direct beginnen de sappige vrucht te savoreren, terwijl men tegenwoordig, alvorens dit te kunnen doen, genoodzaakt is, eerst door de harde schil van een wiskundige basis heen te bijten. Het is verheugend, dat niet weinigen die op deze gebieden werken — en niet uitsluitend de jongeren! — zulke stevige tanden hebben, dat ze dit kunnen doen, en daartoe ook bereid zijn, om daarna de sappige kern des te beter te kunnen genieten.

Dit alles demonstreert zich ook in de universiteiten. Professoraten in de wiskundige statistiek werden allengs ingesteld te Amsterdam, Groningen, Delft, aan de Vrije Universiteit en te Tilburg, lectoraten te Rotterdam en te Wageningen; voorts professoraten in de actuariële wetenschappen te Amsterdam en in de wiskundige economie te Amsterdam en te Rotterdam.

Niet alleen is de mate, waarin wiskundige statistiek wordt toegepast op al deze terreinen toegenomen, ook de kwaliteit van de statistische analyse te

onzent is belangrijk verbeterd. Men mag, dunkt mij, zonder overdrijving zeggen, dat de betrouwbaarheid der statistisch gecontroleerde resultaten van medische, biologische en pharmaceutische onderzoeken te onzent een hoog niveau heeft bereikt, mede dank zij adviserende instellingen als de Afdeling Bewerking Waarnemingsuitkomsten van TNO te 's-Gravenhage, het Instituut voor Preventieve Geneeskunde te Leiden en de Statistische Afdeling van het Mathematisch Centrum te Amsterdam alsmede van de werkzaamheid van docerende en adviserende functionarissen aan de universiteiten te Leiden en Utrecht (voor de biologie) en te Groningen (voor de medische wetenschap).

De uitbreiding van de statistische werkzaamheid te onzent was geen geïsoleerd verschijnsel maar heeft zich in de omliggende landen (zelfs in Engeland dat reeds een oude traditie op dit gebied bezat) eveneens voltrokken, en wel voor een groot deel in het kielzog van de V.S. die tijdens en na de oorlog op dit gebied grote voortvarendheid betoond hebben. Ondanks de algemeenheid van het verschijnsel meen ik echter zonder nationale zelfoverschatting te mogen zeggen, dat Nederland in snelheid, intensiteit en moderniteit van ontwikkeling in dit opzicht tot de vooraanstaande landen behoort.

Dit alles heeft ook zijn weerslag gehad op de wiskundig statistische activiteit in engere zin, t.w. de ontwikkeling van nieuwe methoden. Namen als die van Hamaker, Hemelrijk, Van der Vaart en Theil, zijn thans internationaal algemeen bekend, en van verschillende anderen en ook jongeren kan hetzelfde worden gezegd. Speciaal op het gebied der zogenaamde „verdelingsvrije methoden” kan nog wel nauwelijks een samenvattend artikel gepubliceerd worden zonder dat althans enige Nederlandse namen daarin worden genoemd.

Hoe verwonderlijk, ja, welhaast onvoorstelbaar deze snelle ontwikkeling geweest is, wordt wel enigszins duidelijk, als men zich realiseert dat tijdens de oorlog de Engelse statistische school hier nog slechts zeer onvolledig bekend was, zoals b.v. blijkt uit het feit, dat deel 2 van het belangrijkste tot dan verschenen tabellenwerk: Karl Pearson: „Tables for Statisticians and Biometricians”, bij navraag in geen enkele universiteitsbibliotheek aanwezig bleek te zijn, en dat in Amsterdam b.v. van het in 1900 door Pearson opgerichte tijdschrift „Biometrika” alleen de eerste tien delen aanwezig waren. Een van de eerste taken die de Vereniging voor Statistiek dan ook verrichtte, en een zeer nuttige, was het opsporen van de weinige in Nederland aanwezige tijdschriften en het mededelen aan haar leden van de aanwezige jaargangen en de bibliotheken waar deze te vinden waren. Het zou nog tot eind 1947 of zelfs 1948 duren, aler wij in enigszins voldoende mate kennis konden nemen van de voordien verschenen statistische literatuur.

