

Citation:

E.J.W. Verwey, Levensbericht J.H. de Boer, in:
Jaarboek, 1971, Amsterdam, pp. 88-93

Levensbericht van

Jan Hendrik de Boer

(19 maart 1899 — 25 april 1971)

door E. J. W. Verwey

Een dag na zijn laatste bezoek aan de vergadering van de Afdeling Natuurkunde (waarvan hij een trouw en actief deelnemer was), en twee dagen na de uitreiking van de Gilles Holst medaille aan een van zijn oudste medewerkers (daarom voor hem ook een vreugdevolle dag), is J. H. de Boer door de dood overvallen.

Daarmee is een einde gekomen aan het leven van een man, die op zeer bijzondere wijze zijn stempel gedrukt heeft op de ontwikkeling van de anorganische en fysische chemie in ons land gedurende een periode van bijna 50 jaren.

De Boer werd in Ruinen (Dr.) geboren. Na een snelle gang door lagere school en het middelbare onderwijs te Assen, en de studie in de scheikunde te Groningen, met assistentschappen bij F. M. Jaeger en H. J. Backer, promoveerde hij op 25 april 1923 bij H. J. Backer op een proefschrift over de bereidingswijze en de fysische eigenschappen van α -sulfoboterzuur. In de enthousiaste werksfeer, die Backer als weinigen wist te scheppen, kwam daarmee een werkstuk tot stand, dat als eerste in een lange reeks van proefschriften over organische zwavelverbindingen het onderzoek in Backer's laboratorium sterk heeft beïnvloed. Karakteristiek is dan al de brede belangstelling van de jonge onderzoeker. Het fysisch-chemische denken is er sterk in vertegenwoordigd, aanmerkelijk meer dan, zeker toen, gebruikelijk in een organisch-chemische dissertatie.

In juni 1923, op 24-jarige leeftijd, begint dan De Boer zijn wetenschappelijke loopbaan als uiterst vruchtbaar en veelzijdig anorganicus en fysico-chemicus, wiens wetenschappelijke interesses en industriële verantwoordelijkheden een ondeelbare eenheid vormden. Deze industrieel-wetenschappelijke activiteit werd onderbroken door een periode van zeven jaren (1939—1946), toen De Boer in militaire dienst werd opgeroepen en verantwoordelijk werd voor de leiding en de opbouw van een laboratorium voor chemische Defensie vraagstukken, eerst in Nederland, na 14 mei 1940 opnieuw in Engeland, waar hij bovendien later door de Nederlandse Regering betrokken werd bij de organisatie van het z.g. Militair Gezag.

Van 1923-1939 was De Boer medewerker van het Natuurkundig Laboratorium van de N.V. Philips Gloeilampenfabrieken, te Eindhoven, van 1946-1950 bekleedde hij een leidende positie in de Unilever Research Organisatie in Engeland, van 1950-1962 een soortgelijke positie aan het Laboratorium van de Staatsmijnen in Limburg. Van 1946-1969 was hij bovendien buitengewoon hoogleraar in de scheikundige technologie te Delft. In de naoorlogse periode werd hij in toenemende mate betrokken in bestuurlijke functies, waaronder het voorzitter-



JAN HENDRIK DE BOER
(19 maart 1899 — 25 april 1971)

schap van de Wetenschappelijke Raad voor de Kernenergie en de Centrale Raad voor de Kernenergie.

Het is duidelijk, dat de gebieden, waarop De Boer's wetenschappelijke belangstelling zich richtte, in belangrijke mate bepaald werden door zijn omgeving. In de eerste periode, in Eindhoven, waren het de fundamentele chemische problemen van een zich snel uitbreidende en diversificerende elektrotechnische industrie, die uitgangspunten vormden voor zijn werk. Na de oorlog kwam hij in aanraking met de problemen van de chemische proces industrie: in aansluiting op zijn vroegere ervaringen was het daar het centrale probleem van de heterogene katalyse, dat hoofdthema werd van het onderzoek van hemzelf en zijn medewerkers (waaronder ook vele promovendi aan de T.H. te Delft).

