

*Citation:*

J.Th.G. Overbeek, Levensbericht H.G. Bungenberg de Jong, in:  
Jaarboek, 1977, Amsterdam, pp. 158-163

Levensbericht van

## Hendrik Gerard Bungenberg de Jong

(27 mei 1893 – 7 mei 1977)

door J. Th. G. Overbeek

In 1929 verscheen in de Proceedings van deze Akademie een voorlopige mededeling van H. G. Bungenberg de Jong en H. R. Kruyt, getiteld: Coacervation (Partial miscibility in colloid systems). Hierin werd een 12-tal groepen van experimenten beschreven, waarbij oplossingen van lyofiele colloïden zich in twee vloeibare fasen ontmengen. Reeds in deze eerste mededeling worden uiteenlopende lyofiele colloïden (wij zouden die stoffen nu polyelektrolyten noemen) als voorbeelden gekozen, zoals: eiwitten, polypeptiden, arabische gom, agar-agar, vier mucoiden (slijmstoffen) en een nucleïnezuur. Daarbij wordt met nadruk op de mogelijke betekenis van de coacervatie voor de biologie gewezen. Deze publikatie markeert het begin van een lange reeks studies door Bungenberg de Jong en zijn medewerkers over de coacervatie. Zonder twijfel ligt in het werk op dit gebied zijn grootste en blijvende wetenschappelijke verdienste.

Zo'n onderzoek kwam natuurlijk niet uit de lucht vallen. In zekere zin was Bungenberg de Jong door zijn aard, zijn opleiding en zijn eerdere studies voor dit onderzoek voorbestemd.

In de feestbundel, die hem in 1951, toen hij 25 jaar hoogleraar in Leiden was, werd aangeboden, beschrijft H. R. Kruyt hoe H. G. de Jong (toen nog geen Bungenberg de Jong) in 1916 als kandidaat in de biologie bij hem kwam met de mededeling dat hij overwoog om van studierichting te veranderen, omdat naar zijn gevoelen de biologie in die tijd aan exactheid tekort kwam. In 1919 deed hij toen doctoraalexamen in de chemie, in 1920 werd hij bij Kruyt assistent en in 1921 promoveerde hij cum laude op een proefschrift over: Het agarsol; Bijdrage tot de kennis van den emulsoiden toestand.

De keus van het onderwerp en de gang van het onderzoek zijn merkwaardig genoeg om er iets van te vermelden. Kruyt zocht naar een eenvoudig model om er de gerichte diffusie door een biologische membraan aan te bestuderen en kwam met De Jong tot de conclusie, dat een agargel hier wellicht goede kansen bood. Maar daarbij was wel enig vooronderzoek over het agarsol en -gel als zodanig nodig. De Jong pakte dit vooronderzoek zo grondig aan, dat het uitgroeide tot het eerste Utrechtse onderzoek over lyofiele colloïden, en hij legde er de grondslag in voor het begrijpen van de stabiliteit van hun oplossingen. Het toen verworven inzicht geldt nog steeds, zij het dat wij tegenwoordig sommige aspecten in een andere terminologie inkleden.

Toen De Jong met zijn onderzoek begon, was het bekend dat er twee soorten van colloïden zijn, lyofobe en lyofiele, beide gekenmerkt door het bestaan van



HENDRIK GERARD BUNGENBERG DE JONG

(27 mei 1893 – 7 mei 1977)

stabiele suspensies van tamelijk grote deeltjes (veel groter dan wat men in die tijd als moleculen beschouwde) in water of in andere vloeistoffen.

De lyofobe solen zijn suspensies van onoplosbare stoffen, zoals: olie, goud, arseentrisulfide, zilverbromide, die slechts langs omwegen, „met kunst- en vliegwerk”, te bereiden zijn. Hun stabiliteit staat en valt met de elektrische lading der deeltjes.