4. Andere perioden van tien jaren

Toen eerst werd het duidelijk welk een enorme vlucht de wiskundige statistiek tijdens de oorlog in Engeland, maar vooral in Amerika genomen had, een vlucht die zich nadien zelfs nog in versneld tempo heeft voortgezet. Vergelijken wij de thans achter ons liggende tienjarige periode met enkele even lange perioden uit de geschiedenis. In de jaren 1708-1718 verschenen de vier meesterwerken van Pierre Remond de Montmort, Abraham de Moivre en Jacob Bernoulli, die de grondslag legden voor de een halve eeuw vroeger ontstane waarschijnlijkheidsrekening; tussen 1770 en 1778 schreef Laplace een magistrale reeks verhandelingen, die deze wetenschap op een wezenlijk hoger niveau brachten. Of, om de statistiek in engere zin te beschouwen: de periode van 1900-1910 omvatte de oprichting van het tijdschrift „Biometrika”, alsmede de reeks fundamentele artikelen waarmede Karl Pearson de moderne phase in de statistiek opende, en voorts verschillende resultaten van Edgeworth, Yule, Kapteyn, en anderen, „Student”'s beroemde verhandeling, en voorts Emile Borel's „sterke wet van de grote getallen”, en de fundamentele stellingen van Liapounov en Markov over het centrale limiet-theorema.

5. De ontwikkeling in het buitenland

Dit alles verzinkt echter in het niet in vergelijking met de grandioze ontwikkeling die wij thans beleefd hebben. Na elkaar verscheen een serie meesterwerken, de boeken van Maurice Kendall, Harald Cramér, Abraham Wald's „Sequential Analysis and Statistical Decision Functions”, William Feller, Doob, Paul Lévy en Michel Loève, om slechts de allerbelangrijkste te noemen. Voorts, op het gebied der wiskundige economie: Von Neumann-Morgenstern, en op dat der communicatietheorie: Claude Shannon en Norbert Wiener. Slechts zelden ziet een wetenschap in zo'n korte tijd een zó groot aantal zó voortreffelijke werken verschijnen.

Daarmede hangt een ongekend aantal nieuwe theorieën samen, vrijwel zonder uitzondering van het hoogste belang voor practische toepassingen. Op het gebied der wiskundige economie: de reeds genoemde strategische speltheorie van John von Neumann, de zgn.: „Operational Research”, en de daarmede verwante „Linear Programming” van mijn Amerikaanse naamgenoot George B. Dantzig en de „activity analysis” van Tj. Koopmans en zijn medewerkers. Voorts de eveneens reeds genoemde „sequente analyse” van Barnard en Wald en de statistische decisietheorie van Wald. Dan de informatietheorie van Shannon en de Cyber-

netica van W i e n e r, en, op iets ander terrein, de bio- en sociomathematica van R a s h e v s k y en zijn leerlingen. Voorts de van vele auteurs (te beginnen met F i s h e r en K o l m o g o r o v) afkomstige „verdelingsvrije methoden” in de statistiek, en de „Monte Carlo-methoden” in de wiskunde, enz. enz. Een zó grandioze ontwikkeling heeft wel zelden een wetenschap vóór 1945 zich zien voltrekken; analoge situaties in andere wetenschappen ná 1945, zoals op het gebied der antibiotica en der kernphysica buiten beschouwing latende, is wellicht alleen het ontstaan der quantum mechanica in 1925-1927 hiermede te vergelijken.

6. Beoordeling Nederland 1955

Bezien wij in het licht van deze buitenlandse ontwikkeling nogmaals de huidige situatie te onzent, dan kan onze aanvankelijke voldoening over het door ons bereikte niet ongeschokt blijven. Met name is dit het geval, wanneer wij ons afvragen, welke bijdrage wij, als volk, tot deze ontwikkeling op internationaal niveau zèlf gegeven hebben.