In de Eindhovense periode is De Boer voor alles de all-round chemicus, die zich met grote vruchtbaarheid bewogen heeft op vele gebieden van de chemie. In de twintiger jaren was Holst tot de conclusie gekomen, dat een uitbreiding van de academische staf van het Natuurkundig Laboratorium (toen ongeveer 20 man) in chemische richting noodzakelijk was, omdat hij voorzag, dat de ontwikkeling van de elektrotechniek voor een belangrijk deel door het beschikbaar komen van nieuwe materialen bepaald zou worden. Anderhalf jaar voordat De Boer op het „Nat. Lab.” kwam was A. E. van Arkel daar al met zijn werk begonnen. Met de komst van De Boer startte een periode van intensieve samenwerking van deze twee chemici, die als bijproduct heeft opgeleverd het boek „Chemische Binding als Electrostatisch Verschijnsel” (Centrum Uitg. Mij, 1930), tevens vertaald in het Duits (1931) en uitgebreid in de Franse vertaling (1936). Voor mij als student was dit werk (een samenvatting en uitbreiding van eerst verschenen artikelen) een openbaring, omdat het aan het toenmalige chemische denken een geheel nieuw facet toevoegde. Het was een gedurfde poging het feitenmateriaal van de anorganische chemie, en tot op zekere hoogte ook van de organische chemie (in 't bijzonder waar het om intermoleculaire krachten ging), aanknopen bij werk van vooral Kossel en Debye, te ordenen en tot een samenhangend geheel te maken. Op dat ogenblik was de theorie van de chemische binding op de basis van de quantummechanica nog pas in zijn allereerste begin, en Van Arkel en De Boer toonden aan, dat de meer klassieke, electrostatische benadering in veel gevallen een semi-quantitatief inzicht verschaftte, dat op een breed gebied van de chemie kon worden toegepast. Door de toevoeging van een aantal quantummechanische verfijningen in de behandeling van afstotingskrachten en van der Waals-London krachten heeft deze benadering later nog weer een groter toepassingsgebied gekregen (L. Jansen). Ook op dit ogenblik mocht men hopen, dat een jongere generatie zich geroepen voelt het ingewikkelde geheel van moleculaire interacties in waterige systemen, b.v. in de biochemie, op een soortgelijke wijze van een fysisch ordeningsprincipe te voorzien.

Dit werk van Van Arkel en De Boer was volledig geënt op hun beider werkzaamheden op uiteenlopende gebieden van de anorganische en fysische chemie. De Boer's eigen werk bewoog zich o.a. op de scheiding van hafnium en zirkonium, op de bereiding van deze en andere metalen uit de IVe kolom van het periodiek systeem in zeer zuivere, ductiele vorm door dissociatie van hun vluchtige jodiden aan een hete draad (samen met zijn medewerker J. D. Fast), op de

eigenschappen van overgedampte zoutlaagjes, op de electronen-emissie aan grenslagen van allerlei aard, o.a. de foto-emissie van lagen bestaande uit geadsorbeerde alkaliatomen op een of andere onderlaag (op de basis van dit werk heeft zijn medewerker M. C. Teves later de beeld-versterker buis ontwikkeld), en de thermische emissie en adsorptieverschijnselen aan metaaloppervlakken. Een deel van dit werk inspireerde hem tot zijn bekende werk „Electron Emission and Adsorption Phenomena” (Cambridge, at the University Press, 1935).

Nadat in 1934 Van Arkel naar Leiden trok werd De Boer het centrum waaromheen zich het chemisch en fysisch-chemisch werk in het intussen sterk gegroeide „Nat. Lab.” groepeerde. In feite had hij toen de leiding over een groot aantal chemici en fysici, maar ondanks zijn sterk gestegen verantwoordelijkheden bleef zijn eigen wetenschappelijke activiteit groot. Door zijn stimulerende invloed op zijn medewerkers, maar ook en vooral door zijn eigen voorbeeld als wetenschappelijk vorser, bracht hij voor zijn directe omgeving (waartoe ik het voorrecht had sinds 1934 te behoren) de grondgedachte van Holst in daadwerkelijke praktijk: dat werk van goed wetenschappelijk niveau moet en kan samengaan met pionierend op praktische toepassing gericht onderzoek, dat deze twee kanten van een industrie-laboratorium elkander positief kunnen beïnvloeden en behoren te versterken.

