

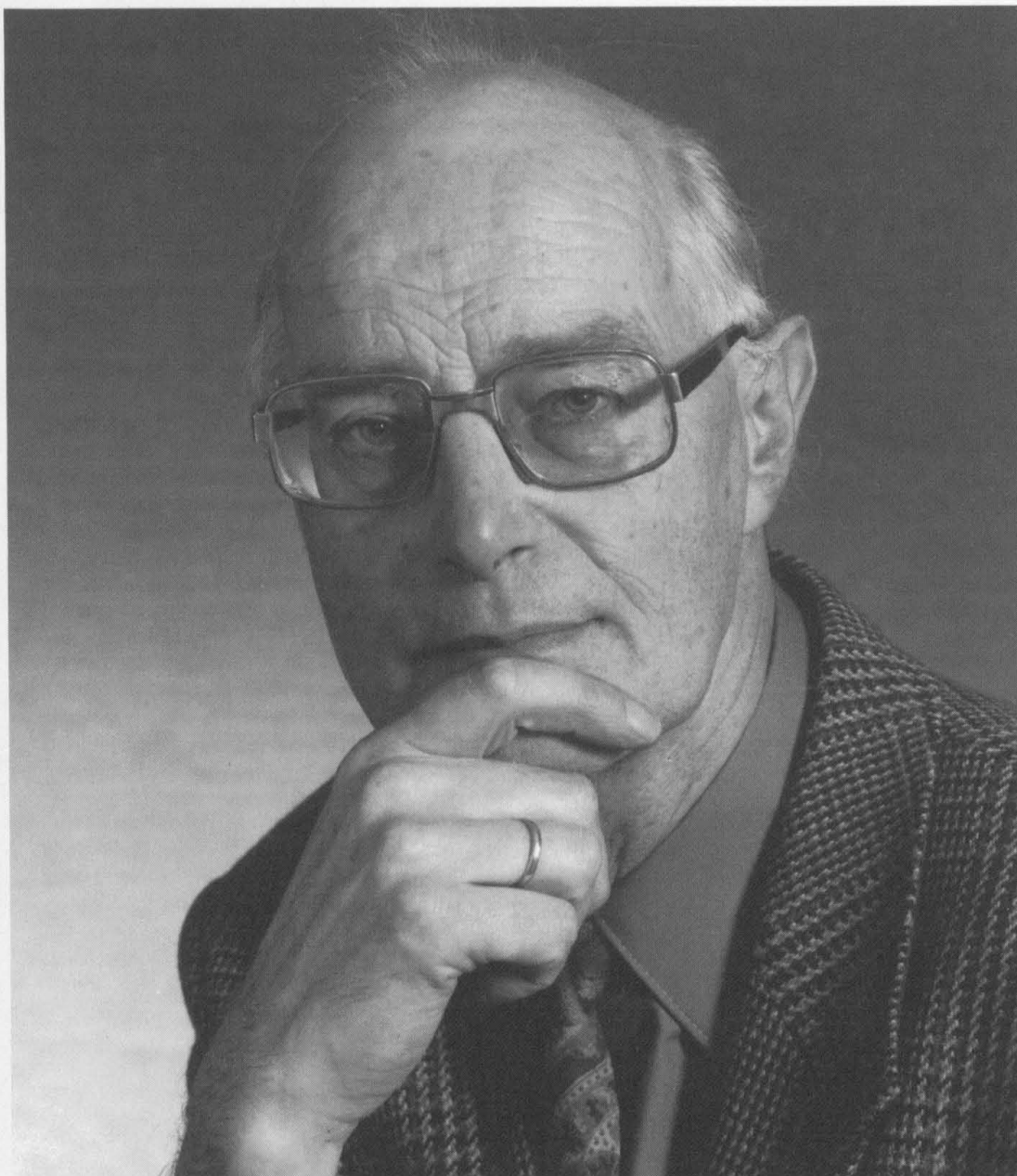
Citation:

