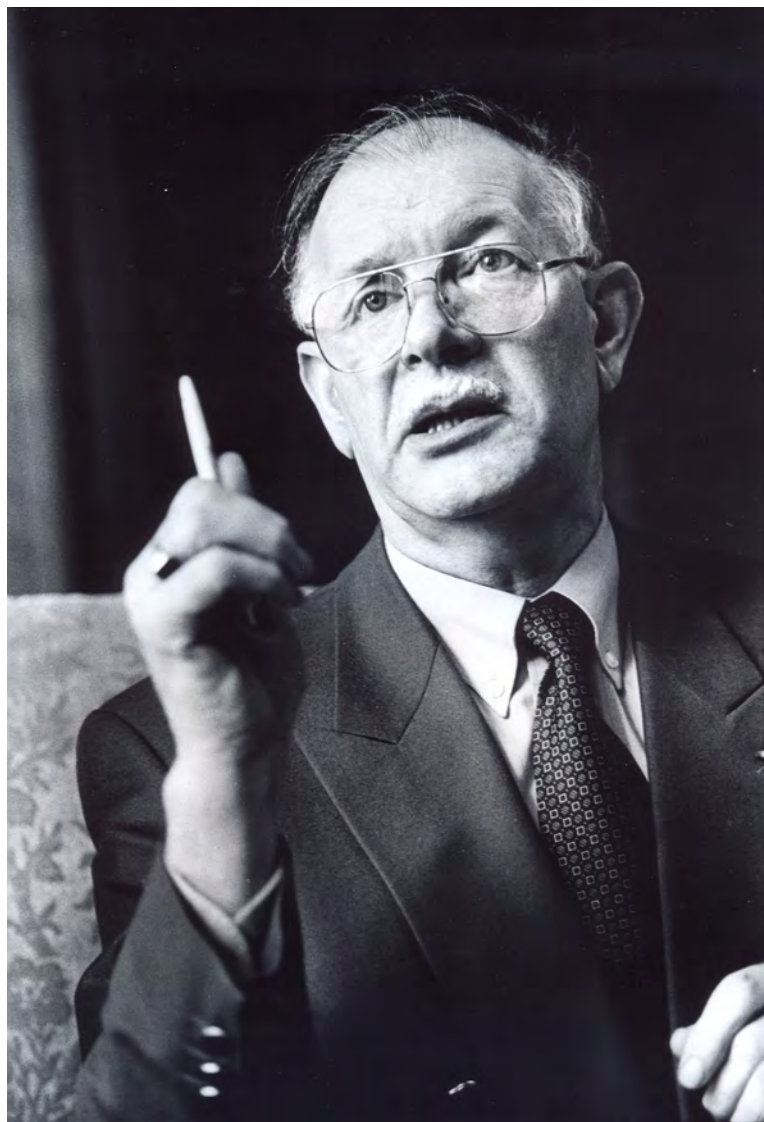


Pieter Jacobus Zandbergen

13 juni 1933 – 12 januari 2018



Fot© Klaas Koppe (1994)

Op 12 januari 2018 overleed Pieter Jacobus Zandbergen, sinds 1980 lid van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW). Hij was van 1990 tot 1996 voorzitter van de Afdeling Natuurkunde en van 1996 tot 1999 president van onze Akademie.

Piet Zandbergen werd geboren in Schiedam op 13 juni 1933. Zijn vader had daar een melkwijk en zijn moeder runde een kruidenierswinkel. Behalve Piet had het echtpaar Zandbergen een dochter, Ans, en nog twee zonen, Hennie en Wim (de laatste is in 2010 overleden aan een hersentumor). Piet deed in 1950 eindexamen HBS in Schiedam. In zijn HBS-tijd overkwam hem een dramatisch ongeluk. Op 31 augustus 1948 was hij toeschouwer bij vuurwerk ter gelegenheid van de verjaardag van koningin Wilhelmina. Hij werd in zijn gezicht getroffen door een vuurpijl waardoor hij zijn rechteroog verloor. Bij zijn crematie memoreerde zijn broer Hennie hoezeer dit de familie destijds beroerde en gaf hij ook uiting aan hun bewondering voor de wijze waarop Piet dit mentaal opving en carrière maakte ondanks deze ernstige handicap.