Ik heb De Boer toen leren kennen als een onderzoeker, die de kunst verstond over een zeer breed gebied met een minimum aan middelen, maar een maximum aan kombinerend vermogen bij het gebruik daarvan, grote resultaten te boeken, als iemand, die altijd kans zag een tegenvaller met grote wendbaarheid van geest in een meevaller in enigszins andere richting om te zetten. Een nieuwsgierig vorser en uitvinder in één persoon verenigd. Uit de periode van 1923 tot 1939 getuigen hiervan ongeveer 150 wetenschappelijke publikaties en een even lange lijst van octrooiaanvragen, die (mede) zijn naam dragen. Als men deze lijsten doorneemt staat men verbaasd over het grote aantal onderwerpen dat De Boer heeft verkend en bewerkt.

Grondslag van zijn werk (de beide bovengenoemde boeken illustreren dit) was toen het denken in interatomaire of intermoleculaire wisselwerking. Geen voordracht van De Boer en geen gesprek met hem, of er verschenen één of meer potentiaalkrommen op het bord, aan de hand waarvan de verschijnselen kwalitatief of semi-kwantitatief geïnterpreteerd werden. Of het daarbij nu ging om een geadsorbeerd atoom op een onderlaag, of een atoom in een kristal, of de potentiële energie van een inter- of intramoleculaire wisselwerking, De Boer zag altijd kans een beeld te ontwerpen, waarin een multitude van feiten zo goed mogelijk paste. Theorie overigens, met geen grotere pretentie dan werkhypothese te zijn voor voortgezet onderzoek. Met evenveel gemak als waarmee hij onverwachte resultaten accepteerde en verwerkte, incorporeerde hij nieuwe theoretische concepten in zijn arsenaal.

Bij het verschijnen van zijn boek, in 1935, was onze kennis van de vaste stof nog in een pril stadium. Naar analogie van zijn ervaringen aan grensvlakken heeft De Boer in dit boek verschijnselen als halfgeleiding, photogeleiding, kleurcentra in alkali-halogeniden enz. getracht te interpreteren in termen van „inwendige oppervlakken” (Smekal's Lockerstellen). Kort daarna brak echter het inzicht

door, dat kristalfouten op atomaire schaal (interstitiëlen en vakatures), toen slechts bekend voor enkele kristalroosters (b.v. γ -Fe₂O₃), algemeen voorkwamen (Frenkel, Schottky). In zijn theorie voor de kleurcentra (1937), gepreciseerd door Mott (electron in een halogeen-ion vacature), was De Boer de eerste, die van dit nieuwe inzicht gebruik maakte, nog juist op tijd om in de Duitse vertaling van zijn boek „Electronen-emission und Adsorptionserscheinungen” (Ambrosius-verlag Leipzig, 1937), de betreffende hoofdstukken gedeeltelijk aan te passen.

We raken hier aan een ander karakteristiek aspect van het werk van De Boer, namelijk, dat het onderzoek op de vele gebieden, die hij aanraakte, vaak onderzoek was dat aan het begin stond van de ontwikkeling van heel nieuwe vakgebieden; een ontwikkeling, waarin zijn medewerkers dan later een belangrijk aandeel nemen.

In het bovengenoemde werk aan kleurcentra nam hij deel aan de eerste ontwikkeling van de vaste stof chemie, in het bijzonder de defektchemie. In hetzelfde pionierende vlak ligt het werk van De Boer en Fast op het gebied van gassen in metalen (gebaseerd o.a. op zirkonium als „getterende” (gasbindende) stof), en van De Boer en Hamaker over de Van der Waals-London attractie tussen deeltjes in suspensies en kolloïdale oplossingen (voorloper van latere theorieën over de stabiliteit van kolloïdale systemen).

