

Agv. 324 XVIII 34

DE WEG DER WETENSCHAP

DOOR
PROF. DR H. R. KRUYT

*Rector Magnificus
der Rijksuniversiteit
te Utrecht*



AMSTERDAM - H. J. PARIS - MCMXLI

RIJKSUNIVERSITEIT UTRECHT



1408 5140

REDE
UITGESPROKEN BIJ DE 305^{DE} HERDENKING
VAN DE DIES NATALIS
DER RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT
OP WOENSDAG 26 MAART 1941

Hooggewaardeerde Vergadering

Leden onzer Universitaire Gemeenschap en Gij, die door Uw aanwezigheid Uw belangstelling in deze Hoge School toont

De Universiteit — het is al vele malen gezegd — heeft een tweeledige taak: onderwijs geven en de wetenschap beoefenen; en beoefenen betekent hier vooruitbrengen. Ik wil vandaag en in dit uur alleen over dat tweede spreken; niet omdat het universitaire onderwijsstelsel de moeite der beschouwing niet waard zou zijn, noch omdat op dit gebied alles pour le mieux dans le meilleur des mondes is, integendeel. Maar ik heb daarover in de laatste tien jaren meer dan eens geschreven en gesproken en het onderwerp leidt tot zoveel controversen, dat ik op deze gedenkdag onzer Universiteit liever het gebruik volg en van het gezichtspunt van het bijzondere vak van wetenschap, dat de Rector beoefent, over datgene spreek, wat ons allen verbinden moet, docenten en studenten: de wetenschap zelve en de beoefening daarvan.

Hoger onderwijs en wetenschapsbeoefening zijn trouwens onscheidbaar; wie over de laatste spreekt behandelt de onmisbare voorwaarde voor het eerste. Want wie kan opleiden „tot zelfstandige beoefening der wetenschappen“, als hij zelf geen deel heeft aan die zelfstandige beoefening en hoe kan men de wetenschap beoefenen anders dan door aan de voortbouw mede te werken? En hoe zou men anderen kunnen „voorbereiden tot het bekleden van maatschappelijke betrekkingen, waarvoor een wetenschappelijke opleiding vereist wordt“, indien men zelf niet daadwerkelijk in de weten-

schap leefde? „Het hoogste ideaal van den chemicus der 20e eeuw“ zo zeide mijn grote leermeester Bakhuis Roozeboom in een gedachtenisrede voor dien anderen leermeester Lobry de Bruyn — en het gezegde geldt waarlijk niet uitsluitend voor den chemicus — „is echter niet een schitterend docent en een uitnemend opleider te zijn, maar een onderzoeker en“ — en hierop leg ik in dit verband de nadruk — „wie dit laatste niet is, wordt zelden een man van de betekenis in de beide eerste functies“.

Het wetenschappelijk onderzoek, de opbouw der wetenschap, is het adelsmerk der Universiteit. Waar dat niet leeft, kwijnt het Hoger Onderwijs, geeft het niet de opleiding, waartoe het geroepen is, onthoudt het de wereld de geestelijke en de maatschappelijke kracht, die van de Universiteit moet uitgaan.

Voor de ene helft onzer universitaire gemeenschap, voor de studenten, is het dus niet genoeg kennis te vergaren, kennis van die terreinen, die afgesloten geacht kunnen worden (voorshands tenminste! welk gebied van wetenschap is definitief afgesloten?). En voor de andere helft, de docenten, geldt een hogere eis, dan de leerlingen op zeker kennisniveau te brengen. Integendeel: „nichts lähmt das Interesse der studierenden Jugend so sehr, als der Eindruck, es sei das Vorgetragene fertig und abgeschlossen.“

Bij het Hoger Onderwijs moet de toon altijd deze zijn, dat de wetenschap in voortdurende ontwikkeling is en dat de ware wetenschap niet een compilerende is, maar een, welke heden bouwt aan die van morgen.

De Universiteit is geen verlengstuk der middelbare school, er begint hier iets geheel anders. In die hogere eis ligt niets benauwends noch voor hem, die ontvangt, noch voor hem, die doceert. De beoefening der levende wetenschap is een dagelijks weerkerende vreugde voor hem, die er in leeft. In altijd maar grotere kennis verzamelen ligt iets bedrukkends, nog meer in de gewaande plicht

dat alles te moeten vasthouden. Maar het voortbouwen aan de levende wetenschap, het werken aan de spits, aan de rand van nog-niet-begrijpen maar toch bijna-omvatten, dat is een vreugde, die zelfs het intacthouden van het arsenaal der benodigde kennis blijde maakt. Daarin moet de docent zelf leven en daarin moet hij de jongeren inleiden. Het is ermede als met iemand, die buiten in de zon loopt en zingt of fluit; dat doet hij niet, omdat hij 't moet of omdat 't zo hoort, hij fluit of hij zingt, omdat hij uit moet de vreugde, die de zonnedag in hem wekt. Zo is de wetenschapsbeoefening voor hem, die onder de sol scientiae leeft, in blijdschap volbrengt hij zijn taak. Maar deze vreugde gaat dieper, althans hij is minder zelfgenoegzaam dan die van den vrolijken wandelaar van zoeven; want deze aanvaardt het goede, dat hij ontvangt, en hij zingt voor zichzelf. Maar de vreugde der wetenschapsbeoefening wordt nog verheven door het besef, dat men niet voor zichzelf alleen en niet eenzaam bouwt, maar dat men werkt ten bate van de gehele mensheid en dat het werk van den een telkens weer steunt op of steun verleent aan het werk van anderen. Aan de opbloei der wetenschap medewerken is een cultuurtaak en een stuk universeel gemeenschapswerk.