Lyofiele solen daarentegen ontstaan „vanzelf” als men colloïd en oplosmiddel samenbrengt. Het was De Jong's inspirerend onderzoek, dat tot de conclusie voerde dat de lyofiele deeltjes toch ook vaak, maar niet onder alle omstandigheden een lading dragen, en dat die lading evenals bij de lyofobe deeltjes tot hun stabiliteit bijdraagt, maar dat daarnaast een tweede stabiliteitsfactor optreedt, die hij hydratatie (algemener: solvatatie) noemde en die wij nu als ware oplosbaarheid beschrijven. Het spel met die twee stabiliteitsfactoren loopt als een rode draad door heel zijn wetenschappelijk oeuvre heen en het is bijzonder opvallend in de studies over coacervatie.

Trouwens ook al in een onderzoek over looien en tanen, dat hij parallel aan het werk voor zijn proefschrift deed als assistent bij het Nederlandse Visserij Proefstation, toonde hij aan dat tannine en andere looistoffen hun werk doen door de stabiliteitsfactor hydratatie weg te nemen.

Hij bleef na zijn promotie nog tot 1923 in Utrecht, werd toen medewerker aan het Natuurkundig Laboratorium van Philips, maar ging reeds een jaar later over naar de Hollandsche Kunstzijde Industrie te Breda, om daar het research-laboratorium op te zetten. Zijn inzicht in het gedrag van lyofiele colloïden kwam natuurlijk bij het onderzoek van cellulose en viscose bijzonder van pas.

In 1926 werd hij eerste bezetter van de nieuwe leerstoel voor medische chemie te Leiden en daar is hij tot zijn emeritaat in 1961 gebleven. In 1942 werd hij tot Akademielid verkozen. De koninklijke bekrachtiging volgde in 1945.

In Leiden komt al spoedig het in de inleiding van dit levensbericht genoemde werk over coacervatie op gang. Dat hij met zijn medewerkers de lyofiele colloïden en de coacervatie zo diepgaand heeft kunnen onderzoeken, is voor een niet gering deel te danken aan zijn bijzondere gave om met heel eenvoudige handproefjes de essentie van een nieuw idee te toetsen en er het eigenlijke onderzoek mee voor te bereiden. Tot laat in zijn wetenschappelijk actieve leven heeft hij dan ook zelf op deze wijze aan de experimenten meegedaan. Trouwens het overgrote deel van zijn onderzoekingen is met eenvoudige technieken verricht. Ontmenging werd gevolgd met een simpele troebelingsmeter en met het aflezen van de volumina der twee vloeibare fasen. Lading werd bepaald door microscopische waarneming van de verplaatsing der deeltjes in een elektrisch veld („elektroforese”), zelfs van niet met het microscoop zichtbare deeltjes, want hij had gevonden dat die bijna steeds met behoud van hun elektroforetische eigenschappen geadsorbeerd kunnen worden op grotere, wél zichtbare, deeltjes, zoals oliedruppels, kwartspoeder of „Vim-mineraal”. Met simpele, maar wel nauwkeurige metingen vond hij een grote invloed van kleine hoeveelheden elektrolyt op de viscositeit van lyofiele solen, en dank zij een op Einstein en von Smoluchowski teruggaande interpretatie haalde hij uit die viscositeitsmetingen informatie zowel over de lading („het elektroviskeuze effect”) als over de hydratatie (wij zeggen nu ontvouwing of opzwellings der moleculen).

Hij deed veel microscopische waarnemingen aan coacervaatdruppels: hij bekeek hun vorming en groei en vooral ook hun gedrag in een elektrisch veld. Hier herkent men de bioloog, die eer dan de chemicus naar het microscoop als eerste waarnemingsinstrument grijpt. De reeds eerder genoemde voorlopige mededeling over coacervatie wordt, bij voorbeeld, door zeer verhelderende microfoto's geïllustreerd.