In 1940, ongeveer ten tijde van zijn overhaaste vertrek naar Engeland, werd De Boer benoemd tot lid van onze Akademie.

In de jaren 1939-1946 is De Boer grotendeels in beslag genomen door organisatorische problematiek. Wel ligt het voor de hand te veronderstellen, dat een deel van de vraagstukken waarmee hij in het kader van de chemische defensie (bescherming tegen oorlogsgassen) in aanraking kwam, zijn belangstelling voor grenslaagverschijnselen en adsorptie slechts konden versterken.

Het is begrijpelijk, dat, toen hij na 1946 opnieuw de gelegenheid kreeg zelf wetenschappelijk werkzaam te zijn en leiding te geven aan anderen, in het kader van de chemische proces-industrie en in dat van zijn buitengewoon hoogleraarschap te Delft, hij zich vooral aangetrokken voelde tot het toen nog zeer weinig begrepen verschijnsel van de heterogene katalyse. Van zijn grote wetenschappelijke productiviteit in deze nieuwe periode getuigen wederom ongeveer 150 publikaties.

In tegenstelling tot de besproken vooroorlogse periode, die ik gedeeltelijk van zeer dichtbij heb kunnen meemaken, is het volgen van De Boer's wetenschappelijke activiteit na de oorlog voor mij een waarnemen op afstand geweest. Wat van die afstand bezien in de eerste plaats opvalt is wat De Boer van het buitengewoon hoogleraarschap gemaakt heeft. Hoewel hij in zijn Engelse tijd meestal slechts éénmaal per maand naar Delft kwam (hij combineerde dat met de vergaderingen van onze afdeling Natuurkunde), en in de Limburgse periode aanvankelijk maar éénmaal in de veertien dagen, en hij later steeds meer betrokken werd in organisatorische functies, heeft De Boer kans gezien in Delft een groot aantal leerlingen om zich te verzamelen. De mate, waarin hij school heeft weten te maken, blijkt in de eerste plaats uit het grote aantal dissertaties, dat onder zijn leiding tot stand kwam (26 promoties, daarnaast nog 3 promovendi, die bijna klaar zijn). Het blijkt bovendien uit het boekwerk, dat zijn leerlingen hem bij

zijn afscheid als hoogleraar hebben aangeboden (*Physical and Chemical Aspects of Adsorbents and Catalysts*, ed. by B. G. Linsen, Academic Press, 1970), dat geheel gewijd is aan onderwerpen, die in zijn Delftse periode zijn aangepakt.

Wat in de tweede plaats opvalt is de grote flexibiliteit die De Boer ten toon spreidt in het hanteren van zijn oude ervaringen op dit nieuwe gebied van de heterogene katalyse; hij aarzelt daarbij niet een geheel nieuwe denkwereld, vroeger niet of nauwelijks door hem betreden (covalentie, het entropie-begrip) in zijn werk te betrekken. Het bovengenoemde boek van 1935 is voor velen, die zich na de oorlog in de heterogene katalyse wilden verdiepen, een soort van bijbel geweest op het gebied van de adsorptie. Blijkbaar, omdat het zo duidelijk uitgaat van de gedachte, dat de krachten, die bij adsorptieverschijnselen een rol spelen, in wezen dezelfde krachten zijn als bij allerlei soorten van chemische binding. Dit ondanks het feit, dat het woord katalyse in het hele boek niet voorkomt, en ondanks het feit dat het krachtenspel bij de eerder door De Boer bestudeerde verschijnselen nog grotendeels begrepen kan worden met het klassieke model van wisselwerking tussen ladingen en permanente of geïnduceerde dipolen aan de ene kant en afstotende krachten volgens de Born benadering anderzijds. In het laboratorium van de Staatsmijnen werd De Boer onmiddellijk betrokken, als wetenschappelijk geweten en stimulator, bij de krachtsinspanning om het mechanisme van de ammoniak-synthese te ontrafelen, en de superieure kwaliteiten van ijzer als katalysator bij deze reactie te begrijpen. Het blijkt een probleem, dat een subtiele discussie van de bindingskracht voor alle deelnemende molekulen en atomen vereist, waarbij het model van de covalente binding niet ontbeerd kan worden. Het blijkt ook een probleem, waarin de mobiliteit van geadsorbeerde complexen een grote rol speelt. Niet alleen energie-verschillen, maar ook entropie-verschillen zijn dan belangrijk. Een heel nieuwe wijze van denken manifesteert zich in dit werk, waarin potentiaalkrommen op de achtergrond raken en vervangen worden door partitiefuncties. Een discussie van energie- en entropie-verschillen bepaalt het geheel van verschijnselen.

