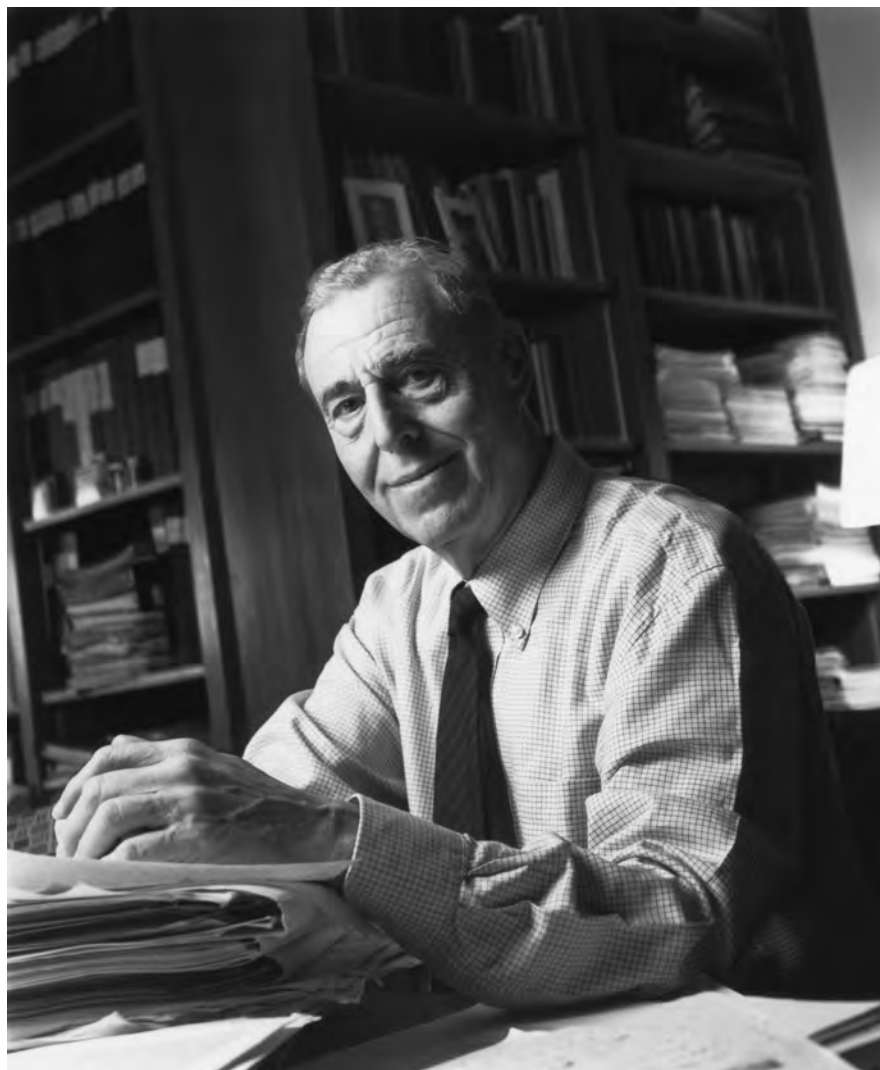


Ezechiël Godert David Cohen
16 januari 1923 – 24 september 2017



Ezechiël Godert David (Eddie) Cohen werd geboren op 16 januari 1923 in Amsterdam. Hij bezocht het Barlaeus Gymnasium en als jood moest hij al in 1941 onderduiken om aan de Duitse bezetter te ontkomen. Hij hield zich schuil op diverse locaties, eerst in Blaricum, samen met zijn broer en ouders. Maar toen zijn ouders verraden werden, verschuilde hij zich in de buurt van Enkhuizen. Hij en zijn broer Carol overleefden zo de oorlog, maar zijn ouders kwamen om in het concentratiekamp Auschwitz. Men kan zich voorstellen wat het geweest moet zijn voor zo'n energieke man als Eddie om vier jaar lang verstoken van intellectuele contacten te moeten doorbrengen. Om actief te blijven leerde hij een Frans woordenboek uit zijn hoofd en hij verbaasde daarom zijn medewerkers door zijn enorme Franse woordenschat, die later nog goed van pas kwam bij zijn colleges aan het Collège de France. Eddie sprak altijd met veel respect over de familie van zijn onderduikadres, die van streng-christelijken huize was. Hij heeft vele jaren later, ook nadat hij naar de Verenigde Staten was gegaan, nog contact met de familie Appelfhof gehouden.