Tot welke inzichten heeft dat onderzoek nu geleid? Het blijkt dat het gedrag van lyofiele colloïden in hoge mate bepaald is door hun hydratatie (hun oplosbaarheid), en door hun lading per massa-eenheid, d.i. door hun equivalent-gewicht. De hydratatie is te verlagen door het toevoegen van organische oplosmiddelen zoals alcohol of aceton, door grote concentraties van zouten en door looistoffen. De lading is te verlagen met kleine concentraties van zouten, waarbij vooral de valentie, maar ook de specifieke aard der ionen van belang blijkt te zijn. Hij vindt daarbij een duidelijke parallel met het ook in de biologie bekende calcium-natrium antagonisme. Wanneer lading en hydratatie geheel weggenomen zijn, slaat het lyofiele colloïd droog neer, maar is er voldoende hydratatie (oplosbaarheid dus) over, dan is het neerslag een vloeibaar coacervaat. Dat ten dele wegemen van de hydratatie kan ook gebeuren door het bij elkaar brengen van een positief geladen en een negatief geladen colloïd, waarbij een „complex-coacervaat” ontstaat. Een voor de bioloog bijzonder intrigerend voorbeeld hiervan is wel de combinatie van een negatief geladen nucleïnezuur en een positief geladen eiwit van het type histon of protamine, dezelfde combinatie die ook in chromosomen voorkomt.

De mogelijkheid van biologische toepassingen werd nog geaccentueerd toen Bungenberg de Jong ook de fosfatiden, die zulke essentiële bestanddelen van de celmembranen zijn, in zijn werk betrok. Fosfatiden zijn zelf wel niet van colloïde afmeting, maar zij vormen in suspensie wel colloïde aggregaten, en daarop blijkt de gedachtengang van de coacervatie weer goed te passen. Met eiwitten worden complexen gevormd. De coacervatie wordt bevorderd of tegengegaan door allerlei amfipolaire organische stoffen, waaronder ook plantengroeistoffen. En ruim voordat dat inzicht in andere takken van de colloïdchemie gemeengoed wordt, hanteert Bungenberg de Jong reeds het begrip hydrofiel-lipofiel-balans.

Bij dit algemene en zo vruchtbare beeld van de lyofiele colloïden hield Bungenberg de Jong steeds een open oog voor het individuele en specifieke. Hij vond bijvoorbeeld, dat de invloed van ionen op colloïden, wier lading door fosfaatgroepen gedragen wordt (fosfatiden, nucleïnezuren), duidelijk afwijkt van die op sulfaatcolloïden (b.v. agar) of carboxylcolloïden (arabische gom, zepen, eiwitten). Zou de bijzondere plaats der fosfaten in de levende cel daarmee samenhangen?

Reeds in een vroege fase van het onderzoek schonk Bungenberg de Jong aandacht aan morfologische en visco-elastische aspecten en hij vond daarbij vele parallellen met het gedrag van protoplasma. In een elektrisch veld b.v. vertonen zowel protoplasma als coacervaatdruppels desintegratie en vacuolevorming. Bij de fosfatid coacervaten kunnen zulke vacuolen door een onzichtbaar bimoleculair fosfatid membraan omgeven aan de buitenzijde van een coacervaatdruppel gehandhaafd blijven. Ze zijn daarmee vroege voorbeelden van zgn. vesicles, wier onderzoek nu in de mode is. Fosfatiden en andere zeepachtige stoffen vertonen

onder geschikte omstandigheden een anomale (niet-Newtonse) viscositeit, elasticiteit, stromingsdubbelbreking, draadtrekken, eigenschappen die ook bij protoplasma voorkomen, en dus wellicht met het daar aanwezige netwerk van fosfatid membranen samenhangen. Ter opheldering van de fysische achtergrond van deze verschijnselen deed Bungenberg de Jong omstreeks 1950 veel onderzoek aan oleaten en verwante systemen.

Hij bedacht een techniek om coacerverende systemen op te sluiten binnen collodion wanden en kon dan aan deze „celmodellen” en „weefselmodellen” de invloed van milieuverandering (pH, zoutconcentratie, temperatuur, kleurstoffen, etc.) op de morfologie in detail bestuderen. Een van de frappante verschijnselen daarbij is dat coacervaten vaak de neiging hebben zich over aanwezige grensvlakken uit te breiden, een gevolg van hun extreem lage grensvlakspanning.