Piet had onder andere door de verhalen van zijn ouders over de luchtvaartpionier Jan Olieslager belangstelling voor vliegtuigen gekregen en schreef zich in als student vliegtuigbouwkunde in Delft. Daar maakte hij, door de boeiende colleges van de hoogleraar Arie van der Neut, kennis met de sterkteleer. Na in 1955 bij Van der Neut te zijn afgestudeerd, werd hij onderzoeksmedewerker bij het Nationaal Luchtvaart Laboratorium (NLR) in Amsterdam. Daar waren op dat moment een aantal begaafde en enthousiaste wetenschappers, onder andere Wiktor Eckhaus, Eduard de Jager en Egbert van Spiegel, allemaal later hoogleraar toegepaste wiskunde, bezig met draagvlaktheorie, supersone aerodynamica en andere stromingsvraagstukken, met name ook in relatie tot de veelbelovende ontwikkelingen op het gebied van rekenmachines die, naast analytische onderzoek, numerieke oplossing mogelijk maakten. Piet voelde zich hier als een vis in het water en vergrootte zijn kennis en inzicht, vooral in de numerieke wiskunde. Hij kwam te werken op de afdeling supersone aerodynamica, die onder leiding stond van Siegfried

Erdmann. Er bestond bij het NLR veel belangstelling voor supersone luchtvaart, zoals de Concorde. Supersone stroming om lichamen kon alleen worden berekend via ingrijpende vereenvoudiging van de Navier-Stokes-vergelijkingen voor compressibele stromingen. Deze vereenvoudiging bestaat voornamelijk uit het beschouwen van de stroming als een verstoring op een uniforme stroming. De verstoring wordt dan geschreven als een machtreeks in termen van opklimmende machten van een kleine parameter. Van deze termen wordt in de benadering alleen de eerste in rekening gebracht en de rest verwaarloosd. Bij de stroming om axisymmetrische of bijna axisymmetrische lichamen is de kleine parameter de tophoek. De resultaten zijn voor de praktijk onvoldoende, zoals bleek uit vergelijking van de resultaten met experimentele gegevens. Piet ontwikkelde een numerieke methode om de supersone stroming om axisymmetrische en bijna axisymmetrische lichamen in hogere orde te berekenen via numerieke oplossing van een geschikt mathematisch model. Dit leidde, op 24 oktober 1962, tot zijn promotie, met lof, aan de Technische Hogeschool Delft, op een proefschrift getiteld *Investigations on the supersonic flow around bodies*. Promotor was Egbert van Spiegel, die eerst zijn collega was bij het NLR en in 1957 werd benoemd tot hoogleraar in de numerieke wiskunde in Delft. De numerieke berekening werd uitgevoerd op de ZEBRA, Zeer Eenvoudige Binaire Reken Automaat. De resultaten van zijn onderzoek hebben er toe bijgedragen dat de Fransen hun Concorde hebben laten testen in de Supersone Windtunnel van het NLR, die in 1963 in gebruik werd genomen. Heel veel later, in 1998, werd Piets vijfenzestigste verjaardag opgeluisterd met een aan hem gewijd nummer van *Journal of Engineering Mathematics*.¹ In het voorwoord staat over dit proefschrift: 'The dissertation of Zandbergen is in fact a perfect blueprint of his later research interests, the application of both mathematical and numerical methods to nonlinear physical phenomena.' In het geval van het proefschrift betekent dit i) een nauwkeurige analyse van de bestaande toestand, uitmondend in de constatering dat alleen numerieke aanpak van de niet lineaire vergelijkingen uitkomst kan bieden, ii) de constructie van een mathematisch model, dat geschikt is voor numerieke behandeling en ten slotte, iii) een nauwkeurige beschrijving van de numerieke oplossingsmethode. Met dit proefschrift en andere publicaties en rapporten van het NLR, onder meer over draagvlaktheorie en over