Na de oorlog ging Eddie studeren aan de Gemeentelijke Universiteit van Amsterdam (nu UvA). Zijn belangstelling ging uit naar de theoretische natuurkunde, die onder leiding van professor Jan de Boer stond. De Boer legde de lat tot toelating tot het Instituut voor Theoretische Natuurkunde heel hoog. Zijn argument was dat er voor theoretici in Nederland nauwelijks emplooi was. Voor Eddie was de lat niet te hoog. Hij promoveerde cum laude in 1957 op het proefschrift *On the theory of the liquid state* bij Jan de Boer als promotor. Dit proefschrift behandelde het celmodel voor de vloeibare toestand. In 1959 werd hij tot lector benoemd aan de Universiteit van Amsterdam en in 1963 werd hij hoogleraar aan de Rockefeller University in New York, waar hij ook na zijn pensionering in 1993 bleef. In 1988 werd hij gekozen tot correspondent van de Sectie Natuur- en Sterrenkunde van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW). Het laatste jaar van zijn leven woonde hij in Iowa City, dicht bij zijn dochter Andrea. Hij stierf op 24 september 2017 op 94-jarige leeftijd. Tot een paar maanden voor zijn dood was hij actief in de wetenschap. Naast de fysica was de opera zijn grote liefde.

In zijn Amsterdamse tijd werkte hij met velen aan diverse problemen. Hij werkte graag samen, met enige voorkeur voor studenten uit grote gezinnen, want: 'die weten van aanpakken!' Met Jan de Boer en diens studenten publiceerde hij een reeks artikelen over de Boltzmann-vergelijking voor quantumgassen. Hij schreef met Anneke Levelt een gezaghebbend artikel over de vloeibare fase gezien vanuit zowel een theoretisch als experimenteel gezichtspunt. Hij werkte met ondergetekende aan de theorie voor mengsels van fermionen en bosonen, met name aan de voorspelling van het fasediagram van He³-He⁴ mengsels, een onderwerp dat later belangrijk bleek voor de ontwikkeling van de He³-koelmachine.

Tijdens zijn eerste verblijf in de Verenigde Staten bestudeerde hij met Ted Berlin de evolutie van een willekeurige toestand van een fysisch systeem naar evenwicht. Dit fundamentele probleem is hem de rest van zijn leven blijven boeien. Gestimuleerd door George Uhlenbeck verdiepte hij zich in de niet-evenwichtstheorie van verdichte gassen, waaraan Bogolubov de eerste aanzet had gegeven. Reeds lang was bekend dat het laatste stadium van de gang naar evenwicht beschreven wordt door de hydrodynamische theorie, waarin een aantal transportcoëfficiënten, zoals viscositeit en warmtegeleiding, voorkomen. De evolutie van een willekeurige begintoestand naar evenwicht was alleen bekend voor verdunde gassen op basis van de Boltzmann-vergelijking. Boltzmann liet zien dat de snelheidsverdeling snel naar een lokaal evenwicht streeft, dat langzaam volgens de hydrodynamische vergelijkingen naar totaal evenwicht gaat. De transportcoëfficiënten voor verdunde gassen kunnen met behulp van de Boltzmann-vergelijking worden berekend uit de wisselwerking tussen de moleculen. De grote uitdaging was om dit idee uit te breiden naar hogere dichtheden. Volgens Bogolubov verloopt de gang naar evenwicht via een kinetische fase waarin de snelheidsverdeling de centrale rol speelt. Deze fase zou beschreven moeten worden door een uitbreiding van de Boltzmann-vergelijking naar hogere dichtheden. Als resultaat zou dit de ontwikkeling van de transportcoëfficiënten in machten van de dichtheid opleveren, in analogie met de viriaalontwikkeling van de toestandsvergelijking.

Eddie werd de expert van deze theorie, maar hij kwam tot de conclusie dat het beeld van Bogolubov niet houdbaar was. Samen met Bob Dorfman vond

hij dat die reeks in de dichtheid niet bestaat, maar dat er naast machten van de dichtheid ook logaritmische termen optreden. De expertise van Jan Sengers betreffende hardebollengassen was daarbij een belangrijke inbreng. Dit was een revolutie in het vakgebied, dat tot dan toe was uitgegaan van de vanzelfsprekende mogelijkheid van een ontwikkeling in machten van de dichtheid.

De gang naar evenwicht van vrije systemen is in zijn algemeenheid experimenteel moeilijk toegankelijk. Maar er zijn twee terreinen waar deze theorie zich op een experimenteel toetsbare manier doet gelden. De eerste is het gedrag in evenwicht van tijdsafhankelijke correlatiefuncties, zoals de dichtheid-dichtheidsrelatiefunctie, die met neutronenverstrooiing te meten is. Volgens de regressiehypothese van Lars Onsager vervallen de correlaties op dezelfde manier als niet-evenwichtstoestanden. Het tweede terrein is een stationaire toestand met bijvoorbeeld een snelheids- of temperatuurgradiënt. Op beide terreinen heeft Eddie met zijn medewerkers fundamentele bijdragen geleverd.

