

CHEMISCH WEEKBLAD

ORGAAN VAN DE KONINKLIJKE NEDERLANDSE CHEMISCHE VERENIGING

INHOUD

	Bladz.		Bladz.
Prof. Dr. H. R. Kruyt, Eeuwherdenking H. W. Bakhuis Roozeboom.	749	Verenigingsnieuws	764
Dr. J. L. Meijering, De betekenis van Bakhuis Roozeboom en zijn school.	754	Mededelingen van het Secretariaat. — Voorziening in vacatures. — Secties. — Chemische Kringen. — Commissies.	
Dr. D. J. Hissink, Enige herinneringen uit de jaren 1896 tot Januari 1900 aan mijn leermeester Prof. Dr. H. W. Bakhuis Roozeboom.	756	Mededelingen van verwante Verenigingen.	766
Dr. J. Olie Jr., Enkele persoonlijke herinneringen aan Bakhuis Roozeboom uit mijn Amsterdamse tijd (1898—1907).	758	Mededelingen van verschillende aard	767
Uitreiking van de Bakhuis Roozeboom-medaille.	761	Aangeboden betrekkingen.	767
Catalogus Tentoonstelling H. W. Bakhuis Roozeboom.	762	Gevraagde betrekkingen.	767
Allerlei nieuws op chemisch en aanverwant gebied.	763	Vraag en Aanbod.	768
Personalia.	764	Correspondentie.	768
		Agenda van vergaderingen	768

Eeuwherdenking H. W. Bakhuis Roozeboom

door H. R. Kruyt

92 (Bakhuis Roozeboom)

Wanneer wij heden gedenken, dat honderd jaar geleden *Hendrik Willem Bakhuis Roozeboom* geboren werd, dan willen wij ons herinneren wat deze grote man in zijn korte leven ons gegeven heeft. Gevoelens van diepe eerbied voor zijn levenswerk en van liefde voor zijn beminlijke persoonlijkheid vervullen ons daarbij. Deze beide gezichtspunten wil ik in deze gedachtenisrede achtereenvolgens naar voren brengen.

Een zeer korte, feitelijke levensgeschiedenis moge voorafgaan; na Roozeboom's dood in 1907 zijn verschillende uitvoerige levensberichten (ik denk vooral aan die van de hand van zijn leermeester *J. M. van Bemmelen* en van *Dr. W. P. Jorissen* en *Dr. W. E. Ringer*) verschenen.

Roozeboom was in 1854 in Alkmaar geboren; hij bezocht er van 1868 tot 1872 de H.B.S., waar *Dr. D. J. Boeke* scheikundeleraar en directeur was; deze was een zwager van *Dr. J. M. van Bemmelen*, de latere Leidse hoogleraar, die zulk een grote rol in Roozeboom's leven gespeeld heeft. Ds. *de Vries van Heyst* en *Dr. I. van Gelder* leerden hem Latijn en Grieks en in 1874 deed hij toelatingsexamen voor de Universiteit te Leiden. Maar de middelen ontbraken hem om te gaan studeren. In 1873 had hij al reeds enige tijd bij *Dr. van Bemmelen*, toen nog te Arnhem, grondanalyses van de IJpolder verricht en in 1874 trad hij in dienst van het onderzoeksbureau van *Dr. J. Th. Mouton* in Den Haag, waar hij tot 1878 bleef, toen de inmiddels hoogleraar te Leiden geworden *Prof. van Bemmelen* hem, de academisch nog

ongevormde, als assistent naar Leiden riep.

In 1880 deed hij candidaats-, en in 1882 doctoraal-examen en in 1884 volgde zijn promotie. Hij bleef tot 1896 in het Leidse laboratorium werkzaam, nadat hij in 1881 (niet tot zijn genoegen!) leraar aan de H.B.S. voor Meisjes was geworden en in 1892 tot lector in de fysische chemie was benoemd. In 1890 verkreeg hij het lidmaatschap der Koninklijke Akademie van Wetenschappen.

In 1896 werd hij benoemd tot hoogleraar te Amsterdam in de vacature van *van 't Hoff*. Gedurende de cursus 1903—1904 was hij Rector Magnificus.

Hij overleed in Februari 1907, 52 jaar oud.

Ziedaar de formele buitenkant van dit zo grootse leven. Men ziet er uit, dat hij niets cadeau heeft gekregen, maar dat moeilijke omstandigheden zijn opgang niet hebben belet.

Het is uiteraard niet mogelijk in deze gedachtenisrede een ook maar enigszins volledig overzicht van Roozeboom's levenswerk te geven. Ik wil daar ook geen poging toe doen, het zou trouwens voor U niet prettig zijn om aan te horen. Ik zal niet strikt de historische lijn volgen, maar liever subjectief over zijn oeuvre spreken. Ik bedoel dit: ik heb het voorrecht gehad zijn leerling te zijn in de laatste, meest rijke jaren van zijn leven. Mijn tijdgenoten en ik hebben deel mogen hebben aan zijn gedachtenwereld van die tijd, waarin hijzelf de heterogene-evenwichtslcer van zeer algemene (en merkwaardigerwijze sterk vereenvoudigde) gezichtspunten overzag.

Ik wil daarom niet uitvoerig spreken over het werk van zijn eerste werkjaren, de evenwichtsstudies over systemen van gashydraten met hun damp. Niet dat deze onderzoeken niet van grote experimentele bekwaamheid getuigen, noch, dat zij theoretisch niet uitnemend doordacht en verklaard zijn, maar zij zijn nog polemisch tegen oudere onderzoeken en opvattingen geconstrueerd, zij zijn in zekere zin prolegomena voor zijn latere levenswerk. Zijn werk verheft zich als hij door Prof. van der Waals Sr. in aanraking komt met het destijds weinig bekende werk van J. Willard Gibbs. De doordenking van de mechanische warmte-theorie wordt de basis van zijn werk en hij leert daaruit die simpele fasenregel kennen, die hij verheft tot de Ariadne-draad in het labyrint der heterogene evenwichten, de toetssteen, waaraan hij alle uitkomsten kan toetsen, die hem behoedt voor de vergissingen, waartoe zo velen vóór hem geraakt zijn en die het hem mogelijk zal maken met juiste componentenkeuze zijn twee- en driedimensionale schema's te ontwerpen.

Deze geometrische schema's hebben bindende kracht en vormen de landkaarten, volgens welke de onderzoeker zijn weg kiest.

Wat in het werk zijner Leidse jaren treft is zijn uitgebreide kennis der anorganische chemie. Men wordt altijd weer getroffen door de keuze der stoffen, waaraan hij zijn onderzoeken verricht. Met $\text{CaCl}_2\text{-H}_2\text{O}$ en $\text{FeCl}_3\text{-H}_2\text{O}$ is de leer der zouthydraten vrijwel volledig behandeld; het onderzoek met Schreinemakers van het stelsel $\text{HCl-FeCl}_3\text{-H}_2\text{O}$ is weer een allergelukkigst gekozen onderzoek van een ternair stelsel, waarbij een astrakaniet-onderzoek zich uitnemend aansluit als wegwijzer op het gebied der dubbelzouten.

In de eerste jaren na de aanvaarding van het hoogleraarschap te Amsterdam komen de onderzoeken, die de betekenis van Roozeboom voor goed vestigen: de mengkristallen, het ptx-oppervlak, de fasen-theoretische behandeling der tautomerie en bovenal het boek!

Eerst dan de mengkristallen. Een lange voorgeschiedenis: de isomorphie-onderzoeken van de kristallographen, vooral van onze landgenoot Retgers; dan de „vaste oplossingen”, die afwijkingen van kryoscopische waarnemingen moesten verklaren. Al reeds in Leiden had Roozeboom onderzoeken gedaan over de oplosbaarheid van isomorfe zouten in water (ternaire systemen dus), maar nu maakt Roozeboom zich los van het altijd eenzijdige begrip „oplossing”, dat „opgeloste stof” en „oplosmiddel” onderscheidt. Het begrip „homogene phase” geldt voor hem evengoed voor de mengkristallen als voor een gasmengsel en een vloeistofmengsel. En de eerste zijn dus gelijkwaardig met de andere en hun onderlinge evenwichten dus adaequaat. Hij kan dus de beroemde vijf typen van smeltlijnen voorspellen en hij zet zijn doctorandi aan het werk. Van Eyk, Reinders, Hissink leveren de bevestiging van zijn theorie aan goed gekozen voorbeelden. Smelt- en overgangsverschuiven worden waargenomen. De verkregen kennis vindt direct merkwaardige toepassing. Bijl onderzoekt het systeem Hg-Cd en zijn resultaten geven ineens een volledig inzicht in de moeilijkheden met het Weston-Normaalelement, waarvoor Ernst Cohen (die toen assistent was) zich zo interesseert. Steger onder-

zoekt het systeem van zilver en kwikjodide, en Adriani kan alle mogelijkheden, die in systemen van optische antipoden voorkomen, restloos verklaren. In de metallographie (in het Göttingse laboratorium van Tammann) en in de experimentele petrographie opent de fasentheoretische behandeling der mengkristal-evenwichten grote perspectieven.

Als later de vloeïende kristallen bekend worden, zet Roozeboom eerst de Kock en later Ada Prins aan het werk om aan te tonen hoe ook deze kristallen voorkomen in zijn mengkristallen-leer passen. De innerlijke bouw der mengkristallen zal eerst veel later door röntgenographische onderzoeken opgehelderd kunnen worden, maar de erkenning van het mengkristal als homogene vaste phase is een geestelijke winst van verstrekkende betekenis.

Dan komt het ptx-oppervlak, het houten model, voorlopig voor het eenvoudigste geval van binaire stelsels (de componenten treden zelf als enige vaste fasen op). Alle mogelijke fasenevenwichten in zulk een systeem zijn nu overzichtelijk in hun afhankelijkheid van druk, temperatuur en concentratie. De tot nog toe gebruikelijke twee-dimensionale projecties en doorsneden worden in samenhang overzichtelijk. Wie het beeld van dit model in zijn hersens heeft opgenomen, is geheel wegwijz in het gebied der eenvoudigste binaire stelsels. Maar niet alleen in dat van de eenvoudigste gevallen; het kost hem weinig verbeeldingskracht zich nu ook andere, meer ingewikkelde, gevallen voor te stellen. Daarover spreken wij straks nader.

Als derde groep van onderzoeken noemde ik die over tautomerie. Zo kondigde Roozeboom ze aan, maar zij verdienen een veel algemenere naam, t.w. die van pseudo-systemen, waarvan slechts die met tautomere pseudo-componenten een bijzonder geval zijn. Men is hier om zo te zeggen aan de zelfkant der fasen-leer; klassiek wordt daarbij immers verondersteld, dat alle innerlijke evenwichten binnen de fasen zich hebben ingesteld. Geschiedt dit langzaam, dan zullen ook de evenwichten der fasen onderling dienovereenkomstig langzaam volgen. Nu zijn er gevallen van tautomerie met spontane evenwichts-instelling, maar andere met langzame instelling. Verschillende onderzoekers hadden zich met de heterogene evenwichten in zulke systemen bezig gehouden, maar Roozeboom zag het geval spoedig van een hoger gezichtspunt uit. Hij koos een systeem, waarin de evenwichts-instelling in het geheel niet geschiedde, tenzij men een katalysator toevoegde. Hollman onderzocht het systeem acetaldehyde-paraldehyde, volledig van de laagste temperaturen tot de hoogste, met en zonder evenwichtsinstelling en leverde daarvoor het „Schulbeispiel” der pseudo-systemen. Toen later dan ook Aten bij zijn dissertatie-werk over het systeem S-Cl op een ander soort niet-spontane evenwichts-instelling stuitte, was het begrip der pseudo-systemen, dank zij Roozeboom-Hollmann, beschikbaar.

