

DE MACHT VAN HET KLEINE

REDE UITGESPROKEN OP 25 MEI 1934 BIJ
DE AANVAARDING VAN HET AMBT VAN
BIJZONDER HOOGLEERAAR IN DE ALGE-
MEENE PLANTKUNDE VAN WEGE DEN
UNIVERSITEITSRAAD VAN HET LEIDSCH
UNIVERSITEITSFONDS AAN DE RIJKS-
UNIVERSITEIT TE LEIDEN

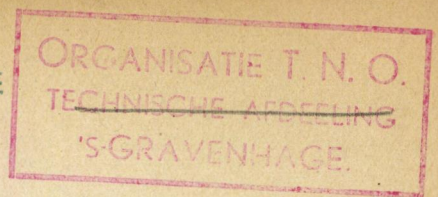
DOOR

DR. F. A. F. C. WENT
OUD-HOOGLEERAAR TE UTRECHT

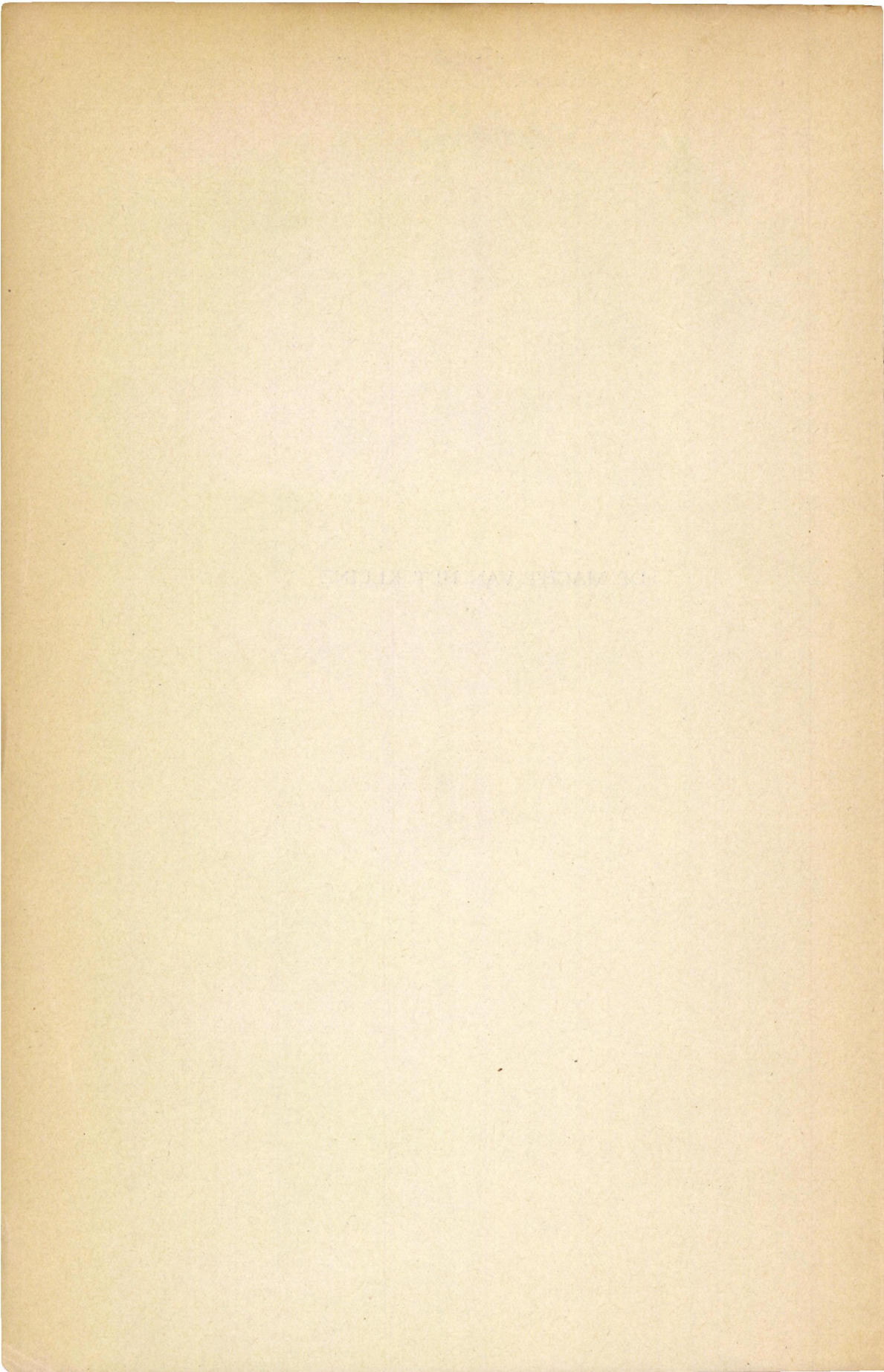


N.V. A. OOSTHOEK'S UITG. MIJ. — UTRECHT

BIBLIOTHEEK
CENTRALE ORGANISATIE
T. N. O.
's-GRAVENHAGE



DE MACHT VAN HET KLEINE



DE MACHT VAN HET KLEINE

REDE UITGESPROKEN OP 25 MEI 1934 BIJ
DE AANVAARDING VAN HET AMBT VAN
BIJZONDER HOOGLEERAAR IN DE ALGE-
MEENE PLANTKUNDE VAN WEGE DEN
UNIVERSITEITSRAAD VAN HET LEIDSCH
UNIVERSITEITSFONDS AAN DE RIJKS-
UNIVERSITEIT TE LEIDEN

DOOR

DR. F. A. F. C. WENT
OUD-HOOGLEERAAR TE UTRECHT



N.V. A. OOSTHOEK'S UITG. MIJ. — UTRECHT

DE MACHT VAN HET KLEINE

REDE UITGESPROKEN OP 25 MEI 1934 BIJ
DE AANVAARDING VAN HET AMBT VAN
BIZONDERE HOOGLEERAAR IN DE ALGE-
MEENE PLANTKUNDE VAN WEGE DEN
UNIVERSITEITSRAAD VAN HET NEDERLANDSCH
UNIVERSITEITSGEBIED VAN DE RIJKS-
UNIVERSITEIT TE LEIDEN

DOOR

DR. F. A. F. C. WENT
GEB.-HOOGLEERAAR TE UTRECHT



W. A. D. OOSTHOEK, UITG. BUREAU, UTRECHT

Mijne Heeren Curatoren van dezen bijzonderen leerstoel en Leden van het Bestuur van den Universiteitsraad van het Leidsch Universiteitsfonds, Mijne Heeren Curatoren dezer Universiteit, Dames en Heeren Professoren, Lectoren, Privaatdocenten, Dames en Heeren Studenten en verder Gij allen, die deze plichtigheid met Uwe tegenwoordigheid vereert!