De liefde tot de wetenschap berust op het besef, dat deze een innerlijke verrijking brengt. Onafhankelijk ervan of het object Uwer wetenschap de natuur is of de geest, het lichaam of de ziel, de godsdienst of de wiskunde, de taal of de historie, altijd is er de strijd tussen nog-niet-helemaal-begrijpen en juist-wel-begrijpen, altijd is elk stukje vooruitgang een overwinning, een vergroting van het *begrip*, van dat uitzonderlijke, dat den homo sapiens kenmerkt en adelt, dat zijn sterkte vormt..... en zijn tragiek. De liefde tot de wetenschap spruit voort uit de vreugde der innerlijke verrijking.

Het is goed deze gedachte af en toe uit te spreken en daarmee

front te maken zowel tegen degenen, die zeggen, dat de wetenschap schoon is, omdat hij ons zoveel nut brengt, als tegen degenen, die een banvloek over de wetenschap uitspreken, omdat hij zoveel kwaad gebracht heeft. Nogmaals, de wetenschap is verheven en schoon, omdat hij ons innerlijk verrijkt; dat wij er daarna ons nut mee kunnen doen is een extratje, o een heel belangrijk extratje, dat wij dwaas zouden doen te veronachtzamen. Ik heb menigmaal uiteengezet, hoe belangrijk het verband is tussen zuivere en toegepaste wetenschap, tussen Universiteit en maatschappij, hoezeer het Hoger Onderwijs naar beide zijden een taak heeft. Maar ik heb nooit nagelaten voorop te stellen, dat de wetenschap zijn hoogste rechtvaardiging in zichzelf heeft. Wie de waarde van het nuttigheidselement overschat, komt in grote moeilijkheden tegenover de zoeven genoemde critici, die juist alleen oog hebben voor het gestichte kwaad. Hier komt de tragiek van de menselijke geest, waarop ik zoeven zinspeelde, naar voren. Het is de tragiek uit het diepzinnige oude verhaal uit Genesis, dat de paradijstoestand eindigt, als de mens zich eigen maakt „de kennis van het goed en het kwaad“. Elke kennis in menselijke verworvenheid kan evenzeer tot het goede als tot het kwade leiden. Maar dat is een grief tegen 's mensen gevallenheid, niet tegen de rijkdom der wetenschappelijke begripswaarden.

In de Universiteit is de beoefening der wetenschap, ik zei het in de aanvang, gekoppeld aan het geven van onderwijs en wij allen voelen dat af en toe als een spanning. Colleges voorbereiden, colleges geven, colloquia organiseren, studentenvoordrachten opdragen en aanhoren, practica organiseren en leiden — hoeveel tijd ontnemt dat niet alles aan het wetenschappelijke werk. En dan spreek ik nog niet eens van administratief en besturend werk, van bemoeienissen voor staat en maatschappij. En toch is het geven van onderwijs weer zo'n extratje, dat den universitair wetenschaps-

beoefenaar in de schoot valt. In de eerste plaats is het een genot aan telkens weer nieuwe geslachten de grondslagen voor hun wetenschappelijke kennis te geven; ik ervaar het altijd als een vreugde, wanneer ik gevoel, dat mijn auditorium gespannen luistert, dat ik er in slaag belangstelling voor de levende wetenschap in hen te wekken. Wij schieten daarin af en toe allemaal op menselijke wijze te kort, maar de keren, dat wij er in slagen, maken ons het besef onzer roeping ten deze bewuster. In de tweede plaats behoedt onze onderwijstaak ons voor eenzijdigheid, dwingt ons op de gebieden, die wij doceren, ook al behoren ze niet tot het engere terrein onzer eigen wetenschappelijke belangstellingssfeer, vooraan te blijven, teneinde den student altijd weer het onafgeslotene en dus het levende der gedoeerde wetenschap voor ogen te kunnen voeren. En ten derde — en dat is het belangrijkste — onze onderwijstaak moge ons veel tijd roven, die aan eigen werk gewijd had kunnen worden, hij geeft ons de gelegenheid steeds weer nieuwe medewerkers te werven voor onze levenstaak. Wij mogen het dan ook zelf minder en minder doen, om ons heen groeit die telkens zich verjongende schaar van medewerkers, die met het enthousiasme, door ons onderwijs gewekt, met de frisheid van telkens weer nieuwe jeugd, medearbeiden aan de wetenschap, die niet Uw of mijn monopolie is, maar die wij, ouderen en jongeren, gemeenschappelijk dienen. Juist die voortdurende verjonging is de bekoring der universiteit; een mijner leermeesters, Professor Tammann, wees mij eens op een positie aan een groot, levend researchlaboratorium, maar hij voegde er aan toe: indien Ge aan de universiteit in Uw vaderland een weg kunt vinden, kies die dan liever, want de universiteit heeft één bekoring, die zelfs het beste speurinstituut mist: „die Universität bleibt ewig jung“. Juist daarom bloeien de wetenschappen aan de universiteiten en als ze het niet zouden doen, wee dan hem, door wien de ergernissen komen!

