

*Citation:*

A.T. de Hoop, Levensbericht C.J. Bouwkamp, in:  
Levensberichten en herdenkingen, 2004, Amsterdam, pp. 18-25

**Christoffel Jacob Bouwkamp**

26 juni 1915 – 23 februari 2003



## *Levensbericht door A.T. de Hoop*

– Passie voor precisie<sup>1</sup> –

‘Op 23 februari 2003 overleed in zijn woonplaats Eindhoven Christoffel Jacob Bouwkamp, rustend lid van onze Afdeling Natuurkunde. ‘Conform zijn eigen wens in zijn eigen vertrouwde omgeving’ luidde het in de tekst van de overlijdensaankondiging. Wie hem kende, ziet hem in deze korte zinsnede voor zich: de vorsende blik, de ogen die konden priemen, vooral als een oordeel dat reeds in niet mis te verstane bewoordingen was gesteld, verdere aanscherping behoeft. Als geboren Groninger wist Bouwkamp wat hij wilde en zei hij wat hij dacht.

Over zijn jeugd in Hoogkerk (‘bij Groningen’, zoals hij bij zijn eerste publicatie erbij schreef), waar hij op 26 juni 1915 werd geboren, mocht hij graag vertellen. Zijn eerste grote passie ontwikkelde hij al op negenjarige leeftijd: kievitseieren rapen. Totdat deze bezigheid in latere jaren werd verboden, was het daarvoor bestemde tijdvak in het voorjaar een vaste verhindering voor welke andere verplichting dan ook. Van 1928 tot 1933 werd het heen- en weerfietsen naar ‘de stad’ om aldaar het onderwijs aan de Rijks-HBS met 5-jarige cursus te volgen. Na het behalen van het eindexamen ging hij de studie in de wis- en natuurkunde aan de Groningse universiteit volgen. Op 3 november 1938 legde hij daar *cum laude* het doctoraal examen in de richting ‘theoretische natuurkunde, met wiskunde en mechanica’ af. Zijn eerste vijf wetenschappelijke publicaties – over zowel wiskundige als natuurkundige onderwerpen – dateren reeds uit zijn studententijd. Aansluitend ging hij met promotie-onderzoek van start bij prof. dr. F. Zernike, Nobelprijswinnaar natuurkunde in 1953. Naast zijn assistentschap in de mathematische fysica bij het Natuurkundig Laboratorium (van 1938 tot 1939) en onderbroken door militaire dienst (van 1939 tot 1940) verrichtte hij zijn onderzoekingen aan de *Theoretische en numerieke behandeling van de buiging door een ronde opening*, die op 23 januari 1941 tot zijn promotie tot doctor in de wis- en natuurkunde leidden.

Het proefschrift vertoonde reeds alle kenmerken van Bouwkamps wetenschappelijke stijl: scherpe probleemformulering, een kritisch opgestelde behandelingsmethode, ontwikkeling van een numeriek algoritme met gega-

<sup>1</sup> Ondertitel ontleend aan: J. Boersma en A. T. de Hoop, 'In memoriam Christoffel Jacob Bouwkamp (1915-2003) – Passie voor precisie', *Nieuw Archief voor Wiskunde*, Serie 5, Volume 4, Nummer 3, september 2003, pp. 205-207.

randeerde nauwkeurigheid en het – in die tijd met de hand – uitvoeren van de berekeningen, waarbij geen fouten konden worden geduld.

Na een korte periode als Conservator bij het Natuurkundig Laboratorium van de Groningse universiteit met als leeropdracht ‘de mechanica en de quantummechanica’ (1941) ging hij bij het Philips’ Natuurkundig Laboratorium in Eindhoven werken, waaraan hij van 1941 tot 1975 als wetenschappelijk medewerker, groepsleider en later als wetenschappelijk adviseur bleef verbonden.

### **Mathematische scherppte en diepgang**

Bij Philips waren de aan hem voorgelegde problemen uiteraard ontleend aan de techniek; Bouwkamps behandeling ervan moest echter voldoen aan de eisen die hij daarbij aan zichzelf stelde: mathematische scherppte, diepgang en accuratesse, maar zij moest ook leiden tot voor de technische toepassing van belang zijnde getalsmatige, foutloze uitkomsten. Uit het brede spectrum van wiskundige, natuurkundige en technische problemen waaraan hij werkte, vallen slechts enkele binnen het onderhavige bestek te belichten.