Zeer gewaardeerde toehoorderessen en toehoorders!

Vijf en tachtig jaar geleden zag een populair-wetenschappelijk werk het licht, waarvan de titel luidde: „De magt van het kleine”. De schrijver was P. HARTING, één der weinige natuuronderzoekers, die in dien op wetenschappelijk gebied voor Nederland zoo duffen tijd boven de middelmaat uitstak. Men kan zijn bedoeling het best begrijpen uit een paar citaten, die hij aan de bespreking laat voorafgaan, namelijk het woord van GOETHE: „Willst du am Ganzen dich erquicken, so musst du das Ganze im Kleinsten erblicken” en een aanhaling uit de Vestiges of the natural history of creation: „There is no such thing as great and small in nature, but worldspaces are as a hairbreadth, and a thousand years as one day.”

De schrijver heeft zich ten doel gesteld, te laten zien op welke wijze kleine organismen hebben meegewerkt aan de vorming van de korst van onzen aardbol en wel ten deele kleine lagere dieren, maar ook planten, zooals kristalwieren. Wat de schrijver hier klein noemt, is dit zeer zeker in vergelijking met de grootte van onzen aardbol; maar het zijn lang niet steeds mikroskopisch kleine organismen, waarmee hij zich bezighoudt. Toch kende HARTING, die zelf een bekend boek over het mikroskoop heeft samengesteld, de macht van dit wetenschappelijke instrument volkomen, zij het ook, dat hij toen ter tijde nog geen begrip had van hetgeen daarmee ten slotte te bereiken viel en aan den anderen kant van de natuurlijke grenzen, die aan het mikroskopisch zien gesteld worden, grenzen, die niet overschreden kunnen worden.

Het lijkt aantrekkelijk, eens na te gaan, wat men in den tegenwoordigen tijd te vertellen zou hebben, wanneer men spreekt van „de Macht van het kleine”, dus nu niet meer in Siegenbeeksche, maar in moderne spelling. Wanneer ik in dit

uur een poging daartoe wil doen, dan merk ik op, dat ik botanicus ben en nog wel meer in het bijzonder planten-physioloog, zoodat ik geheel buiten beschouwing zal laten den geweldigen vooruitgang, dien andere wetenschappen — en ik denk in de eerste plaats aan de physica — te zien geven ten opzichte van een nadere studie der kleinste deeltjes, waaruit men zich de materie thans denkt opgebouwd. Ik hoop niet, dat iemand mij van plagiaat beschuldigen zal, nu ik Hartings titel, die 85 jaar oud is, ook voor mijn oratie bezig. Trouwens een paar jaar geleden heeft collega WESTER hetzelfde gedaan, toen hij een redevoering hield, waarin hij een samenvatting gaf van de betekenissen van het „kleine” in alle natuurwetenschappen.

In de eerste plaats zou ik dan de vraag willen stellen, of verbeteringen van het mikroskoop ons een dieper inzicht hebben gegeven in den bouw der levende stof en in de kennis der kleinste levende wezens. Hieromtrent kan niet met al te groot enthousiasme gesproken worden. Onze mikroskopen zijn inderdaad veel verbeterd, dank zij vooral het prachtige werk van CARL ABBE, maar dezelfde ABBE heeft ons geleerd, dat er een grens is aan het mikroskopisch zien, die niet overschreden kan worden en die met onze tegenwoordige mikroskopen reeds lang bereikt is. Maar terwijl men hier niet veel verder kan

komen dan de waarneming van deeltjes, die $\frac{1}{7000}$ mm. diameter bezitten, is men volgens een geheel ander beginsel, met behulp van het zoogenaamde ultra-mikroskoop er in geslaagd, de aanwezigheid, maar niet den vorm, van veel kleinere deeltjes te zien; de grens, daarbij bereikt, bedraagt $\frac{1}{250000}$ mm. En de ontwikkeling van de physica mag de hoop doen koesteren, dat men in het zoogenaamde electronen-mikroskoop een werktuig zal bezitten, dat de mogelijkheid doet voorzien, nog dieper in de geheimenissen der stof door te dringen.

Ten opzichte van de structuur der levende stof hebben deze verschillende methodes ons tal van merkwaardige bijzonderheden leeren kennen, zonder dat gezegd kan worden, dat men hierbij op principieel gewichtige ontdekkingen kan wijzen. Eén uitzondering moet gemaakt worden, waar het betreft den bouw van de celkern. De gebezigde methodes hebben ons hier inderdaad reuzenschreden voorwaarts gebracht, vooral sedert de verrichte waarnemingen in verband gebracht werden met de ontdekkingen op erfelijkheidsgebied. De naam van MORGAN moet hier in de eerste plaats genoemd worden; dank zij hem en zijn leerlingen is men er in geslaagd in de kernlissen bepaalde erfelijke eigenschappen te lokaliseeren, zoodat men

tegenwoordig voor sommige levende wezens over plattegronden beschikt van zulke kernlissen, waar de ligging van de genen, die dragers zijn van erfelijke factoren, nauwkeurig kan worden aangegeven.

Is men nu verder gekomen wat betreft de kennis van voor het bloote oog onzichtbare wezens? Wanneer men onder levende wezens zulke verstaat, die een bepaalden vorm bezitten, dan moet het antwoord ontkennend luiden. Immers de kleinste levende organismen, die men kent, de bacteriën, werden reeds door LEEUWENHOEK ontdekt en al is hun aantal gebleken veel grooter te zijn dan men vroeger gedacht heeft, al heeft men hun levensomstandigheden veel beter bestudeerd, levende wezens kleiner dan bacteriën zijn ons onbekend gebleven.