De dienst der wetenschap is een altijd voortdurende strijd, maar hij wordt door wie de wetenschap lief hebben, met geestdrift gevoerd! Het is voor ieder een moeizame worsteling, veelal van jaren, ja, soms van een heel leven en zelden bereikt men werkelijk ten volle, wat men zou willen. Wie is de tegenstander, die ons kamp geeft? De materie, die het object onzer wetenschap is? Wellicht, soms; veel vaker is het onze eigen vooringenomen, onsoepele, onvruchtbare geest, die ons de weg verspert. Och, het materiaal zou zich wel laten bedwingen, als wij maar wisten, *hoe* we het dwingen moesten. Daarvoor is nodig wat van 't Hoff in zijn inaugurele oratie „fantasie“ genoemd heeft; ik vind 't geen gelukkig woord, het heeft hier in Nederland meer dan één betekenis en er is een veel duidelijker, artistieker, Nederlands woord: *verbeeldingskracht*. Zonder verbeeldingskracht, d.i. zonder de kracht de veelvormige werkelijkheid in gestyleerde beelden te zien, geen vruchtbare wetenschap. De bekende wegen kan men bewandelen, gewapend met accuratesse en een goed geheugen. Maar voor het inslaan van nieuwe wegen is het nodig zich een doel te „verbeelden“ en de weg erheen. Welk een verbeeldingskracht leidde een Newton, een Huygens, Darwin en de Vries, van der Waals en van 't Hoff, Eykman en — om een eeuwfeest te memoreren — Julius Mayer. De grote ontdekkingen spruiten altijd voort uit een geniale verbeeldingskracht en het vermogen om de geest te bevrijden uit onbewuste vooringenomenheden. En ook voor wie het niet gelukt het doel te bereiken, omdat zijn verbeeldingskracht onvoldoende of de middelen ter bereiking ontoereikend waren, ook voor hem blijft de vreugde van het werk, omdat ieder onderzoeker weet, dat hij het laatste einddoel toch nimmer bereikt, maar dat elk ernstig werk een stuk oplossing in zich draagt; ook al staat het onherroepelijk vast, dat een volgend geslacht het weer beter zal doen, dat elk resultaat maar voorlopige waarde heeft, al zegt de philister, dat

het toch tot niets leidt, want dat de wijsheid van vandaag morgen weer dwaling zal blijken: de man van wetenschap weet, dat elke volgende onderzoeker op de schouders van zijn voorgangers staat en dat in deze pyramide elk met zijn werk een element tot opbouw is. En dat besef is en blijft de bron zijner vreugde. Juist omdat de wetenschap een levend ding is, weet hij dat die nergens stolt.

Wij kennen dus allen onze wetenschap als een levende wetenschap. En zoals wij onmachtig zijn te zeggen waar het leven begint, omdat wij het levende individu slechts kennen als een schakel tussen voor- en nageslacht, zo kunnen wij van geen enkele wetenschap nauwkeurig aangeven waar en wanneer hij begonnen is. En toch ziet men deze poging altijd weer gedaan.

„La chimie est une science française“, zo schreef Würtz in 1874 tot inleiding zijner Dictionnaire de Chimie. „Elle fut constituée par Lavoisier d'immortelle mémoire“. U zult begrijpen, dat deze niet bepaald objectief aandoende uitspraak niet overal met onverdeelde instemming begroet werd. Ik neem aan, dat Würtz het werkelijk zo meende, de vraag is natuurlijk maar, wat men „la chimie“ gelieft te noemen. Lavoisier was ongetwijfeld een genie van de eerste grootte; wil men nu beweren, dat de chemie pas chemie wordt na Lavoisier, dan staat iemand dat vrij. Maar hij staat zwak tegenover een Engelsman, die het begin der scheikunde bij Boyle wil plaatsen, een Duitser, die het bij Liebig en Wöhler, een Zweed, die het bij Scheele of Berzelius zoekt.

Al deze „begin“vragen vloeien over van zelfweersprekingen. De schijnbaar eenvoudige vraag wie Amerika ontdekt heeft, sluit al allerlei praemissen in zichzelf. Een nimmer door enig menselijk wezen aanschouwd land, kan men ontdekken, maar de vraag wie een door talrijke volkeren bewoond werelddeel ontdekte, sluit alreeds een enge Europeesche vooronderstelling in. Columbus, „der

Don Quichote des Ozeans", was ongetwijfeld een man van verbeeldingskracht. Heeft hij Amerika als Europeaan ontdekt? Tot zijn dood toe heeft hij gemeend op de oostkust van Azië geland te zijn. Maar bovendien weten wij onbetwifelbaar uit de Edda, dat in 982 (dat is ruim 500 jaar vóór Columbus) Erik de Rode van IJsland uit Groenland niet slechts bezocht heeft, maar er zich vestigde; dat in 986 Bjarni Herjofson langs de kust o.a. van Newfoundland en Labrador voer, dat in 999 Leif Erikson landde en overwinterde in de buurt van het tegenwoordige Boston, en dat eindelijk in 1005 Thorfinn Karlsefni zich aan de mond van de Hudson, dus in de buurt van het hedendaagse New York, vestigde. Nu kan men zeker zeggen: ja, maar die hele Noorse ontdekking heeft tot niets geleid, omdat er in het denken dezer Middeleeuwen geen ruimte was voor een blijvende relatie met dit Wijnland, dat zij overigens feitelijk en bewust ontdekt hadden, terwijl de mens uit de Renaissancetijd weliswaar meent in Oost Azië te zijn, maar toch de duurzame ontdekking gedaan heeft en het nieuwe werelddeel voor de Europeanen ontsloten heeft. „As you like it", elk oordeel heeft zijn recht van bestaan, het is juist en onjuist, al naar men het neemt.

Mag ik de goede regel huldigen, die voor den schoenmaker ten opzichte van zijn leest evengoed geldt als voor den Rector Magnificus ten aanzien van zijn eigen speciale vak, door de vraag te stellen: waar, wanneer en bij wien begint de kolloïdchemie en hoe ontwikkelt die zich? Niet, omdat de vraag juist ten aanzien van mijn eigen speciale vak zo bijzonder belangrijk zou zijn, maar omdat ik het probleem van de weg der wetenschap het best kan illustreren aan die tak van wetenschap, die mij uit dagelijkse ervaring vertrouwd is en omdat het voor het algemeen probleem om 't even is, aan welk bijzonder geval men het toetst.