Terwijl deze onderzoeken uitgevoerd werden, verscheen in 1901 het eerste deel van Roozeboom's „Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenlehre”. Hier was nu voor het eerst een gave behandeling van de heterogene evenwichten, zij het voorlopig slechts van unaire stelsels, waarbij de verhoudingen zo eenvoudig liggen, dat men de fasenregel als corrigendum nog nauwelijks behoeft.



J.W. Bakkeris Roosevelt

Maar dit eerste deel is allereerst een algemene inleiding voor de volgende delen en bovendien is het een zo volledige doordenking van alle mogelijke fasen-evenwichten van één component bij variaties van temperaturen en druk, vooral van de polymorphie, als nog nooit geleverd was.

Tallose nog nimmer doordachte gevallen komen in deze systematische behandeling tot hun recht. Als een zeer karakteristiek voorbeeld van de volledigheid van Roozeboom's doordenking beschouw ik altijd, dat op pag. 93 van dat boek de mogelijkheid erkend wordt, dat sublimatie- en smeltlijn elkaar niet zouden snijden, dat er dus in zo'n systeem geen tripelpunt GSL zou bestaan: eerst vele jaren later bleek in het Kryogeen Laboratorium te Leiden, dat bij helium inderdaad de verhoudingen zo liggen.

In 1904 verschijnt de eerste helft van het tweede deel, systemen van twee componenten, waarbij als vaste fase slechts de componenten zelf optreden en slechts één vloeistof-fase mogelijk is. Het spreekt vanzelf, dat het ptx-oppervlak, waarvan zoëven sprake was, de ruggegraat van dit deel vormt.

Ik moet de lust bedwingen over de schatten, die dit deel bevat, uit te weiden; moge ik volstaan met de bouw te roemen. Eerst de LG-evenwichten, dan achtereenvolgens LS, GS-evenwichten, dan het driefasen-evenwicht LGS, met inachtneming van kritische verschijnselen LG.

Toch kan men dit prachtige werk niet ter hand nemen zonder met grote weemoed te constateren, dat de tweede helft (en de volgende delen) niet meer van Roozeboom's hand verschenen is. Wel heeft Schreinemakers het derde deel (in drie onderdelen) over de ternaire stelsels uitnemend geleverd. Wel hebben Aten en Buchner resp. de pseudo-symptomen en de binaire systemen met twee vloeistof-fasen verdienstelijk uitgegeven, wel is voor enige jaren van de hand van Scheffer een belangrijk boek over unaire en binaire systemen verschenen, maar men mist toch node een boek van Roozeboom zelf over de binaire systemen met chemische verbindingen en met mengkristallen, een boek in zijn eigenaardige stijl en vorm, waarin het allerbeste van zijn levenswerk gestalte gekregen zou hebben.

Voor de doorwerking van Roozeboom's werk en de erkenning in de wereld van de belangrijkheid daarvan, heeft het ontbreken van dit tweede stuk van het tweede deel noodlottige gevolgen gehad. Immers, toen hij deel I en II¹ schreef, had hij II² al geheel voor ogen. Wie de twee verschenen delen doorwerkt heeft en dan juist moet ophouden vóór datgene, wat voor de chemicus het belangrijkste is, voelt zich onbevredigd en acht het gelezene te uitvoerig behandeld en te formeel. Slechts zeer weinigen hebben de moeite genomen via de Akademie-verslagen de dissertaties en de tijdschriftartikelen het ontbrekende aan te vullen. En toch kan men langs die weg nauwelijks verkrijgen wat het deel II² gebracht zou hebben en dat ons, zijn leerlingen, op het kandidaten-college gegeven is.

Een opmerking van mijn helaas overleden vriend, Herbert Freundlich, heeft mij indertijd zeer getroffen. Freundlich, de grote theoreticus der kolloïdchemie, was een leerling van Wilhelm Ostwald, die eertijds Gibbs' werk in het Duits vertaald had en die een groot bewonderaar van Bakhuis Roozeboom was. Nochtans zei Freundlich mij eens (in de dertiger jaren): „jullie Nederlanders hebben iets, wat wij allemaal missen

en dat we ons niet meer eigen kunnen maken. Jullie zijn allemaal óf leerlingen van Roozeboom óf leerlingen van zijn leerlingen; jullie hanteren een gedachtengang, die voor jullie zó vanzelfsprekend is, dat je hem niet nader toelicht en jullie gebruiken een daaruit voortvloeiende nomenclatuur, die wij niet verstaan. Altijd weer benijd ik jullie om die typisch Nederlandse vorming”. Is dit niet een frappant voorbeeld hoe nog altijd de gedachtenwereld van Roozeboom vreemd is, zelfs voor vooraanstaande en scherpzinnige geleerden op aanverwante gebieden? Hoe anders ware het geweest indien het hem nog gegeven was geweest het ontbrekende stuk van het tweede deel te publiceren.

Welke problemen hielden Roozeboom bezig in de eerste jaren dezer eeuw, die helaas zijn laatste levensjaren zouden zijn?

Voor wie de ontwikkeling van zijn gedachtengang doordenkt, zal het duidelijk zijn, dat de studie der driefasen-evenwichten L-G-S, de ontmoeting van alle evenwichten in het binaire stelsel, sterk zijn aandacht boeit; het maximum in de tak van de tweede component heeft hem alreeds de merkwaardige retrograde kookverschijnselen doen kennen. Smits onderzoekt dan de ontmoeting van kritische verschijnselen LG met de driefasenlijn in het stelsel aether-anthraquinon, problemen, die ook na Roozeboom's dood de aandacht blijven trekken van Smits en Scheffer en hun leerlingen. Terecht, want deze vraagstukken zijn van grote betekenis voor de petrogenetische problemen. Buchner bestudeert de evenwichten, waarbij twee vloeistof-fasen optreden.

Bovenal gaat zijn aandacht naar de systemen met een dissociërende verbinding, die geen tripelpunt hebben, maar waarbij een stuk van de drie-fasenlijn deze rol overneemt, het traject tussen „maximum sublimatiepunt” en „minimum smeltpunt”. Merkwaardigerwijze ligt al veel materiaal te dezen in het oude Leidse werk; vooral het onderzoek van Stortenbeker over de verbindingen ICl en ICl₃ is prachtig materiaal. Maar Roozeboom heeft zelf sinds die tijd een ontwikkeling doorgemaakt en hij ziet de problemen helderder en algemener dan destijds. Leopold toetst dat inzicht aan gepaste systemen en Scheffer is juist met een onderzoek begonnen als zijn leermeester sterft. Na diens dood hebben zich nog velen met deze onderzoekingen beziggehouden.

Het voorafgaande heeft alles betrekking op de zuivere wetenschap. Niet dat Roozeboom geen open oog had voor de toegepaste wetenschap, integendeel, zijn verleden vóór hij aan de universiteit kwam, gaf alle aanleiding tot waardering en zijn rapporten over toepassingskwesties in latere jaren getuigen er van. Maar ik aarzel toch om met te veel nadruk te beweren, dat de fasenleer zo belangrijk is, omdat ze zo nuttig toegepast kan worden. Ik heb zelf alle reden om eerbied te hebben voor het toegepast-natuurwetenschappelijke onderzoek, maar ik kan niet goed verdragen, dat men de wetenschap alleen maar waardeert omdat ze nuttig is of kan zijn. Roozeboom heeft de wetenschap lief gehad omdat hij de begripsopbouw schoon vond en de toepassing daarvan heeft hij volstrekt niet gesmaad, maar haar toch zelden gezocht. Nochtans heeft hij er herhaaldelijk op gewezen wat een stuwende kracht de fasenleer kon worden — vooral alles wat met smeltlijnen te maken heeft — voor de experimentele petrographie en voor de metallographie. Alleen in dit laatste gebied heeft hij

zich eens gemengd, nl. ten aanzien van het stelsel ijzer-koolstof. Experimenten heeft hij op dat gebied niet gedaan, maar de gegevens uit de literatuur hebben hem geleid tot het opstellen van een smelt-diagram voor dit maatschappelijk zo belangrijke systeem. Natuurlijk is er sinds 1900 heel wat bekend geworden, dat wijzigingen in zijn diagram noodzakelijk maakt (het δ -ijzer, de instabiliteit van het cementiet), maar de grondgedachten ervan hebben tot heden haar waarde behouden.

Tot nog toe heb ik Uw aandacht gericht op het wetenschappelijke werk van Roozeboom, maar deze herdenkingsrede zou zeer onvolledig zijn, als wij zijn persoonlijkheid niet zouden herdenken. Een schakel tussen wetenschap en persoon vormt zijn leermeesterschap.

Een veel geciteerde zin uit het levensbericht, dat hij wijdde aan de nagedachtenis van zijn collega *Lobry de Bruyn* luidt: „Het hoogste ideaal van den chemicus der 20ste eeuw is echter niet een schitterend docent en een uitnemend opleider te zijn, maar een onderzoeker, en wie dit laatste niet is, wordt zelden een man van betekenis in beide eerste functies.”

Welnu, Roozeboom zelf is een groot onderzoeker, maar eveneens een schitterende docent en een uitnemende opleider geweest. Het was een genot zijn colleges te horen; hij sprak vlot, toegewijd, men voelde, dat hij het met vreugde deed, geestig (niet grappig, maar fijn). Was dus de vorm boeiend, de inhoud was altijd een verrassing. Op zijn eerstejaars college (het grote college voor natuurphilosophen en medici) verkreeg je een geheel nieuwe kijk op je burgerschoolkennis, o.a. door de veelvuldige thermochemische commentaren.

Voor de chemische candidandi gaf hij bovendien een suppletiecollege anorganische chemie, dat een rijkdom van kennis zonder veelweterij bracht. Op zijn kandidaten-college was hij natuurlijk onovertreffbaar; hij gaf dan de fasenleer, zijn eigen schepping, wat hij opgebouwd had en de nog voorlopig onopgeloste problemen. Ik heb later eens in de inleiding van een boek over mechanica gelezen: „Nichts lähmt das Interesse der studierenden Jugend so sehr als der Eindruck das Vorgetragene sei fertig und abgeschlossen”. Welnu, dat had Roozeboom begrepen; hij bracht zijn leerlingen bij, dat hij een levend vak doceerde en hij prikkelde zijn hoorders daaraan mede deel te nemen.

Onvergetelijk was ook hoe hij sprak na een candidatenvoordracht. Hij had altijd scherp geluisterd en wees in zijn critiek deugden en zwakheden van het betoog aan, altijd welwillend en altijd opbouwend in zijn critiek.

Zelfs tentamen afleggen bij hem was, mirabile dictu, een genoegen. Men voelde er zich op z'n gemak en hij wist het beste, wat de tentaminandus te geven had, er uit te halen. Nochtans was hij streng in zijn oordeel, maar zonder ooit te kwetsen.