Maar wel is in een geheel andere richting vooruitgang te boeken; ik bedoel namelijk, waar het de studie van de virusziekten betreft. Zulke ziekten zijn in de laatste tientallen van jaren ook bij planten bekend geworden, vooral als zoogenaamde mozaïekziekte. Bij de tabak is b.v. gebleken, dat een filtreerbare en diffundeerende stof, in een gezonde tabaksplant gebracht, deze ziek maakt en dat die stof zich binnen de plant kan vermenigvuldigen. Het is voor BEYERINCK aanleiding geweest te spreken van een „contagium vivum fluidum”. Het leek een contradictio in terminis; in de vergadering der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, waar dit het eerst werd uitgesproken, werd dan ook de opmerking gemaakt, dat zulk een contagium nooit levend en vloeibaar tegelijkertijd kan zijn. En toch! Alle onderzoeken ten spijt, is het niet gelukt aan te toonen, dat het virus van de mozaïekziekte corpusculair van aard is, zoodat men den indruk verkrijgt, dat men in deze richting verder moet zoeken, wanneer men ooit een overgang van de levenloze substantie naar de levende wezens wil vinden.

Nog in een ander opzicht is onze kennis omtrent de macht van het kleine sterk toegenomen, namelijk waar het betreft de voeding van de plant met minerale bestanddeelen. Zeer lang is men hier tevreden geweest met een schema, waarbij aangenomen werd, dat slechts betrekkelijk weinig anorganische stoffen noodig zijn, om een plant tot volledige ontwikkeling te brengen. Daarbij zou dan alleen het ijzer in zoover een bijzondere rol spelen, dat dit slechts in kleine hoeveelheden in de voedingsoplossing behoeft aanwezig te zijn, wil een normale plant zich vormen, terwijl zelfs gestreden werd over de absolute onbeerblijkheid van het ijzer voor de ontwikkeling van schimmels.

Toch waren reeds betrekkelijk lang feiten bekend geworden, die op de groote beteekenis van zeer kleine hoeveelheden van andere elementen licht hadden geworpen; maar voorloopig was

men te dien opzichte ziende blind. Zoo had NÄGELI ons het feit doen kennen, dat een koperen muntstuk in een bak met water geworpen, de ontwikkeling van wieren in dit water verhindert, welk verschijnsel hij met den weinig zeggenden naam oligodynamische werking had bestempeld. Nog veel langer geleden had een Fransch onderzoeker, RAULIN, ons geleerd, dat, wanneer men een krachtige ontwikkeling van een bepaalde schimmel — in casu *Aspergillus niger* — wenschte te verkrijgen, aan de voedingsoplossing sporen van een zinkverbinding moesten worden toegevoegd. Reeds $\frac{1}{2000}$ % van een zinksulfaatoplossing heeft een duidelijke werking, terwijl $\frac{3}{1000}$ % een verdubbeling van de opbrengst geeft; dat wil dus zeggen, dat 0,5 milligram zinkvitriool opgelost in 100 gram water, zijn aanwezigheid duidelijk kenbaar maakt.

Men heeft echter jarenlang deze en dergelijke goed geconstateerde feiten over het hoofd gezien, totdat nu in den laatsten tijd, vooral in Engeland en Amerika, maar ook wel hier te lande, meer en meer de aandacht gevraagd is voor de werking van uiterst kleine hoeveelheden van verschillende elementen ook op de ontwikkeling der hoogere planten. Onder deze elementen moeten dan in het bijzonder genoemd worden: het mangaan, het koper, het zink, het aluminium, het jodium, het fluorium en vooral het borium. Of deze elementen bij alle gewassen in uiterst geringe hoeveelheden noodig zijn, kan nog niet met zekerheid gezegd worden, maar zeer waarschijnlijk is dit het geval met het borium. Men heeft voor sommige planten kunnen bewijzen, dat gebrek aan borium aanleiding is tot het optreden van bepaalde ziekteverschijnselen, zoo b.v. voor tabak. Voor deze plant was trouwens reeds vroeger aangetoond, dat de gunstigste concentratie is 2 dl. borium op 1 000 000 deelen van de voedingsoplossing, dus m.a.w. 2 mgr. borium per liter water. Worden deze zelfde stoffen daarentegen in sterkere concentratie aan de voedingsoplossing toegevoegd, dan werken zij vergiftig.

De hier genoemde voorbeelden van de werking van kleine hoeveelheden zijn ontleend aan onderdeelen van de plantkunde, die men tot de toegepaste botanie kan rekenen, waarbij ik echter wil opmerken, dat m.i. een scherpe scheiding tusschen die toegepaste en de „zuivere” wetenschap niet te maken is. Ik kom daarop zoo straks nog even terug, nadat ik eenige voorbeelden uit het gebied van die zuivere plantkunde besproken heb, waar men in nog hoogere mate dan bij de tot nu toe behandelde gevallen den invloed van het kleine kan vaststellen.

Min of meer aansluitend aan hetgeen ik hier het laatst vermeldde, is de geschiedenis van een stof, die van den ontdekker

den naam „bios” gekregen heeft. Wanneer men namelijk tracht gist in een bepaalde voedingsoplossing te kweken, uitgaande van één enkele cel, dan gelukt dit slechts dan, wanneer men tevens een weinig gistaftreksel aan die oplossing toevoegt. Gaat men van een aantal gistcellen uit, dan gelukt de kultuur ook zonder deze toevoeging, omdat zich nu in de gistmassa een zeker aantal doode cellen bevinden, wier extract vanzelf in de vloeistof terecht komt. De stof, die hier bevorderend op de ontwikkeling van de gistcellen werkt, heeft, zooals gezegd, den naam „bios” ontvangen. Dat hier niet, zooals de naam bios zou doen vermoeden, sprake is van iets levends, volgt wel reeds daaruit, dat deze stof tegen koken bestand is. Langzamerhand is gebleken, dat deze bios ook in een aantal andere gevallen de ontwikkeling van planten kan stimuleeren, zoo b.v. die van vele schimmels; vermoedelijk wordt door de aanwezigheid van bios het proces der celdeeling versneld. Zoo lang men deze bios nog niet in zuiveren toestand in handen heeft, kan men moeilijk van bepaalde hoeveelheden spreken; zooveel is echter wel zeker, dat het hier gaat om uiterst geringe kwantiteiten.