Mag ik trachten degenen onder U, die ver van deze problemen

staan, een denkbeeld ervan te geven, wat het object dezer wetenschap is, hoe dat zich verhoudt ten opzichte van de klassieke chemie en wat voor algemene bijzonderheden en bijzondere algemeenheden dit vak kenmerken? Laat ik dan beginnen met vast te stellen, dat de plant enerzijds en mens en dier anderszijds vrijwel geheel uit kolloid materiaal zijn opgebouwd (wanneer men van het water en het skelet afziet): het bindweefsel, de huid, de bloedsubstantie, het protoplasma, de celwanden — het is allemaal kolloid materiaal. Het is zo wezensverschillend van stoffen als suiker, zout, zwavel, metalen e.d., het is zoveel moeilijker te onderzoeken, blijkbaar zoveel gecompliceerder gebouwd, dat de scheikunde, die van huis uit toch dienaar van de geneeskunst geweest is, het biologische materiaal door de eeuwen heen meer en meer terzijde heeft laten liggen. Dat is al direct een der eigenaardige wegen, die de zuivere wetenschap volgt: hij kiest zijn problemen naar eigen keuze, hij laat zich zijn problemen niet zonder meer opdringen door de gegeven werkelijkheid, maar hij schift ze naar hun begripbaarheid. Daarom heeft de chemie dit biologische materiaal, waaraan voorlopig begripmatig niets te verdienen was, terzijde gelaten en heeft zich gespecialiseerd aan die voor U waarschijnlijk buitenissige stoffen, die Ge in 't leven nauwelijks kent en die alleen schijnen te bestaan in de praeparatenflessen van het scheikundige laboratorium. Het is echter niet een snobbistische neiging naar het excentrieke, die de scheikunde in die richting gedreven heeft, maar de nood van het primitieve menselijke verstand, dat eerst het eenvoudige moet begrijpen alvorens zich aan het ingewikkelde te wagen. Wie zwemmen wil leren, begint niet met in de oceaan te springen, maar stelt zich voorlopig met oefenen op 't droge, daarna met die aan de hengel tevreden, leert gescheiden bewegingen van „één-twee-drie“, die vervolgens langzaam continu worden; dan gaat het aan de lijn van het ondiepe naar het diepe bassin; eerst daarna komt men

op de springplank en zo gaat het, totdat de verworven vermogens de vrijheid van het vrije zwemmen permitteren. Welnu, niet anders gaat het in de wetenschap; ook daar is eeuwenlang droog gezwommen en ik waag het niet de chemie van heden in deze zwemvergelijking te classeren.

Het heeft een grote inspanning van vele geslachten gevergd en dan alleen nog maar aan uitgezochte objecten (en in dat „uitzoeken“ zit al zoveel) om tot het begrip der molecuulbouw te komen, tienduizenden onderzoekingen zijn nodig geweest om in dit water te leren zwemmen. Terecht heeft de chemie daarbij de hoge golfslag der natuurstoffen vermeden, o niet zonder er telkens naar te lonken, maar pas als de tijd er rijp voor is, waagt de chemie zich in dit diepe water.

Aan de onderscheidingen wordt het begrip geboren. Wat gaf aan die „eenvoudige“ stoffen hun begrijpelijkheid en dus wat onderscheidde ze van de bio-objecten? Om molecuulbouw te doorzien is de kennis van de grootte van het molecuul noodzakelijke voorwaarde. Deze laatste had de chemie eerst aan gasvormige stoffen, later aan opgeloste stoffen leren bepalen. Maar de stoffen, die de naam van kolloïden gekregen hebben, lieten zich niet in dampvorm brengen en met hun oplossingen was 't zo anders gesteld, dat men ze maar buiten beschouwing liet, toen de theorie voor de moleculairgewichtsbepaling der oplossingen (de wetten der verdunde oplossingen) opgesteld en getoetst werden. Er was nòg iets „raars“ met die kolloïde oplossingen toen het bleek, dat stoffen, die notoir onoplosbaar zijn, toch wel kolloïde oplossingen konden geven. Een stukje suiker, in water gebracht, gaat in oplossing; de eigenschappen dezer oplossing doen U het moleculairgewicht van suiker kennen en de chemie ontraadselde de molecuulbouw van die stof. Maar een stukje goud lost niet in water op; maakt men echter het goud door oxyderend zuur tot een oplosbare verbinding en

reduceert men deze opgeloste verbinding op geschikte wijze weer tot goud, dan ontstaat een prachtige rode vloeistof, het „aurum potabile“ der middeleeuwen, de kolloide oplossing van het voor ware oplossing volstrekt ongeschikte goud. Desgelijks kent men kolloide oplossingen van kiezelzuur, van onoplosbare metaaloxiden en van vele andere als onoplosbaar te boek staande verbindingen. Het zijn niet altijd mooie heldere oplossingen, ze schijnen vaak troebel, maar in doorvallend licht zijn ze toch volkomen doorzichtig. Zo is het beeld ontstaan, dat de kolloïden niet in moleculen gedispergeerd zijn in het oplosmiddel, zoals dat in „ware“, in „gewone“ oplossingen wel het geval is, maar dat aggregaten van meerdere moleculen de bouwstenen der kolloïde oplossingen vormen.