Deze morfologische aspecten hebben er zeker aan meegewerkt om A. I. Oparin te inspireren om het ontstaan van het leven te zoeken in coacervaatdruppels, die in de oersoep gevormd werden en daar als oercellen, of althans als plaatsen van hoge concentratie werkten, waar het eerste leven gemakkelijker zou kunnen ontstaan.

Met die zoëven genoemde lage grensvlakspanning en bevochtigingsneiging hangt een belangrijke technische toepassing van de coacervatie samen, namelijk de „microencapsulatie”, waarbij kleine druppels verpakt en afgeschermd worden in dunne coacervaatschillen. Deze techniek wordt op zeer uiteenlopende gebieden toegepast, zoals bij het carbonloze kopiëerpapier, waarbij één der twee componenten van een kleurstof in de druppels zit opgesloten, maar ook bij geneesmiddelen met vertraagde, en dus verlengde, werking.

Het heeft lang geduurd voor zijn werk ook buiten Nederland de aandacht en de waardering kreeg, die het verdiende. Maar nu is coacervatie een bekend woord bij de onderzoekers van grote moleculen, en is het besef van het samenspel van elektrische werkingen en oplosbaarheid gemeengoed. Voor een deel was dat lang ondergewaardeerd zijn misschien te wijten aan de niet altijd even toegankelijke wijze van publiceren.

Gelukkig is dat euvel verholpen, doordat alles behalve zijn laatste werk is samengevat in de door hem zelf geschreven hoofdstukken in Kruyt's boek *Colloid Science* (1949) en in een met H. L. Booy geschreven overzicht „Biocolloids and their Interactions” in *Protoplasmatologia* van 1956. Veel van het naoorlogse werk is ook te vinden in de *Proceedings* van onze Akademie.

Bungenberg de Jong heeft een grote invloed gehad op de fysische chemie van het grensgebied tussen biologie en chemie. Daarbij heeft hij meer de fundamentele achtergrond geleverd en gewezen op parallellen in de biologie, dan dat hij zelf tot directe toepassingen kwam.

Ook op mensen heeft hij zijn stempel gedrukt. Zijn leerlingen en vrienden waren zeer op hem gesteld. Velen heeft hij opgeleid en dat niet alleen zijn leerlingen in engere zin. Hij was beter op zijn plaats in de inspiratie van promovendi en onderzoekers, dan in het doceren aan jonge studenten. Dat hing wel samen met het feit dat zijn invloed niet in de eerste plaats berustte op de rechtstreekse overdracht van resultaten, maar veeleer op het voorbeeld dat hij gaf in zijn wijze van werken en door zijn eigen typische aanpak van de problemen. Een van zijn

leerlingen schreef: „He polarized my brain” en drukte Bungenberg de Jong’s invloed op zijn omgeving daarmee treffend uit. In de Akademievergaderingen die hij trouw bezocht, heeft hij vaak over eigen werk gesproken. Daar, en bij de afdelingslunches bleek ook steeds zijn belangstelling voor het werk van anderen.

Als dit levensbericht vooral over het werk gaat en in het persoonlijke deel kort blijft, dan is dat in de eerste plaats een tekort van de schrijver, maar iets daarvan is ook terug te voeren op Bungenberg de Jong’s aard. Hij kon zo opgaan in zijn wetenschap en wat hem daarin actueel bezig hield, dat hij maar moeilijk over andere zaken loskwam. Na zijn emeritaat echter heeft hij zijn prioriteiten geheel verlegd, waarbij hij zich spoedig uit de wetenschap terugtrok en ook de Akademiebijeenkomsten slechts zelden meer bezocht.

Hij was een bijzonder mens. Wie hem wat beter kende, heeft in hem niet alleen de geïnspireerde pionier verloren, maar ook een beminnelijke en gewaardeerde vriend.