Dit is wellicht het beste te illustreeren door het volgende voorbeeld. Het is gelukt uit boterbloemen een soortgelijke stof te extraheeren, die, zoo zij al niet identiek is met bios, toch een soortgelijke werking uitoefent. BOAS voegde verschillende hoeveelheden boterbloemen-extract aan 500 cc. van een voedingsoplossing toe, entte daarna met gist en telde vervolgens na een zekeren tijd het aantal gistcellen, dat zich in een bepaald volumen van deze vloeistof ontwikkeld had. Terwijl dit aantal in de vloeistof zonder extract 3 bedroeg, klom het tot 2240, wanneer 1 cc. aftreksel werd toegevoegd, Maar zelfs toevoeging van $\frac{1}{200}$ cc. gaf reeds een duidelijke werking, want hier bedroeg het aantal gistcellen 57. Bepaalt men de hoeveelheid vaste stof in dit extract, dan blijkt dat deze in een verdunning van 1 op 1 500 000 nog werkzaam is, terwijl dan nog slechts een klein gedeelte van die vaste stof als bios te beschouwen is.

Wellicht zijn er onder U, die gemeend hebben, dat ik hier nu ook zou spreken over de werking der enzymen, die immers in minimale hoeveelheden in staat zijn onbegrensde hoeveelheden stof om te zetten, of, om in meer moderne taal te spreken, een bepaalde reactie onbepaald lang te versnellen. Maar wij bevinden ons hier vrijwel op colloïd-chemisch gebied, zoodat ik liever over de enzymwerking zwijg, temeer daar de tijd mij beperking voorschrijft.

Daarom ook laat ik onbesproken de werking van uiterst geringe hoeveelheden chemische stoffen op de strooming van

het protoplasma; volgens FITTING is 1 mgr. van bepaalde amino-zuren, opgelost in 80 liter water, voldoende om deze beweging te voorschijn te roepen. Evenzoo zwijg ik over den invloed van minimale kwantiteiten van bepaalde stoffen op de plaatsverandering van sommige lagere planten, zooals bacteriën, of van sommige ontwikkelingstoestanden van lagere planten, zooals de mannelijke geslachtscellen van varens en mossen. Laat ik volstaan met de vermelding, dat de spermatozoiden van de varens volgens PFEFFER reeds gevoelig zijn voor

$\frac{3}{1000\ 000\ 000}$ mgr. appelzuur, sommige bacteriën volgens ENGELMANN voor een trillioenste mgr. zuurstof. Ik wensch mij hier echter meer in het bijzonder te wenden tot een arbeidsveld, dat mij beter bekend is: ik bedoel de bewegingen en den groei van hoogere planten.

Om te beginnen is er alle aanleiding te wijzen op het feit, dat het aan BLAAUW gelukt is, te doen zien, dat voor het optreden van een juist zichtbare naar het licht gerichte kromming van kiemplantjes van de haver een bepaalde hoeveelheid licht noodig is, maar dat hij daarnevens door gebruik te maken van sterke lichtbronnen kon aantoonen, dat een belichting van $\frac{1}{1000}$ secunde zelfs reeds voldoende is, om een dergelijke kromming te induceeren, terwijl FRÖSCHEL nog verder ging in de verkorting van dien tijd, namelijk tot $\frac{1}{2000}$ secunde. Men kan echter terecht opmerken, dat hier weliswaar de tijd van belichting uiterst kort genomen werd, maar dat daartegenover dan ook de lichtbron zeer sterk moest zijn. Later gelukte het aan ARISZ het bewijs te leveren, dat, naarmate men nauwkeuriger let op die eerste kromming, men in staat is, de hoeveelheid licht, die noodig is om deze op te wekken, ook voortdurend verder naar beneden te drukken. Een grens is hier eigenlijk niet te vinden, omdat het technisch onmogelijk is aan te geven, wanneer een dergelijke kromming juist begint. Maar hoe gering de lichtverschillen zijn, die door een plant nog worden waargenomen, kan wel daaruit blijken, dat ARISZ bij hetzelfde onderzoek groote moeilijkheden ondervond, omdat de lichtsterkte van zijn lampen, die op het stadsnet waren ingeschakeld, niet volkomen constant was, maar wisselde met de spanning van dit net.

Er is trouwens meer en meer gebleken, dat planten zeer gevoelig zijn voor stralen van allerlei golflengten, vooral voor die van zeer kleine golflengte. Ook wie nog eenigszins sceptisch staat tegenover de door GURWITSCH ontdekte zoogenaamde mitogenetische stralen, die invloed zouden hebben op het celdeelingsproces, zal toch niet ontkennen, dat op stralingsgebied

tal van merkwaardige feiten gevonden werden, terwijl ons daar zeker nog groote verrassingen te wachten staan. Ik behoef daarop te dezer plaatse des te minder in te gaan, omdat immers onderzoekingen over straling en levensverschijnselen in onze onmiddellijke nabijheid, in het Botanisch Laboratorium hier, juist een hoofdpunt van onderzoek uitmaken.

De zooeven genoemde onderzoekingen van BLAAUW en ARISZ hebben den eersten stoot toegebracht aan de grondvesten van het gebouw, door PFEFFER en zijn leerlingen opgericht, waarbij het prikkelbegrip uit de dierlijke physiologie werd overgebracht op de levensverschijnselen der planten.