Deze „verbeelding“ heeft tot talloze toetsingen aanleiding gegeven en tot nog talrijker nieuwe problemen geleid. Vooral het dynamische vraagstuk, waaraan dit soort systemen zijn bestaansmogelijkheid dankt, heeft de kolloïdchemie bezig gehouden.

Ik gebruik hier telkens het woord *kolloïdchemie*, hoewel het ongebruikelijke woord *kolloïdphysica* veeleer verantwoord zou zijn. Met Kolloïdwissenschaft, Colloid Science heeft men getracht dit dilemma te omzeilen, ja onlangs heeft men het met het woord Kolloïdik geprobeerd. Maar *verba valunt usu* en we zullen het ingeburgerde woord kolloïdchemie maar handhaven.

Vele vaste biokolloïden, zoals bindweefsel, collageen, cellulose enz. zijn dus noch in dampvorm, noch in ware oplossing te brengen. In tegenstelling tot de overgrote meerderheid der „gewone“ stoffen, vormen ze in vaste toestand geen gave kristallen. De bouw der kristallen is, vooral in de laatste kwarteeuw, in hoge mate opgehelderd, die der biokolloïden is vooralsnog veel minder doorzichtig, alhoewel de wisselwerking van de kennis op het ene gebied ten aanzien van die op het andere steeds meer resultaat gaat afwerpen.

Als ik het weinige, wat ik U ter oriëntering gezegd heb, boosaardig zou willen samenvatten, zou ik het zo kunnen doen: zolang Ge met mooie kristallijne stoffen te doen hebt, die gemakkelijk tot keurige heldere oplossingen gebracht kunnen worden, dan hebt Ge met de klassieke chemie te doen. Maar de kolloïdchemie heeft een pervers behagen in ongelijke, kliederige massa's, waarvan op zijn best troebele, smerige en slijmerige oplossingen te maken zijn. Nu zult Ge zeggen, dat dit geen wetenschappelijke maar een naïef menselijke, aesthetische waardering is; maar toch heeft ook die zijn historische rechtvaardiging. Sir William Hardy heeft op een symposium der Faraday Society eens aardig gezegd: tot aan het einde der negentiende eeuw was er voor de kolloïden in de chemie geen plaats; d.w.z. de enige plaats, die aan de kolloïden toegekend werd, was de gootsteen! Elk zich zelf respecterend chemicus der negentiende eeuw, die zijn onderzoek zag uitlopen op zo'n kolloïde massa, liep gelaten naar de gootsteen, deponeerde daarin zijn resultaat en zette de kraan wijd open, opdat het vermaledijde ding tenslotte niet nog de afvoer verstopen zou.

Alleen: het leven denkt er anders over. Het leven is in al zijn verschijningsvormen aan de kolloïde materie gebonden, ja, het is geen ongeoorloofde veralgemening te zeggen: geen leven zonder kolloïd materiaal. De steen dus, die door de bouwers der klassieke chemie, een plaats ontzegd was, blijkt de hoeksteen van de tempel der biologie te zijn. Deze kolloïde systemen mogen anders zijn dan de gewone chemische, inferieur zijn ze niet; hun uiterlijk moge minder aanzienlijk zijn, hun innerlijke bouw moet mogelijkheden bevatten, waaraan die andere systemen nimmer toekomen. Zij zijn fascinerend niet slechts voor den bioloog, niet slechts voor den nuchteren mens van het praktische leven, die met dit materiaal zich voedt, en er zich mede bekleedt; zij zijn het niet minder voor den zuiver wetenschappelijken chemicus, die,

als hij dit gebied betreedt weer het gevoel heeft de grens van het bekende land achter zich te laten en het nieuwe, avontuurlijke, onontgonnen terrein te betreden. Niet alleen de romantiek van het nieuwe onbekende lokt hem, hij weet bovendien uit ervaring, dat hij het achtergelaten land straks weer beter zal begrijpen, als hij, omziende, terugblijkt naar het gebied der gewone chemie. Zo is het vaak in het leven: Gij leert Uw vaderland beter begrijpen, wanneer Ge ervaringen in het buitenland opdoet. En zoo is het altijd in de wetenschap: ontdekkingen op nieuwe terreinen breiden niet alleen het gebied der wetenschap uit, de nieuw verworven begrippen werpen steeds een nieuw licht op het reeds bekende, verdiepen oudere inzichten.

Ik heb zoeven de vraag genoemd: waar, wanneer en bij wien begint de kolloïdchemie? Maar ik heb tegelijk het antwoord gesuggereerd of liever, ik heb U laten voelen, dat op een dwaze vraag geen verstandig antwoord te geven is. Een tak van wetenschap begint nergens speciaal, niemand in 't bijzonder is de eerste geweest, een begin is dus feitelijk niet te localiseren naar plaats, noch tijd, noch auteur.

Kolloïden zijn in alle tijden object van natuuronderzoek geweest. In vorige eeuwen was bovendien de differentiering in natuurkunde, scheikunde, plantkunde, dierkunde, geneeskunde, veel minder uitgesproken dan tegenwoordig. In de ruimere zin van „kolloïdwetenschap“ is de kolloïdchemie daarom door alle eeuwen heen beoefend.

Toch zult Gij zeggen, dat ik nu zo zeer in de algemeenheid gevluucht ben, dat deze generale conclusie wel onweerlegbaar, maar evenzeer onbevredigend is. Want ik heb zoeven juist geschetst, wat het bijzondere terrein van het algemene scheidt en discutabel blijft dus, waar, wanneer en door wien *dit onderscheidende inzicht* het eerst geponeerd is.