In aansluiting op deze studies van De Boer en zijn medewerkers aan het laboratorium van de Staatsmijnen richt hij zich, in hoofdzaak met zijn Delftse groep, op een ander aspect van de heterogene katalyse: de textuur van katalysatoren en katalysator-dragermaterialen. Voor de werking van een poreuze katalysator met een groot actief oppervlak is het komen en gaan van de reagentia en reactieproducten door de kanalen en gangen essentieel, en dit leidde hem tot een uitvoerige studie van de poriënstructuur van dit soort materialen, waarbij de studie van Van der Waals adsorptie en kapillair condensatie een machtig hulpmiddel bleken om deze poriënstructuren te karakteriseren. Veel van dit werk vindt een prachtige samenvatting in het boek, dat hem bij zijn afscheid in Delft is aangeboden.

Een samenvatting van De Boer's nieuwe ideeën-wereld over adsorptie, dat als grondslag gediend heeft voor veel werk op het gebied van de heterogene katalyse, is neergelegd in zijn boek „*The dynamical character of adsorption*” (Clarendon Press, Oxford, 1953). Dit boek, vrucht vooral van zijn Engelse periode (het was in conceptie grotendeels gereed in 1950), is tevens een treffende illustratie van het dynamische karakter van J. H. de Boer, als hierboven aangeduid.

De ontwikkeling in zijn benadering van het fenomeen heterogene katalyse treft men op een zeer boeiende wijze gedemonstreerd in zijn algemene voordrachten op congressen. Bij de inleidende voordracht voor het eerste Nederlandse Congres op dit gebied (Chemisch Weekblad, 47, 1951) vindt men de werktuigen uit het oudere werk nog expliciet gebruikt, de potentiaalkrommen bijvoorbeeld, maar daarnaast ook de beschrijving van de adsorptieve toestand als intermediaire chemische verbinding. In de inleidende voordracht van het Congres „The Mechanism of Heterogeneous Catalysis” (Elsevier Monograph 1959) komt de beschrijving van deze adsorptieve toestand in de terminologie van de statistische thermodynamica volledig tot zijn recht en wordt ook de „Theory of absolute rate equations” geïntroduceerd. De Sixth Leverhulme Memorial Lecture, Catalysis in Industry (Chemistry and Industry, 1959) legt de verbanden met de praktijk waarbij transportverschijnselen hun rol gaan krijgen en op dit aspect wordt nog eens de nadruk gelegd in zijn inleidende voordracht voor het 3rd International Congress on Catalysis, Amsterdam 1964 (North Holland Publishing Co. 1965). Hier is de relatie tot het Delftse werk zeer duidelijk aanwezig.

Dank zij een grote beweeglijkheid van geest en een enorme werkkraft heeft De Boer in een leven van uitzonderlijke produktiviteit op wetenschappelijk gebied zich ontwikkeld tot een van de meest inventieve en dynamische chemici van zijn generatie. Zijn oud-medewerkers en leerlingen zullen daar in dankbaarheid aan toevoegen, dat hij een even indrukwekkende produktiviteit heeft gemanifesteerd in het overdragen van zijn rijke ervaring en kennis aan een jongere generatie.