Ik heb getracht mij en U hiervan door een beoordelingsschema rekenschap te geven, maar ben mij van het subjectieve en ook overigens geenszins onaantvechtbare karakter daarvan ten volle bewust. Daartoe heb ik in de mate waarin iemand een bepaald onderwerp van studie kan beheersen de volgende fasen onderscheiden.

- | | |
|------------------------------------|---|
| o. <i>Onbekendheid,</i> | d.w.z. men is geheel onbekend met het onderwerp. |
| 1. <i>Receptief beheersend,</i> | d.w.z. men heeft het onderwerp grondig bestudeerd en zich de inhoud „eigen gemaakt”. |
| 2. <i>Reproductief beheersend,</i> | d.w.z. men is in staat het onderwerp op een duidelijke, wellicht zelfs originele wijze voor anderen uiteen te zetten. Men beheerst dit onderwerp critisch. |
| 3. <i>Practisch gebruikend,</i> | d.w.z. men bezit de vaardigheid, de door anderen ontworpen methoden niet slechts op correcte wijze te gebruiken, maar ook steeds een doelbewuste en doeltreffende keuze uit deze methoden te doen en ze aan nieuwe problemen aan te passen. |
| 4. <i>Practisch productief,</i> | d.w.z. men bedenkt nieuwe methoden, beter dan bestaande, geschikt om de problemen waarvoor men zich gesteld ziet op te lossen, of men gaat bestaande methoden, doelmatig gewijzigd, op geheel nieuwe typen van problemen toepassen. |
| 5. <i>Theoretisch productief,</i> | d.w.z. men voegt nieuwe details, correct bewezen, |

- aan de theorie toe, die aan het practisch gebruik ten grondslag ligt.
6. *Theoretisch creatief*, d.w.z. men bewijst fundamenteel nieuwe resultaten, die de theorie zelf, of belangrijke delen daarvan, in een nieuw licht doen zien.
7. *Fundamenteel creatief*, d.w.z. men komt met behoorlijk gefundeerde wezenlijk nieuwe ideeën of ontwerpt geheel nieuwe, correcte en bruikbare theorieën.

Deze gradatie heb ik trachten toe te passen op de volgende onderwerpen:

1. *Variantie-analyse.*
2. *Factor-analyse.*
3. *Regressie-analyse; tijdreeksen.*
4. *Algemene Toetsingstheorie; onderscheidingsvermogen; betrouwbaarheidsgebieden.*
5. *Verdelingsvrije methoden.*
6. *Sequente analyse.*
7. *Decisietheorie.*
8. *Strategische speltheorie.*
9. *Lineaire programmaleer en „operational research“.*
10. *Informatietheorie; cybernetica.*
11. *Stochastische processen en limietstellingen.*
12. *Grondslagen der statistiek.*

Men kan de beoefening dezer gebieden nog op verschillende wijzen beoordelen. Men kan bij voorbeeld vragen naar het hoogste niveau dat in Nederland in de afgelopen tien jaren wel eens is bereikt. Dit leidt echter ter beoordeling van de situatie in Nederland tot een wel enigszins geflatteerd beeld. Een juistere indruk krijgt men m.i. wanneer men vraagt naar een niveau dat door tenminste ongeveer een half dozijn Nederlandse statistici min of meer regelmatig bereikt wordt. Vooraf toegevend dat niet slechts deze wijze van beoordeling maar ook de beoordeling zelf geheel subjectief is en op onvoldoende gegevens gebaseerd, zodat menigeen die véél te somber, anderen véél te optimistisch zullen vinden, meen ik echter toch ze U te mogen voorleggen. Ik heb daarbij de cijfers die op het „hoogst bereikte niveau“ betrekking hebben in kolom 3, de andere in kolom 4 geplaatst. (Zie tabel volgende blz.)