Het zij mij vergund, hier een korte uitweiding aan vast te knoopen. Toen ik in 1896 mijn inaugureele oratie te Utrecht hield, heb ik gesproken over „Botanische Problemen der laatste 16 jaren”. Het was mijn bedoeling op te komen tegen de aanvallen, die de natuurwetenschappen toen ter tijde hadden te verduren van BRUNETIÈRE, BALFOUR en anderen. Men sprak van „la banqueroute de la science”, waarbij dan science in Engelschen zin werd opgevat als natuurwetenschap. Deze aanval richtte zich weliswaar in de eerste plaats tegen degenen, die de natuurwetenschappen ter verklaring van de wereldraadselen wilden gebruiken; maar hiertegen behoefde ik niet op te komen, want welk ernstig natuuronderzoeker heeft ooit gemeend, dat zulk een oplossing te vinden zou zijn? Intusschen werd daarnevens te verstaan gegeven, dat de vooruitgang van de wetenschap als zoodanig, zoo niet tot staan was gekomen, dan toch in een veel langzamer tempo ging dan voorheen. Het leek mij gewenscht, dit toen voor de botanie eens te onderzoeken en daarvoor kon een vergelijking dienst doen van den eersten met den tweeden druk van PFEFFER's „Pflanzenphysiologie, ein Handbuch des Kraft- und Stoffwechsels.”

Wanneer men thans weer hetzelfde zou willen ondernemen, dan is er geen beter middel, om zich te overtuigen van den vooruitgang der botanische wetenschap sedert dat jaar 1896, dan een vergelijking van den inhoud van het genoemde handboek van PFEFFER met den tegenwoordigen stand van onze wetenschap. Daarbij zal dan blijken, dat van het zooeven genoemde gebouw niet veel is overgebleven, maar dat op de grondvesten een nieuw en hechter bouwwerk wordt opgericht. Wie den langzamen, gestadigen vooruitgang van onze kennis dag voor dag meemaakt, heeft wel eens neiging dien vooruitgang gering te schatten en ik herinner mij in dat opzicht eens een opmerking van BEYERINCK, wien dat alles veel te langzaam ging. Intusschen, een vergelijking, zooals ik die zooeven noemde, toont aan, hoezeer die pessimisten ongelijk hebben.

Nu beperk ik mij daarbij opzettelijk nog maar tot een enkel klein onderdeel van de plantkunde, terwijl een algemeen overzicht ons nog heel wat anders zou leeren. Ook tot het groote leekenpubliek is b.v. de mare doorgedrongen, dat zich ongeveer bij het begin van deze eeuw uit zoölogie en botanie een nieuwe wetenschap heeft ontwikkeld van fundamenteele betekenis, niet alleen voor land- en tuinbouw en veeteelt, maar ook voor onze geheele menschelijke samenleving, de erfelijkheidsleer. Is het noodig, U er op te wijzen, dat zij haar geboorte dankt aan het verschijnen van de Mutatie-theorie van HUGO DE VRIES en aan de herontdekking der wetten van MENDEL, gelijktijdig door HUGO DE VRIES, CORRENS en TSCHERMAK? Maar ik zal er mij wel voor hoeden, op dit gebied eenige meening uit te spreken. De genetica is immers zoodanig tot een zelfstandige wetenschap gegroeid, dat de botanicus, evenmin als de zoöloog, haar vooruitgang meer kan bijhouden, zoodat dan ook aan tal van Universiteiten leerstoelen in dat vak gevestigd zijn en binnenkort het ontbreken van zulk een leerstoel als een bewijs van achterlijkheid zal worden aangezien.

Ik zal niet voortgaan met een opsomming van die onderdeelen van de plantkunde, waar onze kennis met reuzenschreden is vooruitgegaan, maar mij blijven beperken tot mijn eigenlijke onderwerp en dus nagaan hoe het met den vooruitgang gesteld is bij wat ik genoemd heb de macht van het kleine. Ook hier kan ik onmogelijk alles opnoemen, wat op dit gebied der vermelding waard lijkt, omdat ik dan te veel van Uwen tijd zou vergen. Ik zou er b.v. op kunnen wijzen, dat men er meer en meer toe overgaat, de chemische omzettingen der organismen te bestudeeren aan de kleinste bekende wezens, hetzij men daartoe de kleurlooze bacteriën of gisten kiest, dan wel groene, ééncellige wieren. Op die manier toch wil men trachten zich vrij te maken van de gecompliceerdheid der proef bij hogere planten, waar de verschillende organen en weefsels zeer verschillende reacties kunnen vertoonen. Weliswaar is die eenvoud van de organismen, die voor het bloote oog onzichtbaar zijn, meer schijn dan werkelijkheid, maar toch wordt men, op de moderne wijze te werk gaande, voor enkele van de grofste fouten der vroegere proefneming bewaard. Wij zien met belangstelling hoe op dit gebied het werk, door BEYERINCK te Delft begonnen, wordt voortgezet en uitgebreid door KLUYVER. Later zal het vermoedelijk ook wel eens gelukken hier met de analyse nog verder te gaan en ook onderdeelen van cellen, zooals bladgroenkorrels, voor zijn proeven te bezigen, maar voorloopig zijn wij zoover nog niet.

Zooals ik reeds zeide, zal ik dit geheele gebied van onder-

zoek verder onbesproken laten, om daartegenover nu weer terug te keeren tot het onderwerp groei en bewegingen, waarbij ik dan nog iets nader zou willen ingaan op waarnemingen, waar misschien meer dan ergens elders blijkt welk een groote invloed zeer kleine hoeveelheden van bepaalde stoffen op het leven der plant kunnen hebben. Ik bedoel de leer der phytohormonen, die in de laatste jaren zoo sterk op den voorgrond is getreden en waar een aantal van mijn leerlingen en oud-leerlingen zich in het bijzonder mee hebben bezig gehouden. Ik zal hun namen hier niet noemen, met één uitzondering, namelijk dien van HERMAN DOLK, omdat ik ook van deze plaats een woord van hulde wilde brengen aan de nagedachtenis van onzen zoo vroeg aan de wetenschap ontrukten talentvollen landgenoot.