Inderdaad valt daarover te praten, hoewel niet vrij van subjectiviteit. Het hangt er namelijk maar van af, waar Ge meent, dat het „eigenlijke“ onderscheidende inzicht ligt, en als we over het „eigenlijke“ beginnen, wordt de objectiviteit op een zware proef gesteld. Maar goed, ik erken graag het goed recht van zekere subjectiviteit en ik wil er nu toch ook maar aan meedoen — juist omdat deze discussie weer een eigen licht zal werpen op de weg, die de wetenschap gaat.

Negen van de tien leerboeken over kolloïdchemie laten deze wetenschap beginnen bij Thomas Graham te Londen, en om er een afgerond jaartal bij te zetten, in 1860. Deze vaststelling berust bovenal daarop, dat Graham de kolloïden onderscheiden heeft door ze een *naam* te geven; een weinig diepzinnige naam overigens: de lijm (grieks: kolla) was een van ouds bekende stof en Graham achtte de eigenschappen daarvan karakteristiek voor de groep en noemde ze „lijmachtigen“, colloïds. Maar van een nietszeggendheid maakte hij de naam tot een hoogst bedenkelijke door hem in tegenstelling te plaatsen tot „krystalloïden“, waarmede hij de kristalliseerbare stoffen bedoelde. Nu is het niet alleen in latere jaren gebleken dat deze gewaande tegenstelling niet te handhaven is — kristallijne stoffen kunnen in kolloïde oplossing verkeren; cellulose, ja zelfs lijm zelf, kunnen gemakkelijk in condities gebracht worden, waarbij ze een aantal kristaleigenschappen krijgen — er zit een denkfout in Graham's nomenclatuur. Het lijkt uit deze woorden nl. of hij een louter morphologische indeling geeft, maar wie dat meent, doet dezen bekwamen onderzoeker toch onrecht; zijn onmiskenbaar grote verdienste ligt juist in zijn begrip van wat ik zo juist de voor de groep karakteristieke eigenschappen noemde. In fraaie onderzoekingen had Graham nl. vastgesteld, dat de stoffen in kolloïde oplossing uiterst langzaam diffunderen. Daarmede raakte hij het hart der kwestie (tenminste naar mijn

gevoelen), zijn zwakke nomenclatuur moet men maar op de koop toe nemen, alhoewel er natuurlijk een zekere verdienste in zit een onderscheid door een naamgeving te munten.

Hetzelfde is in onze tijd met het woord „vitamine“ geschied. Is het woord kolloid onbeduidend, het woord vitamine is zelfs fout. Het heeft moeite gekost de wereld te overtuigen, dat het Eykman en Grijns geweest zijn, die zulk een onontbeerlijk voedingsbestanddeel het eerst ontdekt hebben, zonder er de overigens onjuiste naam van vitamine aan te geven. Ik zou niet willen beweren, dat Funk geen verdienste toegekend zou moeten worden; ongetwijfeld heeft hij, door een algemeen woord voor een groep stoffen te kiezen, deze groep als een met eigen karakter en dus onderscheiden van andere gekenmerkt. Het gevaar van zo'n vroegtijdige naamgeving wordt echter wel duidelijk uit het feit, dat later ontdekte vitaminen in het geheel geen „aminen“ bleken te zijn en men behoudt dus eerbied voor de eerste ontdekkers, die zich bescheiden beperkt hebben tot dat, wat ze verantwoord konden.

De verdienste van Graham is derhalve aldus te omschrijven: het fundamentele verschil tussen „gewone“ en kolloide oplossingen maakte hij duidelijk aan het verschil in diffusiesnelheid der gedispergeerde stof en hij gaf klank aan het begrip van principiële verschillendheid door een overigens niet gelukkige en niet goed door-dachte naamgeving. Jarenlang heeft men gemeend, dat deze verdiensten voldoende waren om te betogen, dat dit het begin der begripsonderscheiding was. Maar er zijn twee „claims“ gekomen, onderzoekingen van twee chemici, die naar de orde van de tijd zeker vóór Graham uitgaan. Intussen, ik heb het boven al gezegd, de vraag is niet, wie het eerst dit of dat onderzocht heeft, de enige min of meer interessante vraag is, wie het eerst iets *begrepen* heeft.

De ene auteur, voor wien de erekrans opgeëist wordt, is de Ita-

liaan Francesco Selmi, de ander is de Fransman A. Baudrimont.

Selmi publiceerde in 1845 een stuk over de „demulsie“ van zilverchloride, in 1847 een over de „pseudo-oplossing“ van Berlijnsblauw en, tezamen met A. Sobrero, in 1849 een stuk over zwavel in „pseudo-opgeloste“ toestand.

Baudrimont heeft in het in 1846 verschenen tweede deel zijner *Traité de Chimie générale et expérimentale* van vele heden als kolloïde gekenmerkte stoffen gezegd, dat zij „corps particuliers“ waren.

Ziehier dus ook onderscheidene naamgevingen, de vraag is maar wat de auteurs er mede bedoelden.

Selmi noemde de kolloïde oplossing van zilverchloride een demulsie; hij beroept er zich op, dat men de fijne verdeling van olie in water, dus van een vloeistof in een andere vloeistof, een emulsie noemt en hij kiest nu het woord demulsie voor de fijne verdeling van een vaste stof in een vloeistof. Hij stelt vast aan Berlijnsblauw en aan de z.g. zwaveloplossing van Wackenroeder, dat deze oplossingen geen oplossingen in de gewone zin zijn, en hij karakteriseert ze als pseudo-oplossingen. En reeds in 1845 toont hij te begrijpen, dat deze anorganische stoffen modelsystemen leveren ten aanzien van stijfsel en eiwitten, die eveneens zulke pseudo-oplossingen met demulsie-karakter geven.