A. Verruijt & J. Witteveen, Levensbericht F.K. Ligtenberg, in:
Levensberichten en herdenkingen, 2001, Amsterdam, pp. 43-48

Levensbericht door A. Verruijt en J. Witteveen

Frans Karel Ligtenberg

15 december 1922 – 25 augustus 1999



Frans Karel Ligtenberg

Frans Ligtenberg werd op 15 december 1922 in Den Haag geboren. Hij overleed op 25 augustus 1999, na een vruchtbaar leven in dienst van zijn naasten en van de ingenieurswetenschap. Hij zal in de herinnering van velen blijven als een uiterst beminnelijk man, met een grote belangstelling voor het werk van anderen, en met een vriendelijk en zacht karakter.

Ligtenberg volgde zijn middelbare schoolopleiding aan het Rijnlands Lyceum in Wassenaar, en ging in Delft weg- en waterbouwkunde studeren. Die studie werd door de oorlog onderbroken. Een groot deel van de oorlog bracht hij door als onderduiker, in de Noordoostpolder, na een vlucht uit een trein op transport naar Duitsland. Na de bevrijding vervolgde hij zijn studie in Delft, waar hij in november 1950 het diploma van civiel ingenieur behaalde, met lof. Zijn buitengewone gaven waren tijdens de studie al opgevallen aan prof. ir. C.G.J. Vreedenburgh, de toenmalige hoogleraar toegepaste mechanica, die hem in december 1947 uitnodigde om student-assistent te worden. Na zijn afstuderen kwam hij als wetenschappelijk ambtenaar in dienst van de Technische Hogeschool in Delft, met als belangrijkste taak het opzetten van een laboratorium voor experimenteel spanningsonderzoek.

Hij realiseerde zich dat de op dat moment beschikbare wiskundige hulpmiddelen eigenlijk alleen geschikt waren voor ontwerpberekeningen van constructies bestaande uit staven of balken. Voor constructies die niet opgebouwd kunnen worden uit onderdelen waarvan één afmeting veel groter is dan de andere, was de berekening aanmerkelijk minder eenvoudig. Zelfs voor gevallen met één afmeting die veel kleiner is dan de beide andere (platen of schijven) leidt de wiskundige beschrijving tot partiële differentiaalvergelijkingen van de vierde orde, en de oplossing daarvan was in die tijd alleen voor een paar eenvoudige geometrische vormen mogelijk. Ligtenberg zocht voor deze problemen naar een 'andere weg', die hij vond in het experimenteel spanningsonderzoek, aan de hand van schaalmodellen. Hij stelde dat op deze wijze naast de wiskunde ook de natuurkunde als hulpwetenschap voor de toegepaste mechanica gebruikt werd. Zijn systematische onderzoek van de experimentele technieken, en zijn originele bijdragen daaraan, leidden er toe dat hij al snel belast werd met het geven van colleges over experimenteel spanningsonderzoek, waarover in 1953 een uitstekende collegehandleiding verscheen bij de studentenuitgeverij in Delft. Het boek bevat een overzicht van de methoden van experimenteel onderzoek aan constructies, met foto-elasticiteit, metingen van vervormingen met rekstrookjes, bepaling van invloedslijnen aan de hand van modellen van constructies met een extra vrijheidsgraad, en met als hoogtepunt een aantal grafische technieken, zoals de door hem ontwikkelde Moiré-methode voor de bepaling van krommingen van platen. De onderwijsopdracht werd in 1958 door de TH geformaliseerd, maar van een verdere academische carrière heeft hij bewust afgezien. Hij achtte zichzelf, door zijn zachte stem, niet goed in staat om voor grote groepen studenten college te geven, en gaf er de voorkeur aan geen hoogleraar te worden, maar onderzoek te blijven doen.