Wanneer men aan werkelijk onderzoek toegekomen was, als candidaat, maar nog meer als doctorandus, was hij een toegewijde raadsman, altijd bereid om intens te luisteren, vragen stellend to the point en vruchtbare adviezen gevend. De uitnemende dissertaties onder zijn leiding voltooid, zelfs door middelmatige leerlingen, getuigen van de opbouwende leiding van de promotor.

Welk een vormende kracht van hem uitgegaan is, moge blijken uit het feit, dan in de twintiger en dertiger jaren bijna alle hoogleraren in de anorganische en physische chemie in Nederland zijn leerlingen waren. Deze vormende kracht is daarom zo merkwaardig, omdat men, naar de indeling van *Wilhelm Ostwald* de geleerden in klassieke en romantische onderscheidt. *Ostwald* hield in 1907, kort na Roozeboom's dood, in Amsterdam een voordracht, waarbij hij Roozeboom zonder voorbehoud bij de klassieken indeelde; in zekere zin terecht, want zijn werk is van een grote afgeslotenheid; maar wij, zijn leerlingen, kenden hem tegelijk alle eigenschappen van de romanticus toe. Juist dat spontane, dat enthousiasmerende, dat mededeelzame, dat snel reageren, dat kweken van medewerkers en dat algemeen vormende voor zijn leerlingen, allemaal eigenschappen van de romanticus, hij had ze in de hoogste mate. Wij moeten dus concluderen, dat hij de zeldzame combinatie van het klassieke en het romantische type was.

Ik kan niet nalaten hier een anecdotische herinnering aan mijn leermeester in te lassen. Ik was in 1906 assistent geworden en kreeg als taak het practicum der eerstejaars medici enz. te leiden. Daarvoor kreeg ik van Roozeboom deze onvergetelijke instructie: „Je moet niet proberen om ze analytische scheikunde te leren, want dat leren ze toch niet” (ik neem aan, dat hij bedoelde: in een éénjarig practicum van één middag in de week), „het enige wat je ze leren moet is om een verschijnsel, dat ze zelf te voorschijn hebben geroepen, goed waar te nemen en daarna duidelijk te beschrijven”.

Wat een wijsheid, niet waar, wat een duidelijke instructie voor een jonge assistent, en wat een humor! U ziet het twinkeltje in zijn ogen toen hij zijn opdracht formuleerde.

Ik ben van het wetenschappelijke werk, via de leermeester, de persoon zelf meer en meer genaderd. Het is moeilijk voor iemand, die hem slechts in zijn laatste levensjaren gekend heeft en die van hem gescheiden is door een groot leeftijdsverschil, zich daarover te uiten. Maar er is iets, dat de schroom wegneemt, nl. als de eigen herinnering volledig overeenstemt met wat anderen, ouder en meer bevoegd, daarover geschreven hebben.

Roozeboom was een uiterst beminnelijk man. Ik heb nooit iemand ontmoet, die niet van hem hield; hij kwam iedereen tegemoet met innemende vriendelijkheid en als men hem geregeld ontmoette, trof het hoe hij altijd weer de zich gevende liefdevolle mens was. In een brief aan Dr. *Mouton* schreef hij eens als antwoord op diens vraag of de studie der natuurwetenschappen zijn godsdienstige inzichten niet gewijzigd had: „Integendeel, hoe meer ik studeer, hoe meer ik word doordrongen van het gevoel: in God leef ik, beweeg ik mij, en ben ik”.

Zeker mocht hij dat zeggen, zijn leven is er een getuigenis van geweest. Ook voor wie zijn gereformeerde inzichten niet kon delen was het duidelijk in hem een vroom Christen te ontmoeten bij wie leer en leven een zuivere eenheid vormden.

Zo herdenken wij heden in eerbied en dankbaarheid een groot geleerde, een voortreffelijk leermeester en een geliefd mens.

De betekenis van Bakhuis Roozeboom en zijn school

door

J. L. Meijering *)

92 (Bakhuis Roozeboom)

Na de voorgaande herdenking door Prof. *Kruyt*, waarin de verdiensten van *Bakhuis Roozeboom* zo voortreffelijk naar voren zijn gebracht, kan het onbescheiden lijken nog een artikel te plaatsen van iemand, die hem niet persoonlijk gekend heeft. Toch schijnt een dergelijke bijdrage wel op zijn plaats om te getuigen van de dankbaarheid van een jongere generatie.

Deze dankbaarheid geldt niet alleen het feit, dat *Bakhuis Roozeboom* — op het door *Gibbs* gelegde fundament — de fasenleer opgebouwd heeft. Hoe gemakkelijk had iemand anders in zijn plaats er niet toe kunnen komen zich te vergenoegen met de toepassing van de fasenregel zelf. Ook zo zou de fasenleer al een gewichtig hulpmiddel geweest zijn bij de experimentele bepaling der heterogene evenwichten. De vaak uiterst langzame evenwichtsinstelling, waardoor er bijv. bij peritectische omzettingen lange tijd een of meer fasen „te veel” kunnen zijn, zou in gecompliceerde systemen tot een chaos leiden als men deze leidraad niet had.

Bakhuis Roozeboom heeft zich echter niet beperkt tot de minimaal nodige grondslagen, maar de zaak breed opgezet. Dit was ten dele het gevolg van de belangstelling van *van der Waals*; aan de andere kant wekte het brede thermodynamische verband, waarin *Roozeboom* de fasenleer opvatte, weer de interesse op van physici zowel als chemici. Naast *van der Waals* en *van 't Hoff* natuurlijk, hebben *Lorentz* en *Kamerlingh Onnes* ook bijdragen geleverd.

Hetzelfde geldt voor de mathematicus *Korteweg*, die zich interesseerde voor de theorie van de plooiën in vrije enthalpie-oppervlakken.

De school van *Bakhuis Roozeboom* trok zowel experimentatoren aan als theoretici (zoals *van Laar*) en de fasenleer groeide snel en wijdvertakt op. Hierbij traden niet direct praktische toepassingen op de voorgrond, maar wel algemeen belangrijke typische systemen.

In 1887 kon *Roozeboom* aan de hand van het s.g. van rhombische en monokliene zwavel, de smeltwarmte en de overgangswarmte, voorspellen dat bij hoge druk een tripelpunt rhombisch + monoklien + vloeistof aanwezig moest zijn. Bij nog hogere druk zou monokliene zwavel nooit stabiel kunnen zijn. Ook een tripelpunt tussen drie vaste modificaties van NH_4NO_3 bij hoge druk werd voorspeld. Beide tripelpunten werden ongeveer 10 jaar later door *Tammann* in Duitsland experimenteel gevonden. Het is duidelijk, dat dit resultaat sterk de aandacht trok.

De ontwikkeling van de fasenleer in een land met weinig bodemschatten en mede daardoor toenmaals weinig industriële toepassingsmogelijkheden, werd in het buitenland met zekere verbazing gevolgd. Vele resultaten waren praktisch van belang, maar van andere — bijv. de systematische behandeling van metastabiele en labiele evenwichten en van spinodalen — leek het nut imaginair. Zoals *Tammann* zei toen hij in 1923 de *Bakhuis Roozeboom*-medaille ontving: „Vielen schien es sich hier um allzu eingehende niederländische Kleinmalerei zu handeln.”

Intussen is de behandeling van de metastabiele evenwichten steeds meer ook van praktische betekenis gebleken. Hierbij behoeven wij niet alleen te denken aan de metastabiele evenwichten zelf (bijv. bij SiO_2 , silicaten, stalen) maar ook aan het opvallend vlakke verloop van sommige smeltlijnen in binaire systemen. *Roozeboom* en zijn school hebben aangetoond, dat dit in het algemeen gekoppeld is aan de nabijheid van een ontmenggebied in de vloeistof, en dat dit gebied meestal niet stabiel zal zijn, maar metastabiel en daardoor vaak niet experimenteel te bepalen.

Sinds een jaar of twintig is zelfs de spinodale (grens tussen metastabiele en labiele oplossingen) van direct belang geworden voor de theorie van de precipitatie uit oververzadigde mengkristallen (*Becker*, *Borelius*).

De heterogene evenwichten zijn van bijzonder grote betekenis voor de *vaste stoffen*. Industrieel gezien zal een heterogeen mengsel, waarin gasvormige en/of vloeibare fasen optreden, meestal met een bepaald stadium in een fabricageproces overeenkomen. Aangezien een conglomeraat van vaste fasen echter een star geheel vormt, is dit vaak het beoogde product zelf. Van vele legeringen is het heterogene karakter van groot belang of zelfs essentieel. Het feit dat men in de vaste toestand evenwichtsinstellingen zeer langzaam kan laten verlopen wordt ook dankbaar gebruikt voor het verkrijgen van praktisch nuttige of theoretisch interessante tussentoestanden, die slechts op submicroscopische schaal heterogeen zijn. Ook hierbij speelt het toestandsdiagram een beslissende rol.

De metaalkunde heeft zich pas door het werk van *Roozeboom* tot een tak van wetenschap kunnen ontwikkelen. In de leer der gesteenten (petrologie) spelen de fasendiagrammen net zo'n centrale rol als in de metaalkunde, al ligt hier het probleem natuurlijk anders. In het 50 jaar geleden te Washington gestichte Geofysisch Laboratorium van het Carnegie Instituut zijn dan ook heel wat systemen — vooral met silicaten — onderzocht. Tweemaal is de *Roozeboom*-medaille aan een petroloog van dit laboratorium toegekend: in 1939 aan *A. L. Day* en nu in 1954 aan *N. L. Bowen*. Ook op industrieel gebied (glas en keramiek) is hun werk van groot nut geweest.

Het is merkwaardig, dat in het boek van *P. Niggli*: „Das Magma und seine Produkte, I. Teil” na *Bowen* de meest geciteerde auteur *Smits* is. Dit is wel een duidelijk bewijs voor het belang van het systeem-type aether-antrachinon voor de petrologie (zie het voorgaande artikel van Prof. *Kruyt*). Recente onderzoeken op dit gebied in Delft (*Scheffer*, *Diepen*, *van Gunst*) openen de mogelijkheid tot industriële toepassing van superkritische gassen als oplosmiddel.

Op het gebied van de *allotropie* was het onderzoek van *Smits* en *Bokhorst* in 1914—1916 van groot gewicht. Hierdoor werd de continuïteit tussen gesmolten witte fosfor en onderkoelde gesmolten violette fosfor

*) Verbonden aan het Natuurkundig Laboratorium, N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven - Nederland.

bewezen; men heeft hier dus gewone monotropie. Dit was reeds door *Roozeboom* voorspeld, hoewel hij in zijn boek uitdrukkelijk de mogelijkheid opengelaten had, dat de verhouding tussen witte en violette fosfor geen gewone allotropie zou zijn, maar isomerie of polymerie (zoals bij cyaan-paracyaan). Het later vooral in Amsterdam en Delft onderzochte P_2O_5 vertoont ook geen „gewone” monotropie: de dampdruk van de metastabiele vorm bereikt waarden, die aanzienlijk hoger liggen dan de stabiele tripelpuntsdruk.

Tussen allotropie en isomerie is overigens een brug geslagen door de theorie der pseudo-systemen. Na *Aten* en *Kruyt* heeft vooral *Smits* zich hiermee bezig gehouden. De genoemde theorie — in haar algemeenste vorm — is niet alleen van betekenis voor notoir ingewikkelde stoffen als zwavel, fosfor, SO_3 , P_2O_5 e.d., maar ook voor helium en waterstof. In het laatste geval vormen para- en ortho-waterstof een pseudo-systeem en in theorieën over helium II spelen pseudo-componenten eveneens een rol.