¹ *Journal of Engineering Mathematics*, 34, p. 1-2, 1998, Editors D. Dijkstra, J.G.M. Kuerten & H.K. Kuiken.

geluidsproducties van propellers samen met A.I. van de Vooren, trok Piet Zandbergen de aandacht van de toegepaste wiskunde in Nederland.

Ondertussen werd er in Nederland uitvoering gegeven aan de instelling van een derde Technische Hogeschool. Deze kwam in Enschede. De pioniers, onder andere de door de wol geverfde voormalige Delftse hoogleraren Breedveld, Van Hasselt en Flugter, meenden dat hoogleraren in wiskunde en natuurkunde in de nieuwe Technische Hogeschool een plaats moesten krijgen in de technische Afdelingen, namelijk Werktuigbouwkunde, Elektrotechniek en Chemische Technologie. Zij verwachtten dat er dan meer terecht zou komen van samenwerking met de verschillende onderzoeksgroepen in deze Afdelingen. Zo werd Piet Zandbergen hoogleraar toegepaste wiskunde in de Afdeling der Werktuigbouwkunde. Op 26 mei 1966 hield hij zijn oratie, getiteld *Werkelijkheid en Wiskunde*.² In de komende jaren zou hij wetenschappelijk en bestuurlijk zijn stempel op de Twentse Hogeschool drukken. Een vroeg teken van zijn bestuurlijk inzicht is al in deze oratie te vinden. Hoewel hij het bovenomschreven standpunt van de pioniers heel goed kende, zei hij, na de opleiding tot wiskundig ingenieur in Delft genoemd te hebben: 'Hoewel de Twentse Hogeschool nog wat jong is, om reeds nu een dergelijke opleiding te beginnen, mag toch worden verwacht dat ook zij niet zal kunnen achterblijven'. Reeds in 1968 kwam er een Afdeling Toegepaste Wiskunde, waarvan hij de eerste decaan was. Alle afdelingen werden bij het ingaan van de WUB (Wet Universitaire Bestuurshervorming, 1970) faculteiten genoemd. De intrede van de democratisering van het Hoger Onderwijs ging ook in Twente niet zonder slag of stoot. Piet Zandbergen speelde hierbij een hoofdrol. Samen met enkele andere jonge collega's wist hij het College van Curatoren er van te overtuigen dat er andere tijden waren aangebroken. Een en ander leidde tot het aftreden van de President Curator en met hem van een groot deel van het College. Binnen het kader van de WUB kwam er een nieuwe rector, Jo Flugter, met als prorector Piet Zandbergen. In 1972 volgde Piet Jo van Flugter op en zo aanvaardde hij op de zeer jeugdige leeftijd van 39 jaar het ambt van rector. In de roerige tijden van de democratisering was dit geen eenvoudige taak. Toch ging het hem relatief gemakkelijk af. Als bestuurder onderscheidde Piet Zandbergen zich door een goed inzicht in ieders belangen, een sterke overtuiging van wat hij wilde bereiken en geen al te groot ego.

2 *Werkelijkheid en Wiskunde*, Inaugurele rede P.J. Zandbergen, 1966, p. 5.

Hij had in de woelige tijden van de democratisering oog voor de ambities van studenten en van staf, maar wist ze ook te overtuigen dat het nodig was zich aan de regels te houden.