Een eerste onderwerp betrof de verfijning en verdere uitbreiding van het elektromagnetische probleem van de elektrische stroomverdeling langs een draadvormige antenne. Voor deze stroomverdeling was in 1937 door Erik Hallén van de Universiteit van Uppsala, Zweden, een integraalvergelijking opgesteld (de ‘integraalvergelijking van Hallén’). De door Hallén geconstrueerde eerste-orde benadering (in de parameter lengte/diameter van de draad) van de oplossing van deze vergelijking werd door Bouwkamp aan een nadere analyse onderworpen en met termen van hogere orde uitgebreid. De resultaten waren van belang voor de toen in volle ontwikkeling zijnde radiotechniek. Een ander antenneprobleem, waaraan hij samen met Akademiëlid Professor dr. N.G. de Bruijn werkte, was de bepaling van de ‘optimale’ stroomverdeling langs een draadantenne die zo goed mogelijk een voorgeschreven stralingspatroon moest realiseren. Samen met De Bruijn toonde hij aan hoe ‘slecht gesteld’ (‘ill-posed’) dit probleem was en hoe instabiel – en dus technisch onbruikbaar – een eenmaal wiskundig gevonden oplossing zich gedroeg. Het onderzoek aan antennes leidde ertoe, dat Bouwkamp in 1948 in Zweden een aantal gastcolleges over dit onderwerp verzorgde aan het Chalmers Institute of Technology te Göteborg en het Royal Institute of Technology te Stockholm.

Een tweede belangrijk onderzoek betrof een voortzetting van zijn promotie-onderzoek – dat de buiging van scalaire of akoestische golven betrof – en wel de buiging van elektromagnetische golven, die een vectorieel karakter vertonen. In baanbrekende publicaties over de buiging van deze golven door

een cirkelvormige opening in een elektrisch geleidend scherm (1950) rekende Bouwkamp af met eerder gepubliceerde oplossingen van de hand van H.A. Bethe (Cornell University, Ithaca, NY, USA, Nobelprijswinnaar natuurkunde in 1967) en E.T. Copson (University of St. Andrews, Dundee, Scotland), die beide aan fundamentele tekortkomingen leden. In die oplossingen vertoonden de veldvectoren aan de scherpe rand van de buigende opening een incorrect gedrag, dat niet in overeenstemming was met de zgn. *edge condition* die in eerdere publicaties van Bouwkamp (1946) en van J. Meixner in Aken al was besproken en die voor de eenduidigheid van het mathematisch gestelde probleem een noodzakelijke extra voorwaarde betekende (naast de differentiaalvergelijkingen van Maxwell, de causaliteitsvoorwaarde en de randvoorwaarden bij nadering van het geleidende scherm). Een wat vinnige strijd was het gevolg, die o.a. werd uitgevochten in de bekende *Mathematical Reviews* van de American Mathematical Society, waar Bouwkamp dertig jaar lang een beruchte medewerker was, wiens 'reviews' (374 in getal) soms het karakter van beknopte – vaak polemische – publicaties hadden, die dan later weer als referentie voor verdere discussie dienden.

### **Gastcolleges in New York**

Tijdens deze onderzoeken had Bouwkamp op scrupuleuze wijze de gehele literatuur over buigings- of diffractieproblemen nagevorst. Niet zelden stuitte hij daarbij op fouten in de verkregen oplossingen, wat hem wel eens deed verzuchten: 'Overall zitten fouten in!' Vanwege zijn ongeëvenaarde overzicht van deze literatuur werd hij in 1953 uitgenodigd aan het Courant Institute of Mathematical Sciences van New York University gastcolleges te verzorgen. Het op ruime schaal verspreide NYU Report EM-50 *Diffraction theory – A critique of some recent developments* (76 pp.) bevatte het verslag van deze reeks colleges. In het woord vooraf schreef de toenmalige directeur van het instituut Morris Kline 'His work exemplifies a valuable principle of scientific research, namely, that a published paper tells us where to concentrate our doubts.' Als vervolg hierop schreef hij in 1954 op uitnodiging van de The Physical Society, London, voor hun reeks *Reports on progress in physics* het alom bekend geworden overzichtsartikel 'Diffraction theory', dat in het bestek van 66 bladzijden de inhoud van meer dan 500 publicaties samenvatte – van zijn kritiek voorzien. Voor veel vakgenoten is dit artikel een startpunt voor verder onderzoek geweest en tot op de dag van vandaag is het een standaardverwijzing in publicaties op het vakgebied. In 1955 bracht hij als 'Research mathematician' een bezoek aan het Electronics Research Laboratory van de University of

California at Berkeley en het Institute of Geophysics van de University of California at Los Angeles, USA.