Het terrein der ternaire systemen is door *Schreinemakers* en medewerkers grondig onderzocht. Van de experimentele resultaten zij hier slechts genoemd het vinden van enkele in een ternair kritisch punt eindigende ontmenggebieden in de vloeibare toestand, bijv. in het systeem water-phenol-aceton. Het voor het *Parkes*-proces belangrijke systeem Pb-Zn-Ag vertoont volgens een recent onderzoek van *Seith* en medewerkers eveneens dit verschijnsel. Het tot nu toe enige voorbeeld van een ternair kritisch punt in een vaste fase werd — eveneens in Duitsland — door *Raub* en *Engel* gevonden in Au-Ni-Cu.

Ook de theorie der ternaire systemen heeft veel aan *Schreinemakers* te danken. De kromming van een vrije-enthalpie-oppervlak in een bepaald punt wordt gekarakteriseerd door de indicatrix, die men krijgt door het oppervlak te snijden met een plat vlak evenwijdig aan (en vlak bij) het raakvlak aan het oppervlak. Van niet-kritische stabiele fasen is de indicatrix een ellips. *Schreinemakers* liet nu het volgende zien: Als men aan de indicatrix-ellips van een verzadigde (ternaire) oplossing een raaklijn trekt evenwijdig aan

de connode, dan geeft de rechte lijn door het raakpunt en het centrum van de ellips de richting aan van de oplosbaarheidskromme in het beschouwde concentratie-punt. Voor het snijpunt van twee oplosbaarheidskrommen (in een hoekpunt van een driefasen-driehoek) leidde *Schreinemakers* daaruit zijn bekende regel af: De metastabiele verleningen van de oplosbaarheidskrommen moeten óf allebei de driefasen-driehoek in lopen, of er (aan weerszijden) voor langs lopen; zie fig. 1. Deze regel is van groot belang bij het bepalen van ternaire systemen, te meer omdat daar het aantal experimenteel onderzochte mengsels vaak te wensen overlaat. Bovendien is, wetenschappelijk gezien, de regel zelf en de afleiding ervan bijzonder elegant.

De *quantitatief-thermodynamische* behandeling van binaire systemen is diepgaand door *van Laar* gedaan. Deze ontving, in 1929, de derde *Bakhuis Roozeboom*-medaille nadat de eerste, in 1916, aan *Schreinemakers* was toegekend. Van de vijf andere medailles is er slechts één toegekend aan iemand (*Bridgman*, in 1933), waarvan men wellicht zou kunnen zeggen, dat de fasenleer zijn hoofddomein was. De andere vier gingen naar metaalkundigen (*Tammann* 1923, *Hume Rothery* 1950) en petrologen (*Day* 1939, *Bowen* 1954).

Met dit voor ogen kan men de vraag stellen: Is de fasenleer een zodanig afgerond vak geworden, dat het nu alleen nog maar om toepassingen en catalogisering gaat?

In een zo bij uitstek op deductie gebaseerde tak van wetenschap moet men verwachten dat fundamenteel nieuwe gezichtspunten schaars zullen worden. Toch zullen er bij de snel toenemende belangstelling voor systemen met drie, vier en meer componenten — vooral met het oog op praktische toepassingen — nog wel genoeg resultaten gevonden worden, die ook fasentheoretisch interessant zijn. In samenwerking met andere takken van wetenschap heeft de fasenleer ongetwijfeld nog een belangrijke rol te spelen. Om te beginnen is van de meeste „bekende” systemen (zelfs binaire) het verloop van mengenthalpie en mengentropie nog niet bekend. Maar ook als de systemen thermodynamisch vastgelegd zouden zijn, dan zal men toch uiteindelijk willen begrijpen *waarom* de mengenthalpieën enz. (en dus ook het toestandsdiagram) zus en zo zijn en niet anders. Quantitatieve bepalingen van heterogene evenwichten en theorieën over samenwerking tussen atomen en moleculen zullen hierbij in nauwe samenwerking moeten treden. Een pionier op dit nog maar aan de randen betreden gebied is de Engelse metaalkundige *Hume-Rothery*, die vier jaar geleden de *Roozeboom*-medaille ontving.

Als schakel tussen de heterogene evenwichten en de niet-thermodynamische wetenschappen vervult de *thermodynamica* een essentiële functie, die niet altijd voldoende geapprecieerd wordt. Nog steeds worden zo nu en dan zelfs oplosbaarheden met elkaar vergeleken en verkeerd geïnterpreteerd, omdat de co-existerende fasen niet gelijk zijn en hun rol eenvoudig genegeerd wordt.

Tegenwoordig worden ternaire en quaternaire systemen steeds belangrijker voor de praktijk. Het reusachtige werk, verbonden aan het experimentele onderzoek van een quaternair stelsel, maakt het gewenst voorspellingen te kunnen doen aan de hand van gegevens betreffende de ternaire randsystemen.

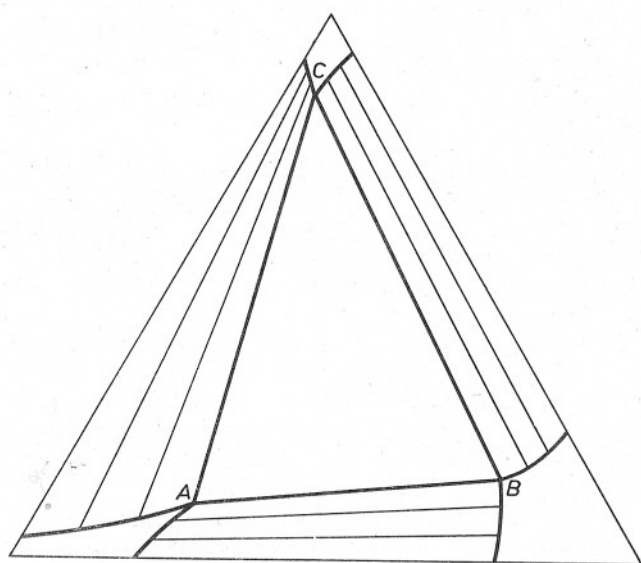


Fig. 1. Voorbeeld van ternaire doorsnee bij constante temperatuur en druk, ter illustratie van de regel van *Schreinemakers*. De in A, resp. B samenkomende oplosbaarheidslijnen geven de twee mogelijke gevallen weer. De bij C getekende situatie is onmogelijk.

Het zal waarschijnlijk meer en meer blijken, dat hier-voor de thermodynamica als nuttige leidraad kan dienen. Het met een vlotte hand grafisch completeren van een toestandsdiagram kan tot al te simplistische resultaten leiden. Dit is het eenvoudigst te demonstreren aan het geval van de retrograde soliduskrommen.

In fig. 2 is een typisch binair systeem getekend met beperkte mengbaarheid in de vaste toestand. De soliduslijnen AB en CD zijn vaak veel moeilijker te bepalen dan de liquiduslijnen AE en CE. Dikwijls zijn in zo'n geval bijv. van de kromme AB alleen de eindpunten A en B bekend. Vroeger werden deze dan maar rustig door een min of meer gekromd provisorisch stippellijntje verbonden, zoals in fig. 2

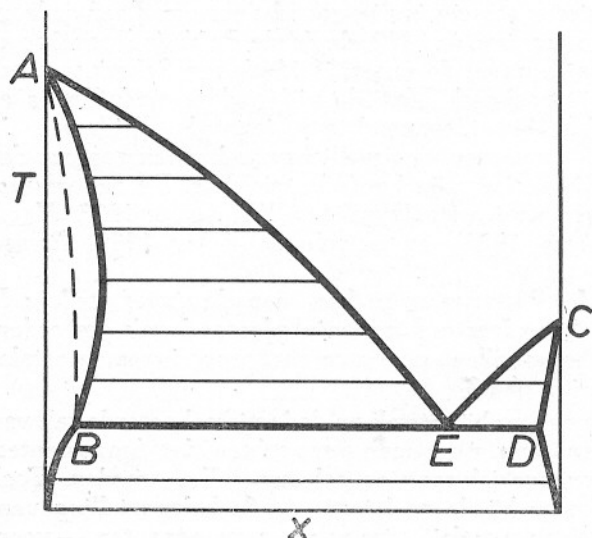


Fig. 2. Eutectisch systeem met een retrograde soliduslijn AB. De gestippelde lijn AB, en ook CD, stellen het „gewone” geval voor.

aangegeven. Onder de werkelijk experimenteel bepaalde soliduslijnen werd nu voor het eerst in 1926 er een gevonden (in Zn-Cd) die het getekende retrograde karakter had. (Men heeft hier dus mengkristallen die zowel bij verhitting als bij afkoeling partieel gaan smelten). Dit vond men uiterst vreemd. Zelfs toen na 1942 meer van dergelijke gevallen gevonden werden, beschouwden velen deze nog als buitenbeentjes. Toch had *van Laar* al in 1908 achter zijn bureau enkele retrograde soliduslijnen verkregen, toen hij een aantal toestandsdiagrammen berekende, uitgaande van verschillend gekozen enthalpie- en entropie-parameters. Thermodynamisch blijkt dus dat een maximum in de vaste oplosbaarheid boven de eutectische temperatuur heel normaal is. Onder overigens gelijke omstandigheden is het optreden ervan des te waarschijnlijker naarmate de vaste oplosbaarheid in punt B kleiner is.

Een quantitative thermodynamische analyse is natuurlijk eerst recht onmisbaar bij de berekening van sommige metastabiele oplosbaarheidslijnen en van spinodalen, die — zoals reeds eerder gezegd — van practisch belang kunnen zijn voor niet-evenwichtsverschijnselen.

Naast de hier aangeduide gezichtspunten zouden ongetwijfeld nog genoeg andere te noemen zijn op gebieden van de fasenleer, die schrijver dezes niet kan overzien. In elk geval is het wel duidelijk dat onze gevoelens van dankbaarheid jegens *Bakhuis Roozeboom* en zijn school niet getemperd behoeven te worden door het idee dat de fasenleer — juist grotendeels door hun prestaties — vrijwel afgerond zou zijn. De gestadige ontwikkeling van andere — meer op inductie gebaseerde — takken van wetenschap zal haar steeds nieuwe impulsen geven en omgekeerd.

Eindhoven.

Enige herinneringen uit de jaren 1896 tot Januari 1900 aan mijn leermeester Prof. Dr. H. W. Bakhuis Roozeboom

door D. J. Hissink.

92 (Bakhuis Roozeboom)

Na mijn candidaatsexamen scheikunde volgde ik de colleges over fasenleer van *Bakhuis Roozeboom* voor de kandidaten gedurende de cursussen 1896—1897 en 1897—1898. Deze colleges werden op Donderdag en Vrijdag van 11—12 uur gegeven, maar ze duurden gewoonlijk heel wat langer. Op de voorste bank zaten mijn vriend *Willem Reinders* en ik ijverig dictaat te maken. Dit was ook wel nodig, want de behandelde stof was geheel nieuw; een leerboek stond ons niet ter beschikking.