Vanaf het begin in 1964 was het de bedoeling dat er in Twente naast de technische wetenschappen aandacht zou zijn voor de maatschappijwetenschappen. Piet had het gevoel dat met de opleidingen waarmee was gestart de balans nog te veel naar de technische kant doorsloeg. Daarom nam hij het initiatief om bij het Ministerie van Onderwijs een nieuwe studierichting aan te vragen, namelijk bestuurskunde. De onderhandelingen begonnen tijdens zijn rectoraat, maar duurden tot enige jaren daarna. In 1976 was het eindelijk zover: staatssecretaris Ger Klein, een fysicus, opende op 25 augustus van dat jaar de nieuwe Onderafdeling Bestuurskunde. De heer Klein was lid van de Partij van de Arbeid en recentelijk was er door Wouter Gortzak, parlementslid voor de communistische partij, kritiek geuit op het functioneren van het partijbestuur van de PvdA. Professor Zandbergen, Voorzitter van het Voorlopig Bestuur van de Onderafdeling Bestuurskunde hield hierbij ook een toespraak.³ Hoewel Piet geen polemisch karakter had, deelde hij af en toe steken uit. Na eerst erkentelijkheid aan de overheid te hebben betuigd voor het toestaan van een opleiding in bestuurskunde vervolgde hij met: 'Overigens heb ik mij afgevraagd of hier ook niet een zeker eigenbelang heeft meegespeeld. Immers, wie de uitlatingen van de heer Gortzak over het functioneren van het Partijbestuur van de PvdA heeft gelezen, zou kunnen verwachten dat de door ons aangeboden opleiding ook niet geheel zinloos is voor partijbesturen'.

Behalve bij de Universiteit Twente was Piet in deze tijd ook curator van het International Training Centre, ITC, dat veel later een faculteit van de Universiteit Twente zou worden. In al deze functies moest Piet regelmatig redevoeringen en speeches houden. Ze zijn, voor zover ze bewaard zijn gebleven, het lezen waard. Piet hield ervan hierin licht filosofische beschouwingen onder te brengen, met een stad of gebeurtenis uit de oudheid als uitgangspunt. Zo begint de jaarrede 1973, uit zijn rectorperiode als volgt: 'Wie, zoals ik deze zomer, vanaf de hellingen van de Pionberg zijn blik laat dwalen over de

³ Redevoeringen uitgesproken ter gelegenheid van de opening van de studie richting der BESTUURSKUNDE aan de Technische Hogeschool Twente op woensdag 25 Augustus 1976, p. 21.

opgravingen van de oude Ionische stad Ephesus, zal getroffen worden door de grootsheid en het beschavingspeil waarvan de overblijfselen getuigen'.⁴ Even verder komt dan de sprong naar het heden en de techniek: 'Deze overpeinzing bij een stad uit de oudheid kan opnieuw duidelijk maken dat techniek en technologie noodzakelijke elementen zijn in elke menselijke samenleving'. Deze voor Piet karakteristieke associatie geeft heel duidelijk aan dat zijn gevoel voor techniek niet op wetenschappelijke belangstelling alleen berust, maar ook op zijn visie betreffende maatschappelijke ontwikkeling.

Na decaan, rector en peetvader van bestuurskunde te zijn geweest, kon Piet veel aandacht besteden aan het wetenschappelijk onderzoek van zijn groep. Dit concentreerde zich op de partiële differentiaalvergelijkingen van de mathematische fysica. Sommige zijn lineair zoals de Maxwell-vergelijkingen, andere niet lineair zoals de Navier-Stokes-vergelijkingen van de vloeistofdynamica. In bijna alle problemen, leidende tot dit soort vergelijkingen, is het niet mogelijk om gesloten analytische oplossingen te vinden. De kracht van Piet Zandbergen lag in via analyse en fysisch inzicht een goed mathematisch model te construeren, en vervolgens de optimale weg te vinden voor een betrouwbare numerieke oplossing. Zoals gezegd, wordt dit programma al vrij precies gevolgd in zijn proefschrift. Deze combinatie is vrij zeldzaam. Sommige onderzoekers komen een heel eind met analyse, maar hebben geen (voldoende) kennis van numeriek rekenen, andere, bouwers van programma's, kunnen de merites van het model en de betrouwbaarheid van de resultaten minder goed beoordelen. De onderzoeksthema's die hij met zijn medewerkers en promovendi koos, kwamen deels voort uit samenwerking met groepen en instituten binnen en buiten de UT. De belangrijkste hiervan worden hier genoemd. Met het NLR bleven de banden hecht en intensief. Daarnaast waren er ook sterke banden met het Waterloopkundig Laboratorium in Delft. Met deze beide instellingen werd samengewerkt aan oplossingsmethoden voor de Navier-Stokes-vergelijkingen. Dit resulteerde in 1986 met steun van STW (Stichting Technische Wetenschappen) in het ISNaS (Information System Navier-Stokes) project, waarin WL, NLR, UT en TUD participeerden. Piet Zandbergen was de inspirator hiervan en hij was van 1987 tot 1993 voorzitter van het toezienend bestuur. In het verjaarsdagsnummer [1] van