Laat ik als voorbeeld van die phytohormonen er één enkel bespreken, namelijk de auxine of groeistof. Wanneer men bij een kiemplantje van het een of andere gras, b.v. haver of maïs, het topje van de plant afsnijdt, staat de lengtegroei stil, omdat die top in het intacte plantje groeistof afscheidt, die onontbeerlijk is voor den groei. Men kan die auxine op verschillende manieren uit zulk een afgesneden topje verkrijgen, b.v. door het op een dun laagje gelatine of agar-agar te plaatsen, waar de groeistof dan intrekt. Wordt nu een blokje agar-agar met groeistof op een gedecapiteerd haverplantje gezet, dan begint de groei weer, het eerst aan den top en vandaar langzamerhand naar de basis voortschrijdende. Men kan dezen invloed het gemakkelijkst constateeren, door de groeistof eenzijdig aan te brengen. Dan begint die zijde sterker te groeien dan de tegenovergestelde en dientengevolge treedt een kromming op. Het is nu gebleken, dat, wanneer men van zulke gekromde plantjes den hoek bepaalt, waarin zij afwijken van de verticale, deze hoek binnen bepaalde grenzen evenredig is met de hoeveelheid groeistof. Men heeft nu als eenheid van groeistof aangenomen die hoeveelheid, die bij een temperatuur van 23° C. en een vochtigheidstoestand van 92% in twee uur bij haverplantjes een kromming teweegbrengt van 10°. Daar de Latijnsche naam van haver *Avena* is, wordt hier gesproken van één *Avena*-Eenheid (1 AE).

Later is gebleken, dat groeistof in het plantenrijk zeer algemeen verspreid is, ook door lagere planten — schimmels, zooals gist, bacteriën — wordt afgescheiden en eveneens in het dierlijk lichaam wordt aangetroffen. Zoo bevat menschenlijke urine auxine, vooral kort na een maaltijd en wel in zoodanige hoeveelheid, dat per dag ongeveer 2 mgr. wordt afgescheiden. Door haverkiemplantjes als testobjecten te bezigen is het aan

KÖGL en zijn medewerkers nu gelukt het product in zuiveren vorm te bereiden en de samenstelling ervan te bepalen. Dat dit niet gemakkelijk was, zal men beseffen, wanneer men bedenkt om welke kleine hoeveelheden het hier gaat, immers 1 AE

bleek ongeveer overeen te komen met $\frac{1}{50\,000\,000}$ mgr. auxine.

Wanneer men nu verder bedenkt, dat deze hoeveelheid zich verdeelt over een groot aantal cellen, dan zal men kunnen begrijpen, hoe uiterst gering de massa van de groeistof is, die haar werking nog doet gevoelen.

Het is onmogelijk in den korten tijd, die mij ten dienste staat, iets meer te vertellen van de rol, die de groeistof speelt bij het optreden van krommingen onder den invloed van éézijdig invallend licht of van de zwaartekracht. Evenmin kan ik uitweiden over de wijze, waarop de groeistof op de cel inwerkt, over het transport daarvan, enz. Alleen is het wellicht goed, nog even te vermelden, dat intusschen gebleken is, dat er meer dan één groeistof bestaat, n.l. auxine *a* en *b*, die chemisch verwante lichamen zijn en hetero-auxine van een geheel andere samenstelling. KÖGL, die deze ontdekking deed, heeft laatstgenoemde stof zelfs synthetisch kunnen bereiden.

Deze groeistoffen zijn het type van een groep van phytohormonen, die ten deele nog zeer onvolledig bekend zijn, maar waarvan enkele toch reeds iets nader bestudeerd werden. Zoo b.v. de rhizokaline of wortelvormende stof, die o.a. aanleiding is, dat zich aan stekken wortels ontwikkelen. En men kan met goeden grond voorspellen, dat men den een of anderen dag bloemvormende stoffen zal ontdekken, iets wat SACHS trouwens reeds meer dan 40 jaar geleden voor waarschijnlijk heeft gehouden. Zulke meeningen, die hun tijd vooruit waren, zijn op dit gebied o.a. ook door BEIJERINCK uitgesproken.

Voordat ik van de bespreking der phytohormonen afstap, mag toch misschien nog wel één opmerking gemaakt worden, dat namelijk het grootste probleem, dat het leven stelt, dat van den vorm, in deze hormonen wellicht een oplossing zal vinden. Een eerste begin is gemaakt, al is dat begin dan ook nog uiterst bescheiden.

Terwijl ik in den aanvang van mijn rede voorbeelden ontleend heb aan de toegepaste plantkunde, zijn wij hier langzamerhand op het gebied van de zuivere wetenschap gekomen. En toch! Meent men, dat de praktische toepassingen, die een gevolg zullen zijn van deze onderzoeken, gering in aantal zullen zijn? Het tegendeel is waar. Ik laat nog geheel buiten beschouwing de mogelijkheid, dat deze hormonen ook in het leven van den mensch een bepaalde rol vervullen en dat dus wellicht ook hier van toepassing in de praktijk sprake zal

kunnen zijn. Maar waar het de plant zelf betreft, meen ik, dat ik mij niet schuldig maak aan fantasieën op de wijze van WELLS in zijn „Food of the Gods”, wanneer ik een tijd voorzie, waarin het mogelijk zal zijn met deze hormonen niet alleen den groei der planten te regelen, maar ook wellicht naar willekeur wortels, bloemen, enz. te voorschijn te roepen.

Men mag dus zeggen, dat zoowel de zuivere als de toegepaste wetenschap resultaten kunnen opleveren, die van betekenis zijn voor de praktijk, maar aan den anderen kant kunnen beide ook aan de zuivere wetenschap ten goede komen. Ook dan is in het algemeen een scherpe scheiding niet uit te voeren, wanneer men den aard van de problemen nagaat, die bestudeerd worden. Natuurlijk zijn er gemakkelijk genoeg uitersten aan te geven, die op het eene of het andere gebied liggen, maar men vindt tal van overgangen, die bij beide zijn onder te brengen. Wanneer b.v. aan een proefstation voor de suikerindustrie onderzoeken uitgevoerd worden over de levensverrichtingen van het suikerriet, dan geschiedt dit met het oog op de praktische toepassingen, die daarvan, naar men hoopt, het gevolg zullen kunnen zijn en toch moet men hier aan den anderen kant van zuivere wetenschap spreken, die haar aandacht beperkt tot één enkele plant.