In de jaren daarna verschoof Bouwkamps wetenschappelijke interesse. Speelden numerieke evaluaties van de wiskundige functies die in de door hem behandelde mathematisch-fysische problemen voorkwamen (o.a. sferoidale golffuncties) – en de daarvoor te bedenken algoritmen – al een belangrijke rol, geleidelijk aan werd hij meer en meer geboeid door de mogelijkheden die de toen in opkomst zijnde rekenautomaten boden, o.a. ook voor het oplossen van combinatorische problemen. Ook hier ging hij met zijn ‘passion for accuracy’ (Morris Kline) te werk. Ook hier spoorde hij vele fouten en onnauwkeurigheden op in de – ook door gerenommeerde leveranciers van computers – geleverde programmatuur. Teleurgesteld door wat hij vond, heeft hij toen al die routines, met name die voor de wiskundige zgn. ‘speciale functies’, maar zelf opnieuw geschreven (en – vanzelfsprekend – op hun nauwkeurigheid getoetst).

### **Mathematische puzzels**

Wat sinds 1946 al een zijlijn bij zijn research was, werd omstreeks 1970 een hoofdlijn: het oplossen van de mathematische puzzels van het verdelen van een rechthoek (of een vierkant) in onderling ongelijke subvierkanten en het vlakke, zowel als het ruimtelijke, ‘pentominoprobleem’. De verdeling van een rechthoek in onderling ongelijke subvierkanten was nog een probleem dat in verband gebracht kon worden met een vraagstuk uit de elektrische netwerktheorie (en derhalve ook van belang bij de constructie van elektronische apparaten), het ‘pentominoprobleem’ behoort typisch tot de ‘recreational mathematics’. Bij het vlakke pentominoprobleem gaat het erom uit de 12 verschillende ‘vlakke’ stukjes (van bijvoorbeeld 1 cm dikte) die te vormen zijn uit vijf samenhangende vierkantjes (van bijvoorbeeld 1 cm x 1 cm elk) een rechthoek van 6 cm x 10 cm (Figuur 1) of 5 cm x 12 cm of 4 cm x 15 cm samen te stellen, dan wel een ruimtelijk blok van 3 cm x 4 cm x 5 cm. Ook de ruimtelijke variant hiervan, die 29 driedimensionale stukjes als onderdeel heeft, onderzocht hij. Met behulp van een door hem ontwikkelde codering en de door hem voor dit doel geschreven opbouw-/afbreekcomputerprogramma’s, waarbij door ‘backtracking’ de grafentheoretische ‘boom’ van oplossingen werd afgetaast, construeerde hij van de vlakke puzzels *alle* oplossingen en publiceerde die in ‘catalogi’.