⁴ Jaarrede 1973, Rede uitgesproken door P.J. Zandbergen bij opening Academisch jaar 1973, Technische Hogeschool Twente, p. 3.

Journal of Engineering Mathematics, al eerder genoemd, wordt van ISNaS gezegd: 'The finite -volume flow solvers developed within the project had appreciable impact on the research of the participating university groups'.⁵ Naast deze puur wetenschappelijke verbondenheid met het NLR, was Piet Zandbergen in de loop van zijn carrière in toenemende mate betrokken bij het wetenschappelijk beleid van het NLR. Aanvankelijk als adviseur van de NLR-directie, vervolgens als voorzitter van de subcommissie Toegepaste Wiskunde en Informatica van de Wetenschappelijke Commissie NLR/NIVR en ten slotte van 1981-2005 voorzitter van laatstgenoemde, voor het NLR zeer belangrijke, commissie.

Bij de faculteit Technische Natuurkunde van de UT werd onder leiding van Louis van de Klundert gewerkt aan supergeleidende magneten, zoals deze bijvoorbeeld bij CERN worden gebruikt. Piet stelde met promovendi numerieke programma's op voor de berekening van elektromagnetische velden in deze magneten. Deze samenwerking resulteerde in een aantal artikelen en proefschriften.⁶ In 1975 kwam Douwe Dijkstra vanuit Groningen, waar hij was gepromoveerd bij de eerder genoemde Adri van de Vooren, bij Piet in de leerstoel. Samen begonnen ze aan een diepgaande studie van de Von Kármán-vergelijkingen voor stromingen tussen oneindig uitgebreide draaiende schijven. Theodore Von Kármán onderzocht in 1921 de situatie waarin een oneindig uitgebreide schijf draait in een vloeistof die op grote afstand in rust is. Hij slaagde erin de drie partiële differentiaalvergelijkingen voor de snelheidscomponenten terug te brengen tot twee gewone differentiaalvergelijkingen voor functies f en g , in essentie de axiale en radiale snelheden, van de verticale afstand x boven de schijf. Een veralgemenisering is om de vloeistof op grote afstand van de schijf ook te laten roteren met s maal de rotatiesnelheid van de schijf. Dan zijn de vergelijkingen, de accenten betekenen differentiatie naar x , $f'''' + 2ff'' = (f')^2 - g^2 + s^2$, en $g'' + 2fg' = 2f'g$, met bijbehorende randvoorwaarden.

De oplossingen van deze vergelijkingen zijn nog steeds exacte oplossingen van de Navier-Stokes vergelijkingen en daarom zijn ze van groot belang

⁵ *Journal of Engineering Mathematics*, 34, p. 1-2, 1998, Editors D. Dijkstra, J.G.M. Kuerten & H.K. Kuiken.