Ik heb de grootste eerbied voor dezen jongen man, die toenmaals nog geen dertig jaren oud was. Hij ziet de *cardo* van het vraagstuk, hij ziet het verband tussen anorganisch model en bio-object, in zijn woord pseudo-oplossing brengt hij overeenkomst en verschil tot uitdrukking, in demulsie legt hij het resultaat zijner vruchtbare verbeeldingskracht. Hier is veel meer begrepen dan bij Graham (en bovendien ruim 15 jaar vroeger). In de twee gekozen woorden komt dezelfde bescheidenheid naar voren, die we zoeven bij Eyk-

man en Grijs constateerden: de woorden zeggen absoluut niet meer, dan hij op dat ogenblik verantwoord kan, verklanken zonder pretentie datgene, wat momenteel begrepen is.

Baudrimont is iemand van geheel andere structuur. Zijn aandeel in de opbouw ligt niet zozeer in experimentele onderzoeken als dat van Selmi, maar in beschouwingen, welke hij in een uitvoerig leerboek geeft. Hij is alreeds 40 jaar oud als in 1846 het deel verschijnt, waarin datgene voorkomt wat ons hier belang inboezemt. Wat bedoelt hij met „corps particuliers”? De gewone verbindingen der organische chemie noemt hij „composés moléculaires ou définis”. Ook bij hem dus de tegenstelling molecuulpartikels en wel partikels, die gevormd zijn onder invloed van krachten, die hun eigen zijn of die binnenin ze zijn, „als men dat zo noemen mag” zegt hij er voorzichtig bij, omdat hij vermoedelijk zelf voelt, dat het niet erg exact klinkt. En hij laat er op volgen, dat deze partikels in hoger verband onder invloed van uitwendige krachten zich verenigen „volgens zekere wetten” en aldus de weefsels vormen, die weer georganiseerde wezens opbouwen, welke dan tot het terrein van anatomie en physiologie behoren. De partikels, zegt hij verder, schijnen wel te kunnen oplossen, maar doen het in feite niet. Hij rekent tot deze partikel-stoffen o.a. arabische gom, pectine, caseïne, albumine, fibrine en gelatine.

Ziehier ongewijfeld een stuk onderscheidend begrip, maar als ik iemand de erepalm zou moeten geven, dan zou ik toch Francesco Selmi verkiezen, die trouwens zelve in 1847 op overigens uiterst hoffelijke wijze aanspraak op prioriteit tegenover Baudrimont heeft gemaakt. Weliswaar wijst Bary, de hedendaagse advocaat voor Baudrimont, op diens uitlating in '46, dat hij deze dingen al jaren eerder zo gezien had, maar Guareschi, de man die ons Selmi weer voor ogen gebracht heeft, verklaart, dat deze zijn onderzoeken waarschijnlijk ook wel al in 1842 begonnen was. Dit is onappetijte-

lijk prioriteitskrakeel en wij willen daaraan niet meedoen. De vraag is minder, wie 't eerst gedacht heeft, maar wie het 't eerst door-dacht heeft. En dan stel ik Selmi hoger; beiden hebben, wat wij nu zouden noemen, de poly- resp. makromoleculariteit der kol-loiden geponeerd, maar Selmi heeft het gedaan op grond van goed gedocumenteerde model-proeven en model-verbeeldingen.

Voorts heeft hij terstond begrepen de a-specifieke invloed van elec-trolyten (wij zeggen nu: van niet potentiaal-bepalende electrolyten) op het uitvlokkingsproces; aan zijn kwantitatieve methoden heeft wel wat ontbroken — het zou dan ook nog veertig jaar duren eer Schulze hierin verbetering bracht — maar er komen zulke heldere ideeën in zijn stukken voor over ware oplossing contra demulsie, over waterbindend vermogen, over talrijke onderwerpen, die wij intussen heden beter onbesproken laten. Zekere primitieve fouten in zijn voorstellingswijzen kunnen ons dan ook niet weerhouden het geniale in dezen jongen onderzoeker te erkennen.

Als wij dus in de vroeger beperkte zin de geboortedatum der kolloidchemie vastgesteld hebben en dus weten, dat wij aan de vooravond van een eeuwfeest staan, dan rest ons nog enige ogen-blikken onze aandacht te wijden aan de weg, die deze wetenschap daarna in die eeuw gegaan is.

Selmi en Baudrimont zijn spoedig vergeten en de zwakke „ver-beelding“ van Graham kon niet gemakkelijk tot een snelle ont-wikkeling leiden. Feitelijk laat zich de gehele ontwikkeling der 19e eeuw door drie namen karakteriseren: von Nägeli, van Bemme-len, von Helmholtz.

von Nägeli heeft allereerst de primaire bouwsteen der kolloiden de zinrijke naam *micel* (die Mizelle), verkleinwoord voor mica (krummel), gegeven. Men zal dit nauwelijks een vooruitgang ach-ten ten aanzien van Baudrimont's partikel, maar de begrippen, waarmede von Nägeli dit woord omkleedt, zijn veel scherper door-

dacht. Het micel is polymoleculair, de micellaire oplossing wordt in tegenstelling tot de moleculaire oplossing gebracht.