Het dictaat-maken viel soms niet mee, want *Bakhuis Roozeboom* sprak vol vuur en met grote snelheid. *Reinders* en ik kwamen dan ook de Donderdag- en Vrijdagavonden bij elkaar om de dictaten uit te werken. Wij deden dit dan tevens met de dictaten van de colleges van Prof. *van der Waals* over mechanische warmte-theorie, die Donderdag en Vrijdag van 9—10 uur gegeven werden, en waarover evenmin een leerboek bestond.

Deze dictaten zijn later door vele collega's bij de studie voor hun doctoraal-examen gebruikt.

Het waren heldere colleges, hoewel het toch ook menigmaal gebeurde, dat het bord vol met wiskundige formules met differentiaal- en integraal-tekens beschreven was, zodat het ons aanvankelijk wel wat schemerde. Gelukkig nam onze leermeester dan de doek en terwijl hij al die formules uitveegde, merkte hij dan op: „nu zullen we al die mathematische poespas maar aan de kapstok hangen”, waarna hij de moeilijkste zaken met zijn eigen woorden, zonder wiskunde, volkomen duidelijk uiteenzette.

Niettegenstaande zijn drukke werkzaamheden kwam hij gewoonlijk des morgens tussen 10 en 11 uur in ons kandidaten-lokaal. Op menig punt van ons werk gaf hij ons dan raad; maar dit bezoek ging ook dikwijls gepaard met gesprekken over allerlei andere onderwerpen.

Bij de komst van *Bakhuis Roozeboom* in September

1896 waren er twee assistenten, *Docters van Leeuwen* voor de kandidaten in het lokaal boven en *Ernst Cohen* beneden, voor de a.s. kandidaten, terwijl *Cohen* tevens de klassikale cursus voor de 1e jaars medici en filosofen leidde. In de zomer 1897 nam *Docters van Leeuwen* ontslag. Als assistent voor de kandidaten werd hij opgevolgd door *Cohen*. Het assistentschap beneden werd in tweeën gesplitst: *C. van Eijk* kreeg de kandidaten-afdeling, terwijl de leiding van de klassikale cursus aan mij werd opgedragen. Ook deze cursus, die de middaguren van 2—5 uur gehouden werd, werd vrij geregeld door *Bakhuis Roozeboom* bezocht.

Van 1893 af, toen ik als student aankwam, heb ik de kosten van mijn studie vrijwel geheel moeten verdienen. Mijn leermeester, die dit wist, heeft mij hierbij in menig opzicht gesteund; zo bijv. door mij in September 1897 boven oudere kandidaten tot assistent te benoemen. Trouwens, ook hij had destijds in Leiden een tijd van financiële zorgen gekend. Door repeteren met studenten heeft hij in zijn Leidse periode zijn zeker niet groot inkomen wat moeten verhogen. Wetende, dat dit ook met mij het geval was, vroeg hij mij eens, hoe het met de betaling van de lessen door de studenten in Amsterdam stond. Gelukkig had ik daarover geen klachten, wat bij hem in Leiden wel het geval was geweest.

In December 1898 deden *Reinders* en ik ons doctoraal-examen. Beiden vonden wij *Bakhuis Roozeboom* bereid als onze promotor op te treden. In Januari 1899 werd ons een lokaaltje ter beschikking gesteld, gelegen in het verlengde van het kandidaten-lokaal. Tegen de raamkant was een gewone houten schap aangebracht, die ik op een lengte van een goede vier meter schat. Loodrecht hierop stonden twee vrij smalle houten tafels, waarop gas- en waterleiding en een waterafvoer op primitieve wijze waren aangebracht. In de winter moet er ook nog een kachel gestaan hebben.

Als weegkamer moesten *Reinders* en ik van de weegkamer van de kandidaten gebruik maken. Na enige maanden deed *Adriani* doctoraal-examen en kwamen we in dit lokaaltje met zijn drieën te werken.

Als onderwerpen voor onze proefschriften werden stelsels van mengkristallen van twee anorganische zouten gekozen. Toen bij het bestuderen van mijn eerste onderwerp de volledige CT-lijn van het stelsel KNO_3 en NaNO_3 in hoofdzaak tot het reeds door *van Eijk* en *Cady* behandelde type bleek te behoren, is dit stelsel slechts in zoverre onderzocht als nodig was, om het optreden van mengkristallen te kunnen vaststellen.

Als tweede onderwerp werd daarna het stelsel natriumnitraat en zilvernitraat gekozen. Met grote belangstelling kwam *Bakhuis Roozeboom* iedere morgen, na zijn eerste college, naar de stand van mijn werk informeren. En groot was zijn vreugde, toen bleek, dat het smeltpunt van zilvernitraat door toevoeging van natriumnitraat werd verhoogd. Daarmee was een nieuw type aan zijn theorie toegevoegd.

Hij zette ons steeds tot grote spoed aan en stelde

zich daarbij op het standpunt, dat de studie niet te lang moest duren. Wij werkten dan ook hele dagen door.

Mijn laatste dilatometrische onderzoeken werden in de zomervacantie 1899 in het laboratorium beneden, tijdens de grote schoonmaak, verricht. En zo konden *Reinders* en ik dan ook reeds in 1899 promoveren: *Reinders* in September en ik in October.

Bakhuis Roozeboom was een streng gelovig mens; bij de opening van zijn colleges heeft hij menigmaal van deze opvatting getuigd. Hoewel hij wist, dat ik in dit opzicht niet met hem harmonieerde, heeft dit nooit enige invloed op zijn vriendschap voor mij gehad.

Ook in politiek opzicht liepen onze meningen uiteen. In het Amsterdamse Studentenleven staat de periode 1897—1901 als de Socialistische vloedgolf bekend. (Geschiedenis van het Amsterdams Studentenleven. Gedenkboek, Amsterdam 1932). De 26ste Maart 1898 werd, onder leiding van *Jacques Philips*, chem. doctorandus, het Socialistisch Leesgezelschap (S.L.) opgericht. *Bakhuis Roozeboom* wist, dat ik — na de dood van *Philips* in de zomer van 1898 — de leiding van deze vereniging op mij genomen had. Ook over deze vereniging en hare doelstellingen werd op het laboratorium menig debat met hem gevoerd.

Het was vooral op aansporing van S.L.-studenten, daarbij gesteund door *P. L. Tak*, dat *Frank van der Goes* een aanvraag tot B. en W. van Amsterdam richtte, om als privatdocent in de socialistische economie aan de Gemeentelijke Universiteit van Amsterdam te worden toegelaten. In Maart 1899 steunde het S.L. deze aanvraag met een studentenadres met 300 handtekeningen. Toen het verzoek van *van der Goes* bij de Senaat van de Universiteit om advies kwam en *Bakhuis Roozeboom* er dus ook in betrokken werd, had dit weer menig politiek debat met hem tengevolge. Ik herinner me nog, dat hij als zijn standpunt mededeelde, dat — als een dergelijke aanvraag bij de Vrije Universiteit was ingekomen — ze beslist afgewezen zou worden. Maar voor de Gemeentelijke Universiteit van Amsterdam zag hij voor afwijzing geen reden. Toch duurde het nog tot November 1899 vóór B. en W. eindelijk aan de aandrang toegaven, en *van der Goes* zijn colleges kon beginnen.

Ik heb reeds gezegd, dat ik een moeilijke studietijd, vooral gedurende de eerste drie jaren, van 1893—1896, heb gehad. De periode van September 1896 tot mijn vertrek naar de Plantentuin in Buitenzorg in Januari 1900, leeft echter nog steeds in mijn herinneringen voort als een van de gelukkigste van mijn leven. Dit heb ik ongetwijfeld voor een groot deel mede te danken aan de steun, die ik ondervond, van mijn drie hoogleraren: *Van der Waals*, *Lobry de Bruyn* en *Bakhuis Roozeboom*. En dit geldt vooral voor de laatste. Ik heb *Bakhuis Roozeboom* in alle opzichten leren waarderen. In gedachten ben ik hem nog steeds dankbaar voor alles, wat ik, ook in ander dan wetenschappelijk opzicht, van hem mocht ondervinden.

Haren (Gr.), Juni 1954.

Enkele persoonlijke herinneringen aan Bakhuis Roozeboom uit mijn Amsterdamse tijd. (1898-1907).

Nu al bijna 48 jaar geleden heerste er ontsteltenis en diepe verslagenheid onder ons, leerlingen en assistenten van *Bakhuis Roozeboom*, toen 's morgens op het laboratorium op de Korte Prinsengracht de noodlottige tijding bekend werd van het zo onverwacht overlijden, na een heel korte ziekte, van onze vereerde leermeester en vaderlijke vriend.

Zijn voortreffelijke colleges, zijn grote gaven van geest hielden ons steeds geboeid. En niet minder deed dat zijn bezielend enthousiasme, bij besprekingen over werkzaamheden en problemen, dat ons in spanning hield voor de onderzoeken die te verrichten en de vraagstukken die op te lossen waren. Met eerbied zagen wij op tegen deze man, die om zijn rechtschapenheid, zijn meevoelend karakter en beminnelijkheid algemeen geacht werd.

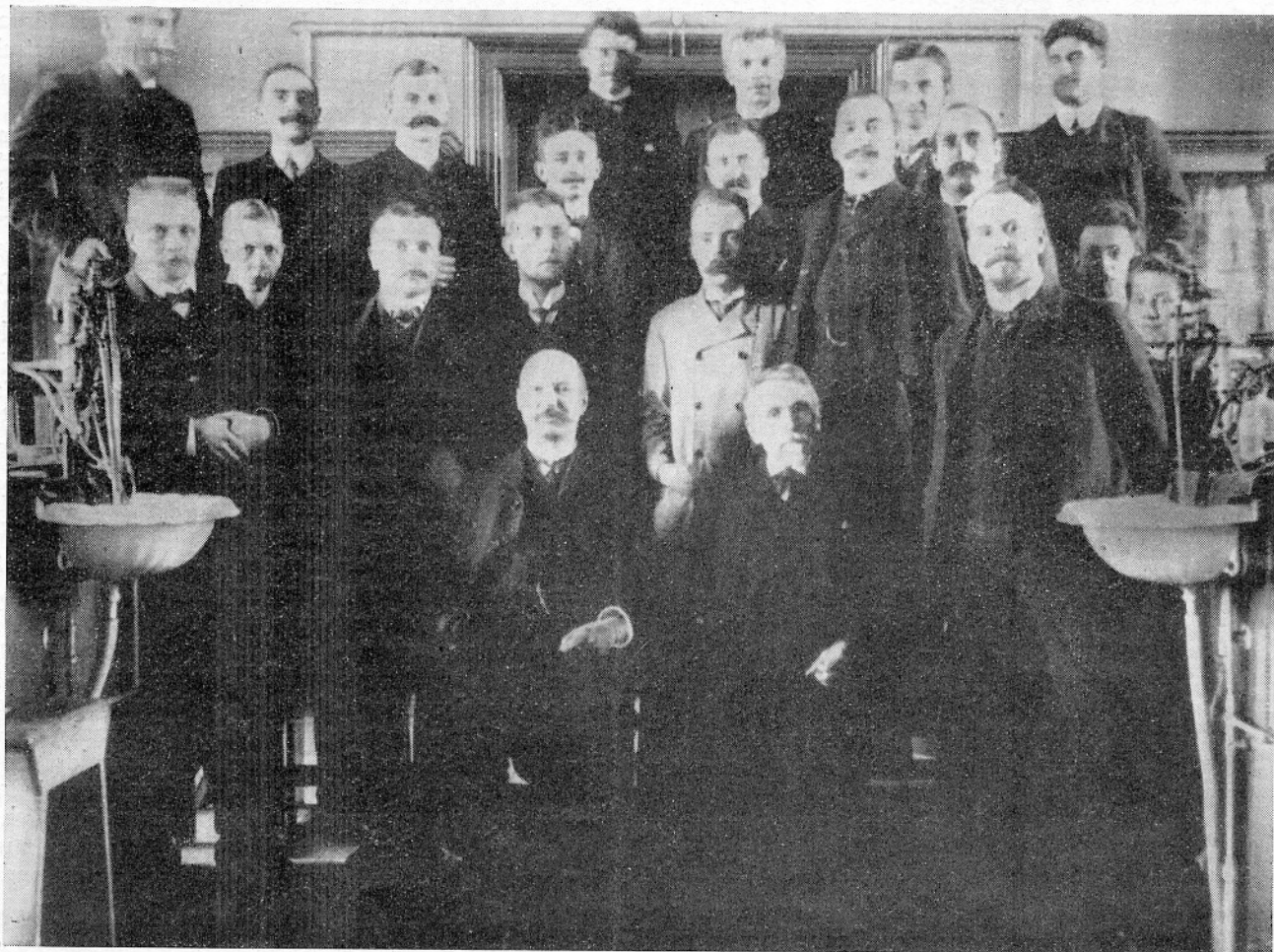
Een sterke band was ontstaan tussen hemzelf, zijn leerlingen en naaste medewerkers.