Men heeft wel eens beweerd, dat de man der toegepaste wetenschap naar voordeel zoekt, terwijl die der zuivere wetenschap meer idealistische opvattingen zou hebben. Daartegenover is dan opgemerkt, dat ook de laatstgenoemde uit zijn onderzoeken voordeel hoopt te trekken, al ware het dan ook alleen in den vorm van eerbewijzen en dergelijke. Hoeveel onderzoeken op het gebied der zuivere wetenschap zouden worden uitgevoerd, zeggen deze vragers, wanneer er eens geen mogelijkheid bestond tot publicatie van de verkregen resultaten? Ik geloof, dat zij, die zoo spreken, zich vergissen. Ik ontken niet, dat de meeste wetenschappelijke mannen zich verheugen over de erkenning van hun verdiensten, dus dat zij ook dikwijls niet ongevoelig zijn voor hun verleende eerbewijzen, ook niet, dat de hoop op het verkrijgen van een onderscheiding bij velen een rol speelt, wanneer zij een wetenschappelijk onderzoek aanvatten. Maar ik beweer, dat er toch ook zijn, en dat zijn degenen, die het hoogste staan, bij wie de drang tot onderzoek is aangeboren, geheel en al onverschillig, of het hier nu toegepaste of zuivere wetenschap betreft. Deze onderzoekers *kunnen* het niet laten, zich bezig te houden met de oplossing van problemen, die op hun wetenschap betrekking hebben. Het is daarvoor alleen noodig, dat het probleem hun belang inboezemt.

Ik heb dit alles nog eens willen zeggen, omdat men wel eens stemmen hoort verluiden, die meenen, dat er een essentieel verschil zou bestaan tusschen een Hoogeschool en een Universiteit, waarbij de eerste zich met toegepaste-, de laatste met zuivere wetenschap zou hebben bezig te houden. Afgezien van het feit, dat er geen enkele faculteit is, waar niet ook toegepaste wetenschap beoefend wordt, terwijl sommige faculteiten, zooals die der Geneeskunde, in dat opzicht geheel met een Hoogeschool te vergelijken zijn, ontken ik, blijkens het hier gezegde die scherpe tegenstelling, al geef ik gaarne toe, dat er een gradueel verschil bestaat. Maar evenzeer als het voor de Universiteit verkeerd zou zijn, wanneer zij zich uitsluitend met „zuivere” wetenschap bezig hield, omdat zij dan het verband met de maatschappij zou dreigen te verliezen, evenzeer is er aan den anderen kant voor de Hoogeschool een groot gevaar aan verbonden, wanneer zij te uitsluitend zich oriënteert naar de toegepaste wetenschap. Daarom is ook, naar mijn overtuiging, een innig verband tusschen Universiteit en Hoogeschool een dringend vereischte, zoowel in het belang van de wetenschap als van de maatschappij.

Men vergeve mij deze eenigszins langdurige uitweiding, waartoe ik min of meer vanzelf werd gedreven; ik keer thans ten slotte naar mijn eigenlijke pad terug. Ik meen dan resumeerende te mogen zeggen, dat de botanische wetenschap der laatste halve eeuw bij haar analyse steeds verder doordringt tot kleine grootheden, in dit opzicht physica en chemie volgend, zij het dan ook, dat zij nog in de verste verte met haar analyse niet zoover gevorderd is als deze wetenschappen. Hetgeen echter voor den dag is gekomen, blijft ons met hoop vervullen voor de toekomst; in de analyse van het kleine zal de wetenschap verder en verder gaan, grenzen zijn haar hier niet gesteld; hier geldt zeer zeker het in den aanvang aangehaalde citaat uit de *Vestiges of the natural history of creation*. Ik weet wel, dat in laatste instantie de wetenschap niet wenscht analyse, maar synthese. Van die synthese zijn wij zeker nog zeer ver verwijderd; alleen vindt men hier en daar een zwakke poging daartoe op een zeer beperkt terrein. Maar in elk geval is het eerst noodige onderscheiden, en dit onderscheiden zal voortschrijden, door geen macht ter wereld tegen te houden, zolang er beschaafde menschen op aarde bestaan.

M.M.H.H. Curatoren van dezen bijzonderen leerstoel en Leden van het Bestuur van den Universiteitsraad van het Leidsch Universiteits-Fonds. Het zal wel haast onnoodig zijn U te zeggen, hoe dankbaar ik ben, dat Gij mij in de gelegen-

heid stelt, ook na het bereiken van de wettelijke leeftijdsgrens mij aan de wetenschap te wijden. Mijn dank is niet minder groot ten opzichte van het Bestuur van de Stichting, die mijn naam draagt en van allen, die er toe bijgedragen hebben, om het mogelijk te maken, dat deze Stichting tot stand kwam. Hoe lang het mij nog gegeven zal zijn, onderwijs te kunnen geven, kan natuurlijk niemand zeggen; naar menschelijke berekening zullen het der jaren niet vele zijn. Maar wel weet ik, dat mij thans de teleurstelling bespaard zal blijven van zoo vele nieuw opgetreden hoogleeraren, dat er namelijk een zoo groot deel van hun tijd besteed moet worden voor werkzaamheden, die met wetenschap slechts in zeer verwijderd verband staan.

M.M.H.H. Curatoren dezer Universiteit. Er is een oogenblik geweest, ongeveer 35 jaar geleden, waarin Uw roepstem tot mij kwam, om mij hier aan de Leidsche Universiteit te binden. Ik heb toen niet anders kunnen doen dan het vereerende aanbod van de hand wijzen. De toenmalige Minister was zoo kortzichtig geweest niet te begrijpen, dat hij alles behoorde te doen om een groot man, als HUGO DE VRIES, aan de Leidsche Universiteit te verbinden. Maar de eisch van DE VRIES: een tweede hoogleeraar in de botanie, werd afgewezen. Kon ik anders doen, toen daarna de vraag tot mij kwam, dan hetzelfde verlangen als DE VRIES, overtuigd als ik was, dat het belang van het botanisch onderwijs dit eischte? Natuurlijk heb ik mij geen oogenblik geveild met de hoop, dat wat men aan HUGO DE VRIES weigerde, aan mij zou worden toegestaan. Hoeveel jaren heeft het trouwens nog geduurd, voordat eindelijk aan het toen reeds geuite verlangen werd voldaan! Zeker heb ik toen echter niet kunnen vermoeden, dat het mij toch nog eens gegeven zou zijn in deze heilige hallen der wetenschap tot Uw College het woord te richten!