De reputatie van Ligtenberg is aanvankelijk vooral gebaseerd op de ingenieuze wijze waarop hij het Moiré-effect tot een nauwkeurige meetmethode uitwerkte. Dit effect treedt op als twee stelsels van lijnen, waarvan het ene over een geringe afstand ten opzichte van het andere is verschoven, over elkaar worden geprojecteerd of afgebeeld. In het dagelijks leven ziet men dit effect bijvoorbeeld bij de interferentie van de lijnenpatronen op bewegende vitrages. Hij ontwikkelde een effectieve meetmethode voor de bepaling van de hellingen van een belaste modelplaat van perspex met een spiegelend oppervlak, door twee fotografische opnamen te maken van de weerspiegeling van een stelsel van evenwijdige zwarte lijnen, één in onbelaste toestand en één na belasting van het model. Als de beide opnames over elkaar worden afgedrukt leidt dit tot een interferentiepatroon waarin de Moiré-lijnen hoogtelijnen zijn van de hellingsverandering van het model (de eerste afgeleide van de verplaatsing in de richting loodrecht op het lijnenstelsel). Hij leidde langs theoretische weg af dat de nauwkeurigheid van de methode nog vergroot kan worden door het vlak met de evenwijdige rechte lijnen niet precies vlak te maken, maar enigszins gekromd. Door dat vlak een kwartslag te draaien en nogmaals twee opnamen te maken kan men de afgeleide in de andere richting bepalen. De meetopstelling bestaat uit een draaibaar, enigszins gekromd, vlak, met een stelsel van evenwijdige zwarte lijnen, en een camera in het centrum. Die camera kan opnamen maken van de weerspiegeling van het lijnenstelsel door het op enige afstand geplaatste model. Voor de bepaling van de krommingen (en dus de voor de ingenieur zo belangrijke buigende momenten) moet nogmaals een afgeleide worden bepaald. Het is karakteristiek dat Ligtenberg ook dat liefst grafisch deed door de figuur met de Moiré-lijnen tweemaal af te drukken, en deze dan over een kleine afstand over elkaar te verschuiven. Ook karakteristiek voor hem is dat hij in zijn eerste publicatie over de methode, in *De Ingenieur*, vermeldt dat lezers bij hem enige vellen van het papier met de nauwkeurig geconstrueerde stelsels van evenwijdige lijnen kunnen verkrijgen, zodat ze de methode ook zelf kunnen gebruiken. Met de Moiré-methode kan men nauwkeurig de veranderingen van de hellingen tussen twee opnamen bepalen. Het is daartoe niet nodig dat het model zelf aanvankelijk nauwkeurig vlak is, een belangrijk voordeel, dat het toepassen van de methode eenvoudig en goedkoop maakt. Deze methode om de momenten in vlakke platen te bepalen werd internationaal zeer bekend, en vele in Delft vervaardigde Moiré-apparaten vonden hun weg naar het buitenland.

In 1958 stapte hij over naar TNO, waar in die tijd het Instituut voor Bouwmaterialen en Bouwconstructies (IBBC, thans TNO Bouw) werd opgericht. In 1960 werd hij directeur van dat instituut. In die tijd was het nog gebruikelijk dat de man met de beste wetenschappelijke kwaliteiten directeur werd. Dat zijn stijl van leidinggeven wellicht wat bijzonder was, was blijkbaar geen bezwaar. Het instituut ontwikkelde zich onder zijn leiding tot een belangrijke adviseur bij vele belangrijke en grote constructies. Ligtenberg bleef daarbij zelf de wetenschappelijke leider van het