Was het te begrijpen dat zijn plotseling verscheiden als een wrede ontgoocheling gevoeld werd.

Zwaar getroffen werd zijn gezin, dat zozeer zijn steun behoefde, ook omdat ziekte daar zorgen baarde. Weggerukt werd hij uit de vertrouwde omgeving van het laboratorium dat hij beheerde. Ontijdig ontviel hij als hoogleraar voor de anorganische scheikunde aan de faculteit der wis- en natuurkunde, tot welker roem hij, tezamen met geleerden als *van der Waals*, *Hugo de Vries* en *Zeeman*, niet weinig bijdroeg.

Het was te meer tragisch dat zijn heengaan kwam op een ogenblik, dat het vooruitzicht bestond dat hij zijn vleugels wijder zou kunnen uitslaan. Want begrip voor zijn betekenis als geleerde van internationale naam begon nu ook door te dringen tot de Amsterdamse autoriteiten, die het voor de academische instellingen beschikbare budget vaststellen. Hij was het immers aan wien de opbouw en verdere ontwikkeling van het deel der chemie, dat als „phasenleer” bekend staat, te danken is.

Niet alleen door Nederlandse vakgenoten werd hij allang als eerste vertegenwoordiger van die leer erkend,



J. Olie. Jr.	G. U. Leopold.	J. E. van den Arnd.	F. E. C. Scheffer.	H. R. Kruyt.	P. H. van Ginneken.
C. H. Sluiter.	Eggink.	G. L. Voerman.	E. H. Büchner.	B. R. de Bruin.	A. Smits.
			Prof. Holleman.	Prof. Bakhuis Roozeboom.	E. A. F. Schoevers.
					Mej. Ada Prins.

Prof. Bakhuis Roozeboom en Prof. Holleman te midden van leerlingen en assistenten van Prof. Bakhuis Roozeboom in de werkzaal voor kandidaten. Amsterdam.

maar ook in het buitenland had hij een grote naam op dit gebied verworven. Herinneren wij ons alleen maar mannen als *Wilder D. Bancroft*, *Tamman*, *Findlay*, die de betekenis van *Roozeboom* als vooraanstaande figuur erkenden.

Helaas moest bij zijn overlijden het laatste in bewerking zijnde deel van zijn groot levenswerk, het leerboek over de fasenleer „Die heterogene Gleichgewichte”, onvoltooid blijven liggen.

Roozeboom had als hoogleraar aan de Amsterdamse Alma mater geen gemakkelijke jaren achter de rug. Voor zijn laboratorium met practica voor 100 à 150 eerstejaars studenten (natuurphilosophen en medici), een 30- à 40-tal candidandi, een 10 à 15 candidaten chemie en waar voorts ook werkgelegenheid moest bestaan voor een 10-tal doctorandi in de scheikunde, beschikte hij nl. over een jaarlijkse subsidie van slechts f 4000.—. Bovendien kwamen van tijd tot tijd buitenlandse gasten *Roozeboom* bezoeken en kortere of langere tijd op het laboratorium werken, wat veelal extra uitgaven meebracht.

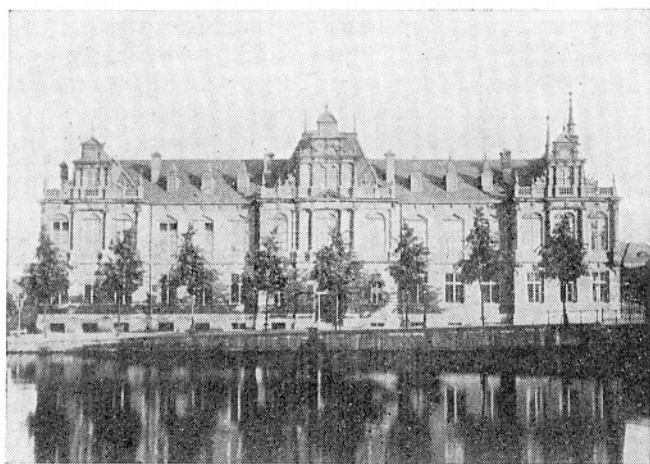


Fig. 2. Voorgevel van het laboratorium aan de Nieuwe Prinsengracht omstreeks 1905.

Ware het niet dat af en toe wel eens particuliere hulp of subsidie uit een fonds voor een bepaald belangrijk proefondervindelijk onderzoek kon worden verkregen, dan zou wegens tekort aan middelen het werk in hoofdzaak tot theoretische studies beperkt zijn gebleven. Enigszins kostbaar experimenteel onderzoek kon derhalve slechts op zeer bescheiden wijze plaats vinden.

Maar ondanks alles wist *Roozeboom* zich wonderwel in de omstandigheden te schikken, bleef hij steeds vol plannen en verwachtingen en verloor hij geen ogenblik zijn belangstelling voor zijn leerlingen en zijn docerende taak.

De vele beslommingen van financiële, administratieve en dergelijke aard, die op de hoogleraar-directeur van een laboratorium rusten, ten spijt, wist hij toch altijd nog gelegenheid te vinden om zich zelfs ook op het eerste jaars practicum van tijd tot tijd persoonlijk met de studenten en hun werk te bemoeien. Niet weinig droeg dit bij tot de goede geest onder de practicanten. De belangstelling voor het onderzoek dat zij onderhanden hadden werd er door gestimuleerd.

Verhelderend en bijzonder animerend waren de besprekingen die *Bakhuis Roozeboom* geregeld hield met de ouderejaars, die aan een bepaalde opdracht werkten. Zijn voldoening over verkregen goede resultaten

en merkwaardige bevindingen kon hij dan op geestdriftige wijze uiten. Dan werden de overige aanwezigen bijeen geroepen om zijn altijd interessante commentaar aan te horen.

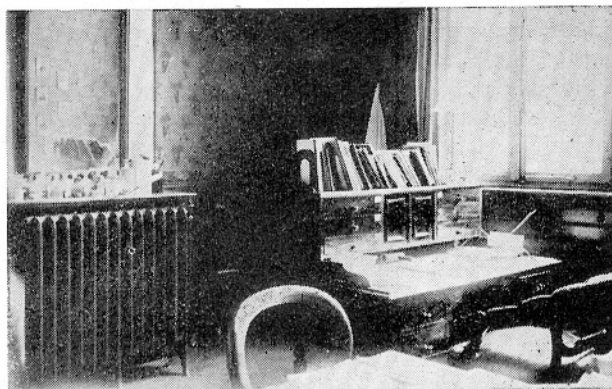


Fig. 3. Kamer van Prof. *Bakhuis Roozeboom* enkele dagen na diens overlijden.

Meermalen verzekerde *Roozeboom* mij dat, ofschoon het elementaire college een zware taak op zijn schouders legde, hij deze toch met liefde en opgewektheid vervulde. „Dit college”, zeide hij, „werkt op mij inspirerend, want doordat ik genoodzaakt word beginners met de scheikundige problemen vertrouwd te maken en ik er daarbij telkens opnieuw naar moet streven de zaken zo principieel en duidelijk mogelijk voor mijn hoorders te stellen, krijg ik zelf ook weer nieuwe ideeën en dring ik dieper in het wezen van de te bespreken problemen door”. Die altijd weer originele behandeling van zijn onderwerpen maakten zijn colleges juist zo fris en boeiend.

Af en toe gaf *Roozeboom* wel eens lucht aan een zekere ergernis over de karige wijze van subsidiëring van het onderzoek. Het voor dien tijd uiterlijk mooie en indrukwekkende gebouw, dat voor *van 't Hoff* gebouwd was, voldeed in verschillende opzichten maar zeer matig, voor wat de praktische indeling en voorziening in de behoeften van een chemisch laboratorium betreft, dat niet alleen voor het onderwijs, maar ook voor wetenschappelijk onderzoek bestemd was.

En dan moest ik van *Roozeboom* de klacht horen, „had men mij maar een schuur met de nodige instrumenten gegeven, dat zou mij liever geweest zijn”. Hij noemde dan voorbeelden van buitenlandse onderzoekers die, ondanks een zeer primitieve huisvesting, doch door een royale voorziening met de hulpmiddelen die voor het onderzoek nodig waren,

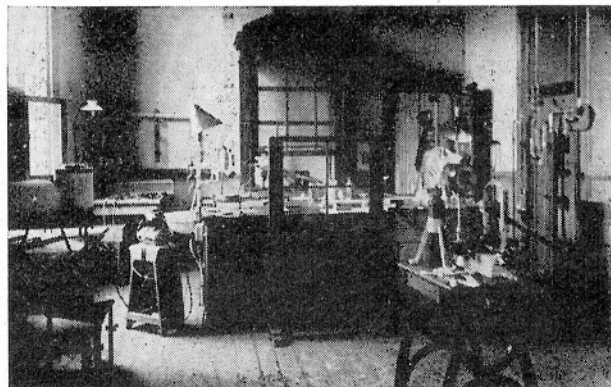


Fig. 4. Privé laboratorium van Prof. *Bakhuis Roozeboom* op de 1e verdieping. In de deuropening de concierge *van Deene*.

zeer belangrijke wetenschappelijke resultaten hebben weten te boeken. In zijn bescheidenheid zag hij over het hoofd, dat hij zelf met gebrekkige hulpmiddelen fundamenteel hoogst belangrijk werk had verricht. Hoeveel meer zou hij hebben kunnen bereiken als de omstandigheden hem gunstiger waren geweest!

Door zin voor humor en geestige opmerkingen waren zijn colleges steeds gekruid.

Tijdens de Boerenoorlog, een langzaam smeltproces besprekend, karakteriseert hij het verloop als volgt, „dat gaat druppeltje voor druppeltje, precies zoals de telegrammen uit Kaapstad aankomen”.

Bij een enigszins duistere moleculaire reactie merkt hij op: „In dat eerste molecuul, daar zit de aap in, maar welke aap, dat weten we niet.”