⁶ Van de Klundert, L.M., Niessen, E.M.J., and Zandbergen, P.J., 'Electromagnetic response of composite superconducting wires', *Journal of Engineering Mathematics*, 26, p. 231-265, 1992.

voor de kennis van existentie en eenduidigheid van oplossingen van deze basisvergelijkingen van de hydrodynamica. Het was bekend dat er voor s in het interval $-1.35 < s < -0.161$ geen oplossingen zijn. Eerder onderzoek had een singulariteit gepostuleerd in de rechtergrens van deze ongelijkheid. Samen met Douwe Dijkstra toonde Piet aan middels een verfijnde numerieke techniek dat er in feite een vertakking is naar een tweede oplossingstak in $s = -0.16054$. Bij het vervolgen van deze tak, die terug buigt naar positieve waarden van s , vonden zij een derde tak in $s = +0.07452563$. Dit proces zet zich voort en zij vonden voor waarden in de buurt van $s = 0$ oneindig veel oplossingen. Dit geldt ook voor het oorspronkelijk probleem van Von Kármán. In een reeks van opmerkelijke publicaties brachten Dijkstra en Zandbergen deze eigenschappen aan het licht en zij werden uitgenodigd een samenvattend overzicht te schrijven, een zeer veel geciteerd artikel, in de *Annual Reviews of Fluid Mechanics*.⁷ Met de groep van Jorrit Mellema, Complexe Vloeistoffen, werkte Piet samen op het gebied van druppels.

Een belangrijk probleem in de vloeistoffysica is de turbulente stroming. Voor het begrijpen hiervan is numerieke simulatie een vitaal instrument. Het Reynoldsgetal, Re , van een stroming bestaat uit het product van een karakteristieke lengte en een karakteristieke snelheid, gedeeld door de viscositeit van de vloeistof. Een moeilijkheid bij turbulentie is dat de schaalverhouding tussen de grootste wervels en de allerkleinste bijzonder groot is. Het aantal roosterpunten dat nodig is om ze alle te bevatten is van de orde $Re^{9/4}$. Als men zich dan bedenkt, dat Re in veel praktische turbulente stromingen erg groot is, voor schepen en vliegtuigen van de orde 10^8 - 10^{10} , is het duidelijk dat ook met de krachtigste computers de exacte berekening, in het vakjargon DNS, Direct Numerical Simulation, alleen mogelijk is voor relatief lage Re . Een methode, die bekend staat als LES, Large Eddy Simulation, berekent de grote wervels exact en benadert de kleine wervels met een geschikt model. Piet raakte in deze materie geïnteresseerd en dit leidde tot het proefschrift van Bert Vreman in 1995, waarbij ook Bernard Geurts en Hans Girard nauw betrokken waren.

⁷ Dijkstra, D., Zandbergen, P.J., 'Von Kármán Swirling Flows', *Annual Reviews of Fluid Mechanics*, 19, p. 465-491, 1987.

Alvorens de verdere loopbaan van Piet te vervolgen, volgt hier wat meer over zijn persoonlijk leven. Na enige jaren gewoond te hebben in de Henri Dunantlaan in Boekelo, betrokken Piet en zijn partner Jo Zaalberg in datzelfde dorp een boerderij aan de Weleweg. Dit was zeer naar de zin van Piet die, hoewel stadsmens van geboorte, geknipt was voor het landelijk leven naast zijn wetenschappelijk bestaan. Hij had er een groentetuin en hield er kippen, ganzen en schapen. De schapen hielp hij bij het lammeren en slechts enkele malen moest hij daarbij de hulp inroepen van zijn burens, die professionele boeren waren. Naast al deze bedrijvigheden, speelde Piet ook viool en had hij een tijdlang les van de in Twente bekende violist Maurits van den Berg. In Twente is het gebruik op het platteland om met Nieuwjaar alle 'noabers' (naaste burens) te bezoeken en een borreltje of iets dergelijks te drinken. Piet, die dat na één borreltje al genoeg vond, wist de volgende te vermijden. Hij vroeg aan de buurman of die zuinig op zijn gereedschap was en toen deze bevestigend antwoordde, zei Piet dat zijn hersens zijn gereedschap vormden en dat hij die niet aan overmatig alcoholgebruik wild blootstellen. Hierna werd hij er nooit meer op aangekeken als hij drank afsloeg.