Leden van den Akademischen Senaat. Beschouwt het niet als een beleefdheidsfrase, wanneer ik verklaar, dat ik er mij over verheug thans in Uw midden te worden opgenomen, zij het dan ook met een bijzondere plaats. Naarmate men ouder wordt, begint men meer en meer te gevoelen, dat het geheele Hooger Onderwijs van Nederland, Universiteiten en Hoogescholen, één geheel behoort uit te maken, dat daaraan elk esprit de clocher vreemd behoort te zijn; ik heb daarop zooeven reeds gezinspeeld. Ik bedoel niet, dat niet iedereen zijn best zal moeten doen, om de instelling, waaraan hij verbonden is, zooveel mogelijk tot ontwikkeling te brengen, maar wel dat daarbij steeds het algemeene Nederlandsche belang voor oogen zal moeten worden gehouden, dat ons Hooger Onderwijs slechts dan tot volledige ontwikkeling kan komen, wanneer

het allerwege in den lande tot eendrachtige samenwerking komt. Daarom ook stel ik het op zoo hoogen prijs, thans in de sfeer van de Leidsche Universiteit te worden opgenomen.

Mijne Heeren leden der Faculteit van Wis- en Natuurkunde. Met U zal mijn werkkring mij in nader contact brengen. Dat ik daarbij in een voor mij vreemden kring treed, kan ik nog minder zeggen dan ten opzichte van Uwen geheelen Senaat; de meesten van U zijn mij reeds lang bekend, banden van vriendschap vereenigen mij met verschillenden van U. Helaas mis ik ook mij bekende gezichten en vooral die eene, groote, die voor mij zoovele jaren een steun en raadsman is geweest, LORENTZ, ontbreekt hier. Maar daartegenover vind ik onder de engere vakgenooten twee oud-leerlingen, die mij de komst hierheen wel bijzonder vergemakkelijkt hebben; zoowel LAM als vooral BAAS BECKING ben ik buitengewoon dankbaar voor mijn ontvangst hier. De werkgelegenheid, die Gij BAAS BECKING hier voor mij bereid hebt, met medewerking van U, M. den Secretaris van het College van Curatoren, is ideaal te noemen. Wie van ons beiden vermoedde, toen ik 8 jaar geleden Uw gast was in Californië, dat wij eens samen aan de Leidsche Universiteit onderwijs zouden geven?

Ik behoef aan mijn ambtgenooten, medewerkers en studenten der Utrechtsche Universiteit wel niet de verzekering te geven, dat ik met groot leedwezen vandaar scheid. Wanneer men gedurende zoovele jaren aangenaam heeft samengewerkt, dan valt het afscheid zwaar. Maar het is de dura lex, die mij tot heengaan dwingt, waarbij de grens zelfs nog gedurende een jaar overschreden is. Ik ben trouwens overtuigd, dat, wanneer mij de kracht daartoe gegeven zal zijn, wij nog veel zullen kunnen samenwerken in het belang van de wetenschap, in het belang ook van onze volkswelvaart.

Mij valt het zeer bijzondere voorrecht ten deel, dat ik bij een oratie na mijn wettelijke pensioeneering nog mijn oud-leermeester HUGO DE VRIES getuige kan doen zijn van deze gebeurtenis, zij het dan ook, dat zijn hooge leeftijd hem belet heeft, te dezer plaatse aanwezig te zijn. Ja, nog meer, zelfs degeen, die mijn eerste schreden op botanisch gebied op de Hoogere Burgerschool heeft geleid, Dr. J. C. COSTERUS, behoort eveneens nog tot de levenden. Aan hen beiden zij van hieruit een dankbare groet gebracht.

Dames en Heeren Studenten. Mijn komst hier zal, naar ik hoop, geen verzwaring van Uw studie met zich meebrengen.

Alleen hoop ik U nader kennis te doen maken met die deelen van de plantenphysiologie, waarin ik mij meer in het bijzonder thuis gevoel: groei en bewegingen.

Terwijl mijn levensdagen geteld zijn, zult Gij er toe moeten medewerken om in de toekomst de botanische wetenschap vooruit te brengen en Nederland de eervolle plaats te doen behouden, die het thans op wetenschappelijk gebied inneemt. Gij zult er ook voor moeten waken, dat, voor zoover het aan U ligt, wetenschap nooit voor onedele doeleinden wordt gebezigd.

Toen ik 38 jaar geleden mijn oratie te Utrecht hield, deed ik een beroep op de jonge Nederlandsche biologen om mee te helpen aan het onderzoek van dat deel van grooter Nederland, dat over de Oceanen gelegen, door de tropische zon gekoesterd, een vegetatie herbergt, waarmee vergeleken de onze slechts een flauwe weerschijn is. Aan die roepstem is gevolg gegeven, velen hebben vooral in Nederlandsch-Indië wetenschap gebracht, onderzoek verricht, ten deele op het gebied der zuivere, ten deele op dat der toegepaste wetenschap. Nu is in deze sombere tijden de zaak haast omgekeerd; wat daarginds met moeite werd opgebouwd, wordt afgebroken en het zal mede Uw taak zijn, te voorkomen, dat die afbraak tot een nationale ramp wordt.

Dat zal mogelijk zijn, wanneer eens de betere tijden komen, die wij allen verwachten, mits het ideaal van wetenschap door U hooggehouden wordt: de waarheid bovenal. En die waarheid kan alleen gevonden worden, daar waar vrijheid van onderzoek bestaat. Ik zou dit willen uitspreken met een oud adagium, waarmee ook een thans rustend hoogleeraar hier zijn rede besloot. Weinig heb ik toen in 1915 gedacht, dat het eens inderdaad noodig zou kunnen zijn, ook jonge Nederlanders met kracht te herinneren aan het:

„patria cara, libertas carior, veritas carissima.”