Voor zoverre deze beoordelingscijfers juist zijn, kunnen zij ons in zoverre tot voldoening stemmen, dat de laagste niveaus niet voorkomen. Teleurstellend evenwel is, dat dit ook met de hoogste niveaus niet of nauwelijks het geval is. Globaal bezien zou men er uit moeten concluderen, dat de Nederlandse

1	2	3	4
1. Variantie-analyse		4	3
2. Factor-analyse		4	3
3. Regressie-analyse, tijdreeksen		6	3 of 4
4. Toetsingstheorie, enz.		5	5
5. Verdelingsvrije methoden		6	5
6. Sequentie analyse		4	2—4
7. Decisietheorie		4	2—3
8. Strategische speltheorie		3	2—3
9. Lineaire programma leer enz.		4	3
10. Informatietheorie, cybernetica		3	3
11. Stochastische processen enz.		5—6	3
12. Grondslagen		5—6	3

statistici — voor zoverre een algemeen oordeel daarover zinvol is — een respectabele vaardigheid in het praktisch hanteren van verschillende methoden verkregen hebben, maar dat het „productieve” stadium nog maar op enkele punten en het „creatieve” zelden of geheel niet bereikt werd. Verklaarbaar is dit door de grote krachtsinspanning die nodig was om phase 3 op een voldoende brede linie te bereiken, tengevolge waarvan onvoldoende tijd en een onvoldoende aantal krachten voor wetenschappelijk werk beschikbaar bleef. Merkwaardig is, dat dit niet uitsluitend voor het merendeel der nieuwere methoden het geval is, maar ook voor klassieke gebieden zoals de variantie-analyse e.d., die zeker wel de uitgebreidste bekendheid genieten. Nederlandse theoretische bijdragen tot onderwerpen die tot het gebied van het ontwerpen van proeven behoren, zoals b.v. orthogonale schema's, gedeeltelijk uitgebalancheerde onvolledige blok-ontwerpen, de invloed van niet-normaliteit, kanonische correlaties e.d. zijn uiterst schaars, of zelfs geheel afwezig. Hetzelfde geldt voor onderwerpen die met de theorie der uiterste waarden samenhangen, zoals onderzoekingen over vermoeidheid en levensduur van producten, voor de theorie der afdoende schattingen en optimale toetsen, voor afglij-toetsing, voor meervoudige inspectieschema's, voor het bevoorradingsprobleem, wachttijdproblemen en besmettingstheorie.

7. Gemengde gevoelens

Terwijl wij dus enerzijds een gerechtvaardigde trots ondervinden over het bijna geheel ontbreken van cijfers beneden 3, moeten wij toch anderzijds constateren, dat wij de achterstand, ontstaan door vijf jaren bezetting, niet hebben kunnen inhalen. Wij hebben nu een basis bereikt, waarop wij kunnen voortbouwen, maar waarop wij niet mogen blijven staan. In vergelijking met andere West-Europese landen komen wij, vooral gezien onze voormalige achterstand, zeer behoorlijk voor de dag, maar indien wij op het huidige niveau

zouden stabiliseren, zouden wij in korte tijd verre bij anderen ten achter staan. Wij moeten onze wiskundig-statistische kennis nog voor verreweg het grootste deel importeren; aan export van kennis komen wij nog slechts bij uitzondering toe.

Er is een groot gevaar gelegen in tevredenheid met technische vaardigheid en het laten overwegen van utiliteitsoverwegingen. Ik ken in dit opzicht geen troostelozer beeld dan de geschiedenis der Nederlandse wiskunde tussen circa 1690 en circa 1890. Nederland heeft in die tijd één wiskundige van zeer groot formaat bezeten, Thomas Jan Stieltjes, die hier echter zo weinig waardering ondervond dat hij zijn werkzaamheid naar Parijs moest verleggen. In de tijd omstreeks 1800, dus ten tijde van zo grote figuren als Lagrange, Laplace en Gauss waren onze wiskundigen: Jan Hendrik van Swinden en Pieter Nieuwland, toch waarlijk geen figuren, hoe verdienstelijk ook, bij wie men grote ontdekkingen zal aantreffen! In Amsterdam moest men doorgaans, om hoogleraar in de wiskunde te worden, bovendien niet slechts sterrekunde, maar ook zeevaartkunde kunnen doceren. Het is dan ook niet te verwonderen, dat de meeste Nederlandse wiskundigen met betrekking tot de prestaties van grote buitenlanders zoals de genoemden zelfs niet tot phase 1, de receptiviteit toekwamen. Eén van de oorzaken daarvan is ongetwijfeld gelegen in de sterk utilitaristische gezindheid van hun opdrachtgevers.