Bij een waarschuwing voor het ontketenen van een gevaarlijke endotherme reactie constateert hij glimlachend: „Door mijn bedreiging zie ik al enige beweging komen in de voorste gelederen.”

Vermakelijk was altijd de verhouding tussen *Claassen*, de college-amanuensis, die zichzelf geweldig voelde en meende dat hij af en toe *Bakhuis Roozeboom* bij het nemen van proeven moest corrigeren. Gemoedelijk maar raak was de wijze waarop *Roozeboom* zijn eigendunkelijke amanuensis dan op zijn plaats zette.

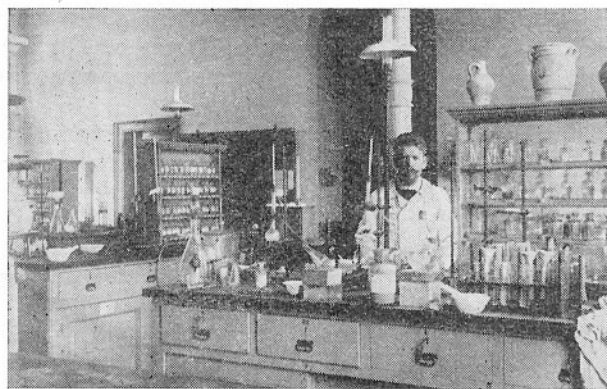


Fig. 6. Practicumzaal beneden, voor candidandi. Omstreeks 1905. J. Olie Jr., assistent.

de candidandi voor mijn rekening en nam *Jonker* mijn taak voor de eerstejaars over. Aanvankelijk stond ik nog op gereduceerd salaris omdat, als gevolg van de totaal onvoldoende subsidie een deel van het voor salarissen beschikbare bedrag voor dekking van onvermijdelijke kosten van laboratorium-exploitatie moest dienen. Maar zodra de omstandigheden het toelieten werd de normale toestand hersteld en kreeg ik het volgende met potlood op een kladpapiertje beschreven briefje:

Amice,

Hierbij f 175.— (mijn gereduceerd kwartaal-salaris, O.). Met ingang van 1 October wensch ik U in het genot van het volle salaris te stellen.

B. R.

Er waren bij het aanvaarden van mijn nieuwe taak grote moeilijkheden te overwinnen. Kort voor en tijdens de eerste jaren van mijn studietijd waren de assistenten voor het practicum candidandi, *van Eijk*, *Hissink*, *Steger* en *Aten*, elkaar in snel tempo opgevolgd, waardoor in die periode onvoldoende aandacht aan de materiële noden geschonken kon worden. Intussen was het aantal studenten aanmerkelijk toegenomen, zodat het uit de karige subsidie beschikbare bedrag voor onderhoud en aanvulling van de laboratorium-inventaris totaal onvoldoende was geworden.

Langzamerhand was een nijpend gebrek aan glaswerk, apparaten, onmisbare instrumenten, chemicaliën, enz., ontstaan. Van de gemeente was geen afdoende subsidieverhoging te verwachten, althans niet op korte termijn.

Bakhuis Roozeboom kwam diensengevolge in geldnood te zitten. Er moest spoedig ingegrepen worden, want uitstel kon niet lijden, wilden voor de nieuwe cursus de dringende verbeteringen tot stand komen.

Ik adviseerde om enerzijds staangelden van de practicanten te heffen en anderzijds met de leveranciers van de meest noodzakelijke laboratorium-artikelen een afbetalingsregeling te treffen teneinde voor het nieuwe cursusjaar tot een meer bevredigende toestand te geraken. Ofschoon schoorvoetend, want elegant was de oplossing inderdaad niet — het was zelfs enigszins de vraag of deze op eigen houtje te nemen maatregelen wel geoorloofd waren — stemde *Bakhuis Roozeboom* toe, want er was voor een spoedige verbetering van de toestand geen andere keus.

Zonder veel moeite gelukte het inderdaad om van de leveranciers een paar duizend gulden crediet te

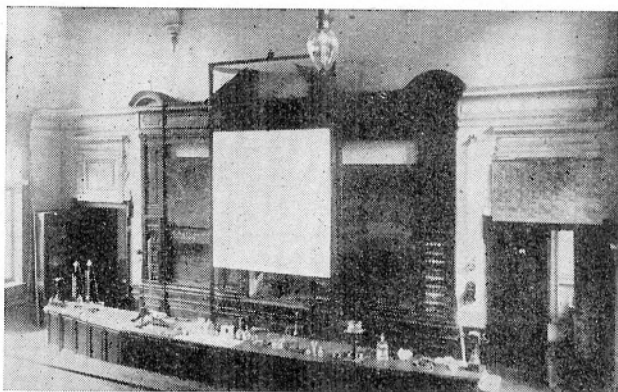


Fig. 5. De grote collegezaal omstreeks 1905.

Een domheid door *Claassen* begaan, die blijkbaar had zitten suffen, ontlokt *Bakhuis Roozeboom* de uitroep „Tandem dormitat bonus Homerus”! Als *Claassen* dan nog een eigenwijze opmerking meent te moeten maken, die hilariteit veroorzaakt, is het: „Dat zijn alle onbeduidende dingen waarvan het mij verheugt, dat U er zich over verheugt”.

De conciërge *van Deene* was een uitstekend glasblazer, maar een eigenlijke instrumentmakerij ontbrak. De beide zeer bejaarde laboratoriumbedienden, *Wehman* en *Jansen*, waren fysiek nauwelijks halve krachten. De laatste, tot wiens taak o.a. de verzorging van de etiketten van de reagensflesjes behoorde, kon nauwelijks schrijven, zodat bijv. door de practicanten, volgens de spelling van *Jansen*, op phosphorzuur gereageerd moest worden met (in hanepoten op het etiket vermeld) „Molibaabas amojak”.

Tenslotte was er nog een jongste-bediende-in-opleiding, waarvan wij wel enige verwachting voor de toekomst hadden. Maar daarmee was dan ook het ondergeschikte personeel geheel voltallig.

In 1902 benoemde *Roozeboom* mij tot assistent voor het eerstejaarspracticum als opvolger van *de Kock*. Na twee jaar dit practicum geleid te hebben kreeg ik

krijgen, tot grote geruststelling van *Bakhuis Roozeboom*.

Hoe moeilijk de situatie in vele opzichten was, werd wel gekenmerkt door het volgende.

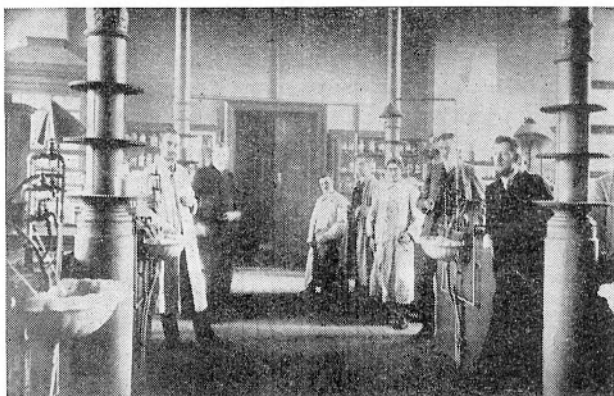


Fig. 7. Werkzaal voor kandidaten 1e verdieping omstreeks 1906.

Van links naar rechts: Quintus Bosz, Eggink, Vermeulen, T. van der Linden, de Leeuw, Caland, Buchner.

De aanvraag aan het gemeentebestuur van een dringend nodige kast voor het opbergen van chemicaliën, werd geweigerd. Wel kon merkwaardigerwijze reparatie van een oude kast worden toegestaan, waartoe het voldoende was, dat slechts een enkele bruikbare plank van die oude kast aanwezig was om daaromheen een geheel nieuwe te laten construeren. Van bureaucratie gesproken!

Als assistent werd ik nogal eens door vrienden aangeklampt, die iemand zochten om als „opponens publicus” bij hun promotie op te treden. De bedoeling was om een vooraf gereedgemaakte aanval op en verdediging van een bepaalde stelling te organiseren, opdat de promotor en eventueel de leden van de faculteit niet al te veel tijd zou overblijven voor geveerde kritiek. *Bakhuis Roozeboom* vatte die zaken echter altijd vrij gemoedelijk op en had geenszins de bedoeling het den promovendus bij zijn verdediging erg lastig te maken. En zo gebeurde het meermalen, dat *Bakhuis Roozeboom* mij vroeg, als er een promotie was, „ben je weer opponens?” En met een olijke uitdrukking in zijn stem, „denk erom, maak het niet te lang hoor, anders moet ik je „meo jure” interromperen”.

Een andere keer woonde ik een bespreking tussen *Bakhuis Roozeboom* en een a.s. promovendus bij, die nog enkele stellingen tekort kwam en hem om raad vroeg. „Weet je wat”, zei *Bakhuis Roozeboom*, „die en die had een poos geleden een mooie stelling, die je best kunt omkeren”!

Levendig was altijd de belangstelling van *Roozeboom* voor het welzijn van zijn discipelen geweest. Tegen het einde van hun studietijd kon hij zijn leerlingen, door zijn vele relaties en doordat hij steeds attent was op vacatures of toekomstige mogelijkheden, meestal een nuttige tip geven. Bij sollicitaties kon dan op zijn warme aanbeveling en steun gerekend worden.

Wij beschouwen het als een bijzonder voorrecht tot de leerlingen en medewerkers van *Bakhuis Roozeboom* te hebben mogen behoren en met grote dankbaarheid zullen ook zij ongetwijfeld de voortreffelijke leermeester en vaderlijke vriend steeds zijn blijven gedenken.

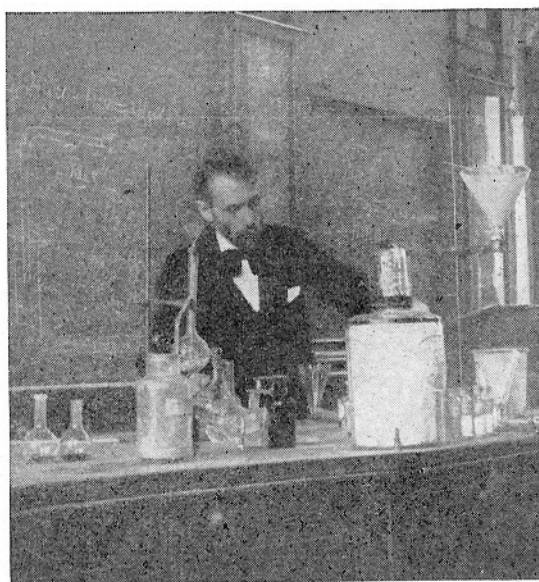


Fig. 8. *Bakhuis Roozeboom* aan de werktafel in de collegezaal.

J. Olie Jr.

Utrecht, Juli 1954.

Uitreiking *Bakhuis Roozeboom*-medaille.

Om de vier of vijf jaar wordt door de in 1911 opgerichte Stichting „*Bakhuis Roozeboom*-fonds” de gouden *Bakhuis Roozeboom*-medaille toegekend aan diegene, die daartoe wegens buitengewone wetenschappelijke verdiensten op het gebied der fasenleer het meest in aanmerking geacht wordt te komen. In 1916 werd deze medaille, van welke men hierbij een afbeelding aantreft, toegekend aan F. A. H. Schreinemakers te Leiden, in 1923 aan Gustav Tammann te Göttingen, in 1929 aan J. J. van Laar te Tavel sur Clarence, in 1933 aan P. W. Bridgman te Cambridge, in 1939 aan Arthur L. Day te Maryland (U.S.A.) en in 1950 aan W. Hume-Rothery te Oxford. Het Bestuur der Stichting besloot in dit jaar, het jaar waarin

de 100ste geboortedag van *Bakhuis Roozeboom* wordt herdacht, deze medaille toe te kennen aan Dr. Norman L. Bowen te Washington (U.S.A.).