Jo Zaalberg overleed in 2000, enkele jaren later trouwde Piet in het huidige museum MORE in Ruurlo, destijds het stadhuis, met Hanneke Meyer, een al even grote liefhebber van tuinieren, die zich op de boerderij thuis voelde. Hanneke had uit een eerder huwelijk al kinderen en kleinkinderen, die al spoedig ook die van Piet waren. Piet genoot van deze voor hem nieuwe ervaring en straalde dat ook uit. Vrienden en bekenden waren altijd op de boerderij welkom. Een herinnering aan zijn vliegtuigbouwverleden was de *flightsimulator*, die hij had aangeschaft en waaraan hij in Boekelo veel plezier beleefde.

Binnen de KNAW maakte Piet deel uit van de Sectie Technische Wetenschappen en was hij adviserend lid van de Sectie Wiskunde. Zoals in alle andere gevallen, vielen ook in deze omgeving al spoedig zijn bestuurlijke kwaliteiten op. Piet nam actief deel aan het werk binnen de bovengenoemde secties en in de Afdeling Natuurkunde. In 1990 werd hij voorzitter van de Afdeling Natuurkunde, welke functie hij tot 1996 vervulde. Pieter Drenth was toentertijd president van de KNAW.

In 1996 volgde Pieter Zandbergen, inmiddels was Piet Pieter geworden, Pieter Drenth op als president. In deze periode was Rob Reneman voorzitter van de Afdeling Natuurkunde en vicepresident. Alle drie deze presidenten hadden, naast de gewone dagelijkse leiding van de Akademie, vooral veel werk aan het institutenbeheer. Er waren in die tijd in Nederland nogal wat zelfstandige wetenschappelijke instituten, die rechtstreeks onder de Minister van Onderwijs en Wetenschappen ressorteerden. Tijdens de kabinetsperiode van Wim Deetman nam de regering het besluit om zich van deze instituten te ontdoen, omdat de Minister onvoldoende zicht had op wat zich in deze instituten afspeelde. NWO (Nederlandse Wetenschappelijke Organisatie) en de KNAW waren instanties die al instituten beheerden, zodat de oplossing werd gezocht in het daar onderbrengen van de bovengenoemde zelfstandige instituten (exacte vakken bij NWO en medisch-biologisch bij de KNAW). De instituten hadden zelf echter inspraak in de uiteindelijke beslissing. Pieter en zijn medebestuurders kregen in hun bestuursperiode met drie moeilijke problemen te maken. In de eerste plaats deze instituten, die vreesden hun onafhankelijkheid te verliezen en soms moeite hadden een keus te maken tussen NWO en KNAW. In hun ogen waren ze bij NWO dichtbij de onderzoekfondsen, maar onder streng toezicht, terwijl onder de KNAW het toezicht – naar zij vermoedden – minder streng zou zijn, doch de financiën minder duidelijk. Het tweede probleem was dat de KNAW, bij overname van een instituut, voldoende financiële waarborgen van de overheid moest verlangen, niet alleen voor lopende kosten, maar ook voor onderhoud van de gebouwen. Het derde probleem was dat nogal wat KNAW-leden grote moeite hadden met de rol van van de Akademie als institutenbeheerder, daar zij vreesden dat dit in strijd was met haar rol als onafhankelijke wetenschapsadviseur.