Het is ook niet alleen omdat het onze eer te na is, dat wij een wezenlijk hoger niveau zullen moeten bereiken, maar ook wegens de indirect utilitaristische overweging, dat beheersing van bepaalde technieken er toe leidt, dat men deze ook nog blijft toepassen als ze al verouderd zijn, en dat men daardoor betrekkelijk snel weer van het internationale niveau afglijdt. In het bijzonder zullen wij dit óók in het oog moeten houden met betrekking tot de thans nog relatief moderne en daarom door velen onzer geprefereerde zogenaamde verdelingsvrije toetsingsmethoden. De tijd dat wij genoodzaakt zullen zijn van de toetsingstheorieën naar thans nog onvoldoende door ons beheerste methoden en theorieën over te stappen schijnt niet ver meer te zijn.

8. Mogelijkheden en moeilijkheden

De fundamentele moeilijkheid voor het bereiken van een hoger niveau is gelegen in het huidige tekort aan jonge mensen, bereid en in staat om wiskundig werk in wetenschappelijke zin te verrichten. Al te velen van de jonge wiskundigen worden hetzij door de industrie, hetzij door het middelbaar onderwijs weggetrokken. Het probleem, hoe men een voldoende aantal krachten op voldoende hoog intellectueel niveau kan krijgen om in het onderwijs en het bedrijfsleven, en het onderzoek te voorzien — waarover in Engeland reeds in 1946 een brochure van een parlamentscommissie verschenen is —, is van

véél wijdere strekking dan op deze dag besproken kan worden, daar het niet alleen op de statistiek en op de wiskunde betrekking heeft. Het ware gewenst, daarover eens een goed voorbereide conferentie te houden.

Om grotere groepen van de bevolking tot werkzaamheid op verhoogd intellectueel niveau te brengen zal men voor zeer ingrijpende maatregelen niet mogen terugdeinzen.

Een drietal daartoe in ieder geval noodzakelijke voorwaarden wil ik thans reeds noemen.

Vooreerst zal de overheid bereid moeten blijven, wetenschappelijk werk, ook op het meest theoretische niveau, te steunen: haar steun is een investering in de toekomstige ontwikkelingsmogelijkheden van ons volk.

Voorts zal ook het bedrijfsleven bereid moeten zijn, zekere offers te brengen om in zijn toekomstige behoeften aan „scientific manpower” te kunnen voorzien. Het zal er dus in hogere mate en deels ook op andere wijze dan thans geschiedt toe moeten overgaan grote bedragen te investeren, niet slechts in machines en andere kapitaalgoederen, maar ook in kennis en wetenschap.

Tenslotte zal de jongere generatie bereid moeten zijn, zich met ijver en enthousiasme tot het voor een ieder hoogst bereikbare wetenschappelijk niveau op te werken, en daartoe haar eisen aan het ogenblikkelijk welbehagen te temperen: zij zal een deel van haar huidige levensgeluk aan het toekomstige moeten opofferen.

De bleke uitgeteerde jongelieden van tien jaren geleden zoudt gij thans niet meer herkennen. Zij zijn niet bleek meer, ook niet mager en vooral: niet meer zo jong. Zij zijn veeleer, zoal niet welgesteld, dan toch in ieder geval enigszins welgedaan, en veelal ook welgemotoriseerd. Moge de generatie die, hoewel gelukkig niet bleek en niet uitgeteerd, thans echter wél jong is, hetzelfde enthousiasme opbrengen om zich te geven aan een taak die eigenlijk boven haar krachten ligt, en zich dezelfde inspanningen en opofferingen getroosten ten behoeve van haar eigen toekomst.