Het was een min of meer stilzwijgende aanname dat correlaties exponentieel uitdoofden, totdat Berni Alder en Tom Wainwright ontdekten, via computersimulaties aan harde bollen, dat het verval niet exponentieel is, maar zich als een macht in de tijd gedraagt. Eddie berekende samen met Bob Dorfman, via een kinetische analyse, met welke machten de correlatiefuncties vervallen in verdichte systemen. Dit langzame verval van de correlaties betekent dat er geen ruimte is voor de kinetische fase die Bogolubov had geponeerd. Met tal van medewerkers heeft hij de consequenties van deze bevindingen in verscheidene situaties geanalyseerd.

Stationaire systemen, die via een gradiënt uit evenwicht gedreven worden, zijn nog beter toegankelijk voor experimentele verificatie. Zo liet Eddie, samen met Ted Kirkpatrick zien, dat de centrale piek in de dichtheid-dichtheidsrelatiefunctie in een systeem *met* een temperatuurgradiënt, vele malen groter kan zijn dan in een systeem *zonder* gradiënt. Dit is experimenteel in detail bevestigd door Jan Sengers en medewerkers. Hij besteedde, in samenwerking met de Delftse groep van het reactorcentrum (IRI), veel aandacht aan de theorie voor neutronenverstrooiing in verdichte gassen. In

de latere jaren bestudeerde hij met onder andere Dennis Evans het verband tussen de Lyapunov-exponenten en de transporttheorie. Dit leidde tot het Gallavotti-Cohen-fluctuatietheorema, een van de weinige exacte resultaten en een hoogtepunt in de theorie van systemen buiten evenwicht.

Het grote oeuvre van Eddie wordt gekenmerkt door de nauwgezetheid van de analyse en door het fundamentele aspect van de vraagstelling. Dit was kenmerkend voor zijn werkwijze. In elk stadium van het werk stelde hij de vragen: is het correct en is het belangrijk. Voor de betekenis van Eddie voor de ontwikkeling van de statistische fysica ontving hij de Boltzmann-Medaille in 2004 met de citatie: 'For his fundamental contributions to nonequilibrium statistical mechanics, including the development of a theory of transport phenomena in dense gases, and the characterization of measures and fluctuations in nonequilibrium stationary states.'

Eddie had een grote invloed op zijn medewerkers, met wie hij vaak over een lange periode samenwerkte. Al voor zijn promotie had Eddie zich ontwikkeld tot een centrale figuur op het Theoretisch Instituut in Amsterdam. Hij was een klankbord, steun en vraagbaak voor de promovendi. Ofschoon hij het grootste deel van zijn loopbaan in de Verenigde Staten heeft doorgebracht, bleef hij een bijzondere band met Nederland houden. Tal van Nederlandse fysici, zoals Matthieu Ernst, Henk van Beijeren, Ignatz de Schepper en ondergetekende, bezochten hem voor kortere of langere tijden in New York. Rockefeller University was vaak een springplank naar andere bestemmingen in Amerika.

Hij was een mentor voor veel Nederlandse natuurkundigen, op wie hij een blijvende indruk maakte door zijn kritische houding, zijn grondigheid en zijn suggesties voor nieuw onderzoek. Zijn band met Nederland werd versterkt door zijn verblijf in Amsterdam in 1969 als Van der Waals hoogleraar, in Leiden in 1979 als Lorentz hoogleraar en in Utrecht in 1988 als Donders hoogleraar. Daarnaast bracht hij regelmatig bezoeken aan zijn vroegere medewerkers. Daarmee heeft hij een belangrijk stempel gedrukt op de ontwikkeling van de statistische fysica in Nederland. Voor zijn bijdragen werd hij benoemd tot Ridder in de Orde van de Nederlandse Leeuw. Niet alleen met Nederland

onderhield hij een nauwe band, ook met landen als Mexico en Noorwegen had hij veel uitwisseling.

Een bijzondere verdienste van Eddie was zijn initiatief om de Summerschool Fundamental Problems in Statistical Mechanics te stichten. Zoals hij het zelf later beschreef, ontsproot dit idee voort uit het ongenoegen dat na de oorlog alles in Amerika gebeurde en Europa achterbleef. Het werd *zijn* school, met de nadruk op fundamentele problemen en de heldere analyse daarvan. Van de eerste zomerscholen was Eddie de organisator. Thans worden deze zomerscholen om de vier jaar gehouden. Lange tijd bleef Eddie een gewaardeerde adviseur en deelnemer. Met zijn kritische en 'domme' vragen hield hij de sprekers bij het gehoor en stimuleerde hij de studenten om ook vragen te stellen. De lecturers zijn verplicht hun bijdrage in de *Proceedings* te publiceren. Daarmee vormen deze *Proceedings* een overzichtelijke bron voor de ontwikkeling en de 'State of the Art' van de statistische fysica. Vele van de bijdragen zijn ook nu nog uitstekende introducties voor beginnende studenten. De zomerscholen functioneren nog steeds. Zij vinden niet meer in of dichtbij Nederland plaats, maar zijn echt Europees geworden.

Zijn medewerkers herinneren zich Eddie als een inspirerende kracht en zullen hem missen.

Met dank aan Jan Sengers en Henk van Beijeren