instituut. Hij was een directeur waar de medewerkers naartoe gingen als ze er zelf niet meer uit kwamen, en die belangrijke proeven zelf leidde, en ook nog belangrijke bijdragen leverde aan de verdere ontwikkeling van de experimentele technieken. Hij liet zich daarbij inspireren door talloze problemen uit de bouwpraktijk, waaronder de berekening van lasconstructies, waarvoor hij een internationale proevenserie organiseerde. Later werden de ISO-rekenregels daarop gebaseerd. Een typerend voorbeeld van zijn stijl van werken is de ontwikkeling van een methode om de spanningsverdelingen te bepalen in elementen van materialen met niet-lineaire eigenschappen, zoals beton of staal, die elasto-plastisch gedrag vertonen. Een lineaire respons kan worden gemodelleerd door de opwaartse kracht op een in water drijvend blok hout of kunststofschuim. De opwaartse kracht van het water is dan evenredig met de verplaatsing. Het aardige van dit model is echter dat bij volledige onderdompeling de tegendruk van het water niet verder toeneemt, maar constant blijft. Zo kan dus plastisch gedrag gemodelleerd worden, met een gelijkblijvende spanning bij toenemende vervorming. Zelfs kan het sterk niet-lineaire gedrag van beton worden gemodelleerd, door de doorsnede van het drijvende blok afhankelijk te maken van de diepte. En ook kan een materiaal bestaande uit twee materialen (bijvoorbeeld beton en staal) worden gemodelleerd door de lengte of breedte van de modelonderdelen aan te passen aan het te modelleren materiaal. De foto's van de opstellingen in de publicaties laten Ligtenberg's voorkeur voor eenvoudige proefopstellingen zien: de belastingssystemen zijn opgebouwd uit Meccano-onderdelen.

De experimentele technieken die Ligtenberg zo na aan het hart lagen, en waarin zijn creativiteit zo mooi naar voren kwam, vonden in de wereld veel bewondering en erkenning. In Nederland leidde het tot zijn benoeming tot lid van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen in 1971. Hij kreeg de Spoorweprijs van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, en was Officier in de Orde van Oranje-Nassau.

Met de ontwikkeling van numerieke rekenmethoden door het beschikbaar komen van steeds snellere en krachtige computers is het experimentele onderzoek thans enigszins naar de achtergrond gedrongen. Ligtenberg heeft overigens al vroeg de potentiële kracht van numerieke rekenmethoden ingezien, en in zijn instituut een sterke numerieke groep tot ontwikkeling laten komen. En hij volgde de moderne ontwikkelingen met veel plezier en enthousiasme. Graag gaf hij zijn jongere medewerkers de ruimte tot het ontwikkelen van basisalgoritmes, naast de ontwikkeling van effectieve hulpmiddelen voor de advisering van de klanten. Zelf was hij betrokken bij de advisering over een groot aantal belangrijke constructies, en bij het onderzoek naar de oorzaak van grote ongevallen, zoals het bezwijken van de brug op Curaçao tijdens de bouw.

Ligtenberg ontwikkelde geleidelijk grote belangstelling voor bouwresearch in algemene zin. Hij maakte deel uit van vele werkverbanden en commissies op dit

gebied, en publiceerde er ook over. Ook had hij veel aandacht voor onderzoek op het gebied van de veiligheid van constructies (bijvoorbeeld bij brand) en voor normalisatie. Zijn gedachten sloten goed aan bij die van de oprichters van de Stichting Technische Wetenschappen (STW) en hij werd lid van het eerste Bestuur van STW. De combinatie van wetenschappelijke kwaliteit en praktische bruikbaarheid van de onderzoeksresultaten spraken hem sterk aan, evenals de stimulering van samenwerkingsverbanden tussen onderzoekers en gebruikers van het onderzoek.

Na zijn pensionering bij TNO, in 1987, heeft hij zich veel met de levende natuur beziggehouden, met name op het gebied van de mycologie (paddestoelen). Hij ontwikkelde zich tot de nationale expert op het gebied van de myxomyceten binnen de Nederlandse Mycologische Vereniging. Ook bij de KNAW verscheen hij nog vaak. In vergaderingen van niet te grote omvang, zoals in Sectievergaderingen, kon hij zijn heldere en vaak originele gedachten uitstekend kwijt. Hij zal in de geschiedenis van de toegepaste mechanica voortleven als een van de pioniers op het gebied van modelonderzoek.