Dr. Bowen, geboren in 1887, trad na zijn promotie (Ph.D.) aan het Massachusetts Institute of Technology in dienst van het Geophysical Laboratory of the Carnegie Institution of Washington, in welk laboratorium hij ook zijn promotie-onderwerp had bewerkt. Met slechts twee onderbrekingen is hij van zijn studietijd af tot zijn aftreden in 1952 aan dit laboratorium verbonden geweest. Hij was namelijk korte tijd hoogleraar in de mineralogie van Queen's University en voorts van 1937–1945 hoogleraar in petrologie aan de Universiteit van Chicago.



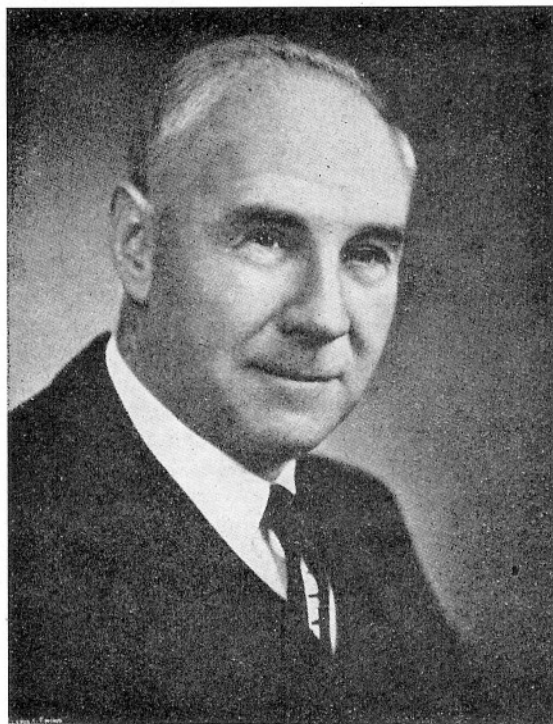
Hij vestigde reeds spoedig de aandacht op zich door zijn onderzoekingen op het gebied der phasen-evenwichten bij rotsvormende mineralen; vooral ook door een publicatie in 1915, getiteld: „The Later Stage of the Evolution of Igneous Rocks” verwierf hij zich voor goed een wereldnaam op zijn gebied.

In 1952, op 65-jarige leeftijd, nam hij officieel afscheid van het Geophysical Institute — hetgeen echter, naar wij menen te mogen aannemen, nog niet de definitieve afsluiting van het door hem aan het Instituut verrichte werk betekende — bij welke gelegenheid een speciaal „Bowen Volume” van het American Journal of Science verscheen, een boekwerk van niet minder dan 627 bladzijden, waartoe tal van collega's wetenschappelijke bijdragen hadden geleverd. Aan het voorwoord van dit huldigungsnummer zijn verschillende der hierboven vermelde bijzonderheden ontleend.

Zoals uit het bovenstaande reeds is op te maken, is Bowen's levenswerk geweest de toepassing van de phasenleer op de petrografie. Tal van silicaatsystemen zijn door hem aan een onderzoek onderworpen en de resultaten hiervan hebben hem gevoerd tot een rationele theorie der gesteentevorming.

Een meer uitvoerige belichting van zijn werk moet aan anderen, meer deskundig op dit gebied, worden overgelaten.

In verband met zijn gezondheidstoestand is het Dr. Bowen niet mogelijk op 30 October, de dag, waarop de Bakhuis Roozeboom-herdenkingsbijeenkomst in de Aula der Gemeente Universiteit van Amsterdam wordt gehouden, de hem toegekende medaille persoonlijk in ontvangst te nemen. De officiële bekendstelling der toekenning door de Voorzitter van de Afdeling Natuurkunde der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen en de uitreiking na een uiteenzetting van de redenen, die tot de toekenning hebben geleid, door Prof. Dr. J. M. Bijvoet, zullen dus, helaas, buiten zijn tegenwoordigheid moeten geschieden.



Norman L. Bowen

Catalogus van de Bakhuis Roozeboom Tentoonstelling

Het tentoongestelde is voornamelijk afkomstig uit het bezit van Mr. W. Bakhuis Roozeboom, de Bibliotheek der Geschiedenis der Natuurwetenschappen der Vrije Universiteit, het Rijksmuseum voor de Geschiedenis der Natuurwetenschappen te Leiden en het Dr. A. Kuyper-Archief te 's-Gravenhage.

1. Portret van Bakhuis Roozeboom op 23-jarige leeftijd (1877).
2. 3. Portretten H. W. Bakhuis Roozeboom, 24 October 1854—8 Februari 1907 en van zijn echtgenote Catherina Elisabeth Wins, 11 December 1856—31 Juli 1908.
4. „De vloek der slavernij” van H. Beecher-Stowe, vertaald door H. W. Bakhuis Roozeboom, uitg. Cohen (voor het eerst uitgekomen bij Versluis of Van der Sluis? in 1877).
5. Brief van Bakhuis Roozeboom aan J. Olthoff (hoofd der Chr. School te Krabbendam bij Alkmaar) 19 Febr. 1879, 4 pp. (zie vooral de laatste pag. over het assistentschap bij Prof. van Bemmelen).
6. Brief van Bakhuis Roozeboom aan Abraham Kuyper 19 April 1881, 3 pp. fotocopie, origineel in Kuyper-Archief No 2289). (biedt zich aan voor Vrije Universiteit, die juist opgericht was).
7. Brief van Bakhuis Roozeboom aan J. Olthoff 11 October 1881, 1 p. (kennisgeving van leraarsbenoeming).
8. Schrift met proeven van het college van J. M. van Bemmelen, geschreven door Bakhuis Roozeboom 1891.
9. Brief van Bakhuis Roozeboom aan Abraham Kuyper 26 Dec. 1895, 2 pp., fotocopie, origineel

- in het Kuyper-archief No. 5752 (over juist opgerichte Bond van Christelijke Natuur- en Geneeskundigen).
10. Dictaat van het college van *Bakhuis Roozeboom* 1896—1897, geschreven door *J. J. Blanksma*.
 11. Brief van *Bakhuis Roozeboom* aan Dr. *L. Bouman*, de eerste hoogleraar i/d Geneeskunde aan de V.U.; later aan de R.U. te Utrecht, 2 pp., 17 April 1904 (*Bakhuis Roozeboom* benoemd tot ondervoorzitter van de Christelijke Vereniging van Natuur- en Geneeskundigen. Archief Chr. Ver. Nat. en Geneesk.).
 12. Oratie op de dies natalis „De tegenwoordige stand van de problemen der chemie, 8 Jan. 1904”.
 13. Brief van *Bakhuis Roozeboom* aan Prof. Dr. *E. Cohen*, 3 pp., 28 Sept. 1904 (zie p. 2: Reactie van *Bakhuis Roozeboom* op de critiek op zijn rectoraatsrede; met *Cohen*: aantekening op p. 3).
 14. Verslag van de lotgevallen van de Universiteit, rede bij de overdracht van het Rectoraat 19 September 1904. *Bakhuis Roozeboom* pleit voor de gelijkstelling, ook bij het Hoger Onderwijs, en voor ruimere toelating van vreemdelingen tot de Universiteit. Naar aanleiding van de stijging van het percentage vrouwelijke studenten van 2.3 % in 1893/1894 tot 11.3 in 1903/1904 zegt *Bakhuis Roozeboom*: „Het wil mij voorkomen, dat die hoge getallen en hunne sterke toename wijzen op zeer ernstige storingen in den natuurlijke toestand onzer maatschappij”.
 15. Brief van *Bakhuis Roozeboom* aan *Kamerlingh Onnes* 1902.
 16. 3 briefkaarten van *Bakhuis Roozeboom* aan *Kamerlingh Onnes* 1902.
 17. 1 briefkaart aan *E. Dubois* 1900.
 18. Portret van *Bakhuis Roozeboom* en zijn gezin, Doorn 1903.
 19. Brief van *Bakhuis Roozeboom* aan Prof. Dr. *E. Cohen*, 3 pp., 31 Jan. 1907 (op p. 1 over de verkoudheid waarmee zijn laatste ziekte begon).
 20. Brief van *J. H. Bakhuis Roozeboom*, de oudste zoon, aan Prof. *van Bemmelen* over het ziekteverloop van *H. W. Bakhuis Roozeboom*.
 21. Brief van *Bakhuis Roozeboom* aan Prof. *P. van Romburgh* en Prof. *E. Cohen* 12 Sept. 1906 (?), 4 pp. (over het door deze twee heren geschreven boek, zie vooral p. 1).
 22. Portret *Bakhuis Roozeboom* achter de demonstratietafel in de Collegezaal van het Laboratorium voor anorganische scheikunde, Amsterdam (1897?).
 23. Portret van *Bakhuis Roozeboom* met leerlingen in de werkzaal voor kandidaten. Laboratorium voor anorganische scheikunde, Amsterdam (1896-1897?).
 24. Kamer van *Bakhuis Roozeboom* thuis.
 25. Kamer van *Bakhuis Roozeboom* in het Anorganisch Laboratorium, Amsterdam 10 Febr. 1907.
 26. Baret van *Bakhuis Roozeboom*.
 27. Overlijdensbericht *Bakhuis Roozeboom*.
 28. In memoriam *Propria Cures* 11 Febr. 1907.
 29. Oproep *Bakhuis-Roozeboomfonds*.
 30. Verguld koperen model der *Bakhuis Roozeboom*-medaille.
 31. Gemeenteblad van Amsterdam, met het besluit tot het noemen van een straat naar *Bakhuis Roozeboom*.
 32. Overdrukken Biographieën:
 - a. *E. Cohen*: *H. W. Bakhuis Roozeboom*.
 - b. *J. M. van Bemmelen*: Het leven en werken van *H. W. Bakhuis Roozeboom* in zijn Leidschen tijd.
 - c. *F. A. H. Schreinemakers*: *H. W. Bakhuis Roozeboom 1854-1907*.
 - d. *W. P. Jorissen* en *Ringer*: *H. W. Bakhuis Roozeboom 1854-1907*.
 - e. *J. Fokkens*: *H. W. Bakhuis Roozeboom*.
 - f. *A. F. Holleman*: *H. W. Bakhuis Roozeboom*, in memoriam. Rede, uitgesproken op 14 Februari 1907, bij de hervatting der colleges na zijn overlijden.
 33. P-T-X ruimtemodel van *Bakhuis Roozeboom*.
 34. Drie onderdelen van een dampspanningsapparaat (gebruikt door *Bakhuis Roozeboom*, zie *Rec. trav. chim.* 5, 351 (1886)).
 35. Glazen kraan voor een overdruk van enige atmosferen (gebroken); gebruikt door *Bakhuis Roozeboom*, zie *Rec. trav. chim.* 5, 351 (1886).
 36. Praeparaat van Astrakaniet gemaakt door *Bakhuis Roozeboom*, *Rec. trav. chim.* 6, 333 (1887).