Het micel is volgens von Nägeli bovendien veelal kristalachtig en verdient veeleer de naam kristalloïd dan de kristallijne stoffen, die Graham met die naam begiftigd had en waarvan Nägeli terecht zegt, dat hij ze beter kristallogeen had kunnen noemen; hij doorbreekt dus volkomen Graham's slechte antithese. Zijn uitnemende mikroskopische onderzoekingen en zijn studie van de dubbelbreking der natuurlijke gelen bevestigen zijn conceptie. In de zwelling ziet hij het intermicellaire intreden van watermoleculen; reeds uit zijn werk van 1858 wordt duidelijk hoe exact zijn „verbeelding“ geweest is.

Jacob Maarten van Bemmelen verbindt deze vroege lente der kolloidchemie met de twintigste eeuw. van Bemmelen, aan wien het bodemonderzoek der Y-polders was opgedragen geweest vóór hij hoogleraar te Leiden werd, was getroffen door het uiteenlopend waterbindend vermogen der verschillende grondsoorten en door die eigenaardige uitwisseling van anorganische zouten tussen de vaste bodem en de bodemvloeistof. Het zoeken naar inzicht in dit bij de bodem zo uitermate ingewikkelde probleem, leidde hem op de weg der vereenvoudiging; hij onderzoekt, wat wij heden uitwisselingsadsorptie en gelhydratatie noemen, aan opzettelijk bereide systemen, eenvoudiger dan de grond. Hij heeft er de moderne ontwikkeling der kolloidchemie van solen en gelen mede voorbereid en er bovendien nog het landbouwkundig bodemonderzoek onschatbare diensten mede bewezen.

Het zou wellicht niemand groter verwondering baren hier als derde genoemd te zijn dan von Helmholtz zelf. Want hoe veelomvattend het genie van dezen geleerde ook zijn mag, voor de speciale problemen der kolloidchemie heeft hij nauwelijks aandacht gehad. Maar hij heeft in 1879 een verhandeling geschreven „Studien

über elektrische Grenzschichten", die ons inzicht gegeven heeft in de elektrische verhoudingen aan grensvlakken, waaraan juist de kolloïde systemen zo rijk zijn. In deze diepzinnige verhandeling ligt een schat van wijsheid voor de kolloïdchemie, het wachten was nog maar op den prins, die de schone slaapster zou wekken.

Welnu, die kwam, juist op de drempel van 19de en 20ste eeuw. William Hardy ontdekte in 1900 het nauwe verband tussen de elektrische eigenschappen der kolloïden en hun bestaansmogelijkheid en in het eerste kwart dezer eeuw worden nu alle lijnen strakgetrokken: uitgaande van Hardy's werk verrijst op de basis van Helmholtz' theorie de electrochemie der kolloïden, de adsorptieleer van van Bemmelen wordt er bij ingeschakeld (te eng voorlopig!), de hydrophilie als bepalende factor medeerkend, het gehele micellaire gebouw in vloeibare en vaste toestand wordt bestudeerd met alle nieuwe hulpmiddelen, die de snel vooruitschietende natuurwetenschap der twintigste eeuw verschaftte.

Dit is het tijdperk der moderne kolloïdchemie. Snel tracht men feiten en theorien te schematiseren, zoekt naar „beelden“, die van het gebeuren op redelijke wijze rekenschap geven. Een geheel gebouw verrijst, maar het kan de kritiek van het jongere onderzoek niet weerstaan. Het stort ineen en aan de fundamenten voor een nieuw moet worden gewerkt. Is alle moeite vergeefs geweest? O neen, ons inzicht is verdiept en al praten wij heden met veel minder (gewaande) zekerheid dan twintig jaar geleden, wij weten in het puin van de afbraak het materiaal voor de wederopbouw. En niemand treurt: het is zo veel beter de dwaling te kennen dan er in voort te leven. Het enige wat soms benauwt is het onvermogen tot een gaaf, nieuw plan te komen, een tekort aan verbeeldingskracht. Maar geleidelijk groeit ook dat en de vreugde van het bouwmeesterschap blijft.

Maar ik laat het bij deze algemeenheden, de details zijn alleen

interessant voor den beoefenaar van het speciale vak. Ik heb U slechts aan dit mijn eigen vak de algemeenheid van de weg der wetenschap willen tonen, een weg van vallen en opstaan, van worstelen om vooruit te komen, van — niettegenstaande alle polemiek — eendrachtig streven. En dat niet van enkelen, niet aan onderwerpen van louter lokaal interesse; het is mij altijd een vreugde, als ik mijn leerlingen en medewerkers aan de arbeid zie, te bedenken: aan dezelfde problemen wordt — o, natuurlijk met enige wijzigingen naar plaats en persoonlijkheid — gewerkt, met dezelfde intensiteit en overgave, te Erlangen, te Moskou, te Calcutta, te St. Louis en te Minneapolis (er zouden er meer te noemen zijn, maar ik volsta met deze voornaamste laboratoria). Ziet, dat geeft nog een extra vreugde aan elke stap op de weg der wetenschappen: men voelt er de algemeenheid van het menselijke denken door, van de algemene hunkering naar en worsteling om de waarheid en men is blijde er deel aan te hebben. Een cynicus schijnt eens de mens met een vogel vergeleken en dan van hem gezegd te hebben: „he starts from nowhere and arrives at nowhere — however, his flight is superb“. Ik weet niet, waar de wortels van ons redelijk denken gezocht moeten worden: in Griekenland, Egypte, Sumerië en Babylon, in Indië, in China — en ik weet evenmin waar de wetenschap ons heen zal voeren — maar zijn wiekslag is groots. Gelukkig wie, als jongere of als oudere, zijn deel aan de wetenschap heeft, gelukkig de instelling waar de wetenschap leeft; moge onze Universiteit, die heden het eerste lustrum van zijn vierde eeuw afsluit, in komende jaren er in volharden op de weg der levende wetenschap voort te gaan.