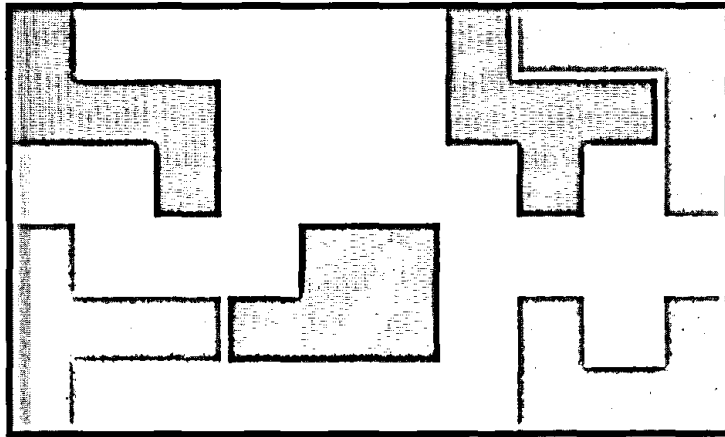


Fig. 1: Een vlakke rechthoek van 10 cm x 6 cm opgebouwd uit pentomino's

Ook het 'vierkantenprobleem' is bij grotere 'orde' (de 'orde' is het aantal subvierkanten in een gegeven vierkant) alleen met de computer aan te pakken. Met toenemende 'orde' neemt echter de rekestijd enorm toe, wat tot gevolg heeft dat het samen te stellen computerprogramma een uitgekende structuur dient te hebben. Werkzaamheid op dit gebied bleef zijn grote passie tot enkele weken voor zijn overlijden. Vele 'catalogi' zagen het licht, met als laatste die van vierkanten van de orde 27 in 1998. Veel van dit werk deed hij in samenwerking met zijn vroegere promovendus professor dr. ir. A.J.W. Duijvestijn

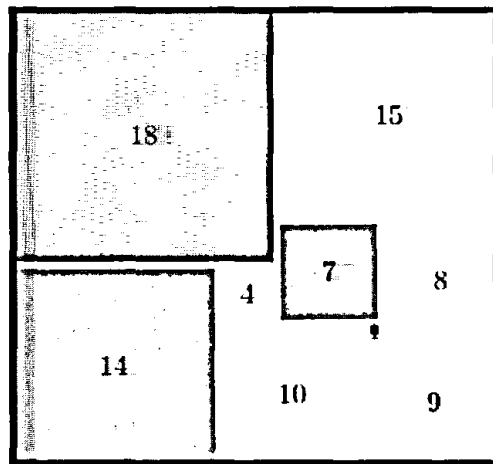


Fig. 2: Een rechthoek verdeeld in ongelijke vierkanten (orde=9).

## Hoofdredacteur Philips Research Reports

Niet onvermeld mag blijven, dat Bouwkamp vele jaren lang als hoofdredacteur van de *Philips Research Reports* optrad. In deze functie was hij een – door sommigen op het Philips' Natuurkundig Laboratorium gevreesd – commentator, zowel wetenschappelijk inhoudelijk als wat het gebruik van de Engelse taal betreft. Bij zijn afscheid van het Laboratorium in 1975 werd dan ook te zijner ere een 279 pagina's tellende 'Special Issue' uitgebracht waarin een verscheidenheid van auteurs tot uitdrukking bracht wat zij van Bouwkamp had geleerd. Een van de auteurs karakteriseerde Bouwkamps werkwijze als volgt: 'If Bouwkamp tackles a problem he deals with it exhaustively, he 'exterminates' the problem, to use his own words.'

Het universitaire onderwijs heeft van zijn met grote zorg voorbereide colleges en zijn met uiterste nauwkeurigheid samengestelde collegedictaten kunnen profiteren gedurende zijn aanstelling als buitengewoon hoogleraar in de toegepaste wiskunde aan de Rijksuniversiteit te Utrecht van 1955 tot 1958 en aan de Technische Universiteit Eindhoven van 1958 tot 1980.

In zijn vrije tijd was hij – met dezelfde 'passion for accuracy' – verzamelaar, eerst van postzegels, later van munten. Van beide wist hij indrukwekkende collecties op te bouwen.

In 1960 werd hij tot lid van de Afdeling Natuurkunde van de KNAW benoemd.

Bouwkamp is altijd een solist geweest, toegankelijk voor een ieder die met een serieus wiskundig of fysisch probleem bij hem kwam, altijd bereid een ander te laten delen in zijn inzichten, maar hij had – voorzichtig gezegd – geen behoefte aan organisatorische functies in het bedrijf waar hij werkzaam was of aan grote aantallen studenten of grote aantallen promovendi bij de universiteit. Degenen die wat langere tijd met hem wetenschappelijk in contact hebben gestaan, zijn echter blijvend geïnspireerd door zijn compromisloze voorbeeld van wetenschapsbeoefening.

Met Bouwkamps verscheiden zijn een markante persoonlijkheid en een bijzonder lid van onze Akademie heengegaan. Naast zijn echtgenote, zijn dochter en verdere familieleden ervaren zijn naaste 'leerlingen' – waaronder schrijver dezes – zijn er-niet-meer-zijn als een leegte.