Tijdens zijn presidentschap had Pieter zeer veel werk aan deze organisatorische onderneming. Daarbij kwam zijn grote, in Twente opgedane, bestuurlijke ervaring hem zeer van pas. Zoals Pieter Drenth mij schreef: 'Hij was bedachtzaam, redelijk, wijs en niet emotioneel, althans hij liet emoties niet blijken'. In deze tijd speelde zijn oog hem parten. Daarin trad een zeer bedreigende ontsteking op. Gelukkig werd dit na enige tijd een 'slapende' ontsteking. Tot overmaat van ramp kreeg hij enige tijd later staar in zijn oog. Aanvankelijk durfden artsen een operatie niet aan uit vrees dat de ontsteking opnieuw actief zou worden. Ten slotte werd toch een staaroperatie

uitgevoerd door een oogarts die het aandurfde, met goed gevolg, zodat zijn gezichtsvermogen behouden bleef.

Gedurende zijn functies bij de KNAW, die duurden tot aan zijn emeritaat, zette Pieter zijn wetenschappelijk werk voort. In deze periode richtte hij zich op de numerieke berekening van niet-lineaire watergolven. Voor kleine amplituden kunnen watergolven worden geanalyseerd met de werken van de meesters uit de negentiende eeuw: Cauchy, Stokes en Kelvin. Voor steile golven met grote amplitude schieten deze tekort. Dit soort golven komt op grote schaal voor. Niet alleen in de oceanen, maar bijvoorbeeld ook bij de wisselwerking tussen grote drijvende objecten en watergolven. Alleen numerieke berekening kan hier uitkomst bieden. Door Pieter en zijn promovendi werden verschillende numerieke technieken ontwikkeld, zoals panelmethoden om bestaande programma's te verfijnen en nauwkeuriger te maken.⁸

In het totaal had Pieter vierentwintig promovendi. Hij besteedde grote aandacht aan hun begeleiding, ook in tijden waarin hij belast was met belangrijke bestuurlijke taken. Met vele van hen onderhield hij contact, ook lang na de promotie.

Voor zijn verdiensten ontving hij vele onderscheidingen, waaronder Ridder in de Orde van de Nederlandsche Leeuw (1991), Erepennig Universiteit Twente (1998) en Commandeur in de Orde van de Nederlandsche Leeuw (1999).

Na zijn pensionering in 1998 woonde Pieter samen met Hanneke nog een aantal jaren op de boerderij in Boekelo. Daar genoten ze van de tuin en de dieren. Met het klimmen der jaren werd dit leven toch te zwaar en verhuisden ze naar Barchemseweg 19^a in Lochem, het dorp waar de *roots* van Hanneke liggen en waar haar twee broers wonen.

Omstreeks 2015 begonnen zich bij Pieter tekenen van geheugenverlies en traagheid van reageren te vertonen. In 2016 kreeg hij een hartaanval, waarbij hij op zijn hoofd viel met hersenletsel als gevolg. Eind december 2016 kreeg

⁸ Broeze, J., van Daalen, E.F.G., Zandbergen, P.J., 'A three-dimensional panel method for nonlinear free surface waves on vector computers', *Computational Mechanics*, 13, p. 12-28, 1993.

hij een plek in verzorgingstehuis Tusselerhof in Lochem, waar hij goed werd verzorgd en waar Hanneke hem dagelijks bezocht. Hanneke zelf, in successie door fysieke ongemakken geplaagd, verhuisde uiteindelijk eveneens naar Tusselerhof, zij het naar een andere afdeling. Op 12 januari 2018 overleed Pieter in Tusselerhof in het bijzijn van zijn goede vriend Eric André de la Porte. Daarmee kwam een einde aan het leven van een man die zijn vele gaven van hart en hoofd ten volle heeft gebruikt voor familie, wetenschap en maatschappij. Daarom zal hij met dankbaarheid en respect in onze herinnering voortleven.

Bij het schrijven van dit bericht heb ik van vele kanten informatie gekregen. Daarvoor dank ik Hanneke Zandbergen, Hennie Zandbergen, Naik van Duijn-Nijssen, en voorts Fred Abbink, Douwe Dijkstra, Pieter Drenth, Rob Reneman en Egbert van Spiegel.