



De Dynamiek van Dynamica



door
Prof.dr.ir. André de Boer



Universiteit Twente
de ondernemende universiteit

De Dynamiek van Dynamica

Rede uitgesproken bij het
aanvaarden van het ambt
van hoogleraar

Technische Mechanica

aan de
faculteit Werktuigbouwkunde
van de Universiteit Twente
op donderdag 15 maart 2001
door

Prof.dr.ir. André de Boer

Inleiding

Mijnheer de Rector Magnificus, Dames en Heren

De afgelopen tijd is regelmatig de vergrijzing van de universiteit in het nieuws geweest. Door de moeilijke tijden in de tachtiger jaren is er geen evenwichtige leeftijdsopbouw van het universitair personeel en dreigt er een tekort aan wetenschappers getuige het rapport 'Talent voor de Toekomst, Toekomst voor Talent' van de commissie Van Vucht-Tijssen. Eén van de maatregelen om dit tekort tegen te gaan is de instelling van de zogenaamde 'Van der Leeuwleerstoel'. Doel van deze leerstoel is jonge veelbelovende wetenschappers eerder tot hoogleraar te benoemen naast de zittende hoogleraar, die binnen vier jaar met emeritaat zal gaan. Deze dakpanconstructie is daarmee eigenlijk een instrument dat vooruitloopt op het hanteren van het loopbaanbeginsel i.p.v. het formatiebeginsel in het universitaire personeelsbeleid, zoals dat door de commissie Van Vucht-Tijssen werd bepleit.

Eén van deze 'Van der Leeuwleerstoelen' is toegekend aan de vakgroep Technische Mechanica & Kunststoffen voor de opvolging van prof. Henk Tijdeman, met als resultaat dat ik vandaag hier sta.

Voordat ik u een overzicht zal geven over de inhoud van mijn oratie, wil ik nog even terugkomen op de 'Van der Leeuwleerstoel'. Wat ik me namelijk afvroeg was naar wie de leerstoel is vernoemd. Na enig speurwerk kreeg ik van dr. Zijdeveld van de Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) het antwoord. De leerstoel is vernoemd naar Prof. dr. G. van der Leeuw (1890 - 1950). Hij was een internationaal vermaard hoogleraar Theologie aan de Rijksuniversiteit Groningen en daarnaast de eerste naoorlogse minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen en tevens de eerste voorzitter van de stichting voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek (ZWO), de voorgangster van NWO. Redenen om hem te eren waren zijn grote inzet voor vraagstukken van hoger onderwijs; zijn relatie met de begintijd van ZWO was daarbij mooi meegenomen.

De inhoud van mijn oratie is mede bepaald door de vele vragen die ik na mijn benoeming heb gekregen over de inhoud van de hoogleraarfunctie. Er blijken zeer uitlopende denkbeelden te bestaan over wat een professor doet. De één denkt dat hij vooral thuis in boeken zit te neuzen, de ander denkt dat hij alleen maar colleges geeft en dus in de reguliere vakanties op

zijn lauweren kan rusten, weer een ander denkt aan een soort verstrooide Willie Wortel. Een ander interessant beeld werd geschetst door de stage-coördinator van mijn zoon Ralph in een fax over de opzet van zijn eindopdracht. Hierin schreef ze dat Ralph moest aangeven uit welke referenties hij zijn kennis haalde want alleen 'professoren hebben eigen kennis'.

In de rest van mijn oratie zal ik ingaan op de hoofdtaken waar ik als hoogleraar mee te maken heb, namelijk:

- Onderzoek op het gebied van de dynamica
- Onderwijs op het gebied van de dynamica en mechanica
- Opdrachtverwerving voor het dynamicaonderzoek
- Organisatie van de dynamicagroep

Aan u te oordelen of er dynamiek in zit.

Op alle 4 gebieden heb ik te maken met een structuur die reeds is opgezet door degene die ik opvolg, prof. Henk Tijdeman. Gezien de hoeveelheid studenten (90) en het enthousiasme van de vakgroepmedewerkers en de 5 promovendi is deze structuur succesvol en dus een goede basis om op voort te borduren.

Verder kon prof. Henk Grootenboer het faculteitsdecaanaat en het voorzitterschap van de vakgroep Biomedische Werktuigbouwkunde niet langer verenigen. Omdat ik afgestudeerd en gepromoveerd ben op het gebied van de biomechanica heb ik dit voorzitterschap ook op me genomen. Ook aan deze functie zal ik enige aandacht besteden in mijn oratie.

Onderzoek

De blauwdruk van de huidige onderzoekslijn binnen de vakgroep is te vinden in de oratie uitgesproken door prof. Henk Tijdeman op 17 maart 1988 (Ref. 1). Ik heb de ontwikkelingen kunnen volgen doordat ik, als onderzoeker van het Nationaal Luchtvaart- en Ruimtevaart Laboratorium (NLR), vanaf het begin betrokken ben geweest bij de begeleiding van in totaal zo'n 15 studenten uit de vakgroep Technische Mechanica (TM).

Voor de hoofdafdeling Constructies en Materialen van het NLR was de samenwerking met de vakgroep Technische Mechanica zeer waardevol omdat nadat een student was afgestudeerd, op een nieuwe afstudeerder kon worden gerekend die verder ging waar de laatste was gebleven. Via deze dakpanconstructie kon een fundamentele onderzoekslijn in stand worden gehouden. De dagelijkse begeleiding van de studenten lag in handen van het NLR maar daarnaast was er eens in de 2 à 3 maanden een voortgangsbespreking met de student en de betrokkenen bij het NLR en die van de vakgroep TM. Een dergelijke bespreking was nuttig voor de student maar ook zeer waardevol voor de NLR onderzoekers omdat er stevig werd gediscussieerd over het onderzoek hetgeen soms nieuwe inzichten opleverde. Mede door de constante stroom van afstudeerders hebben we bij het NLR nieuw interessant onderzoek kunnen opstarten op het gebied van de dynamica. Voor andere onderzoeksrichtingen heeft de hoofdafdeling Constructies en Materialen ook geprobeerd iets dergelijks op te zetten met vakgroepen op andere universiteiten maar helaas is dat nooit echt van de grond gekomen.

Destijds is bij de vakgroep TM gekozen voor een aanpak van bovenkritische activiteiten, m.a.w. alle beschikbare capaciteit inzetten voor een beperkt aantal onderzoeksgebieden die ook nog eens relevant zijn voor de industrie. Het onderzoek is een goede balans tussen het ontwikkelen van analytische en numerieke rekenmodellen, en het ontwerpen en uitvoeren van slimme experimenten. Zowel de rekenmodellen als de experimenten verhogen het inzicht en met de experimentele resultaten kunnen de rekenmodellen worden gevalideerd. Bijkomend voordeel is dat een student kan kiezen uit afstudeeronderwerpen op experimenteel, numeriek, theoretisch of ontwerp gebied. Getuige de hoeveelheid studenten die de afgelopen jaren bij de vakgroep TM zijn afgestudeerd, die momenteel bezig zijn en die dit van plan zijn, slaat deze aanpak goed aan. Deze aanpak slaat ook aan bij bedrijven, waarbij een aantal bedrijven en onderzoekinstellingen zoals SKF, CORUS,

TNO en NLR zelfs een verdergaande samenwerking zijn aangegaan of dit op korte termijn zullen gaan doen. Daarbij worden promovendi bekostigd voor onderzoek waar zowel de bedrijven als de vakgroep in zijn geïnteresseerd en expertise in hebben. Op deze manier wordt 'derde geldstroom' geld zeer effectief en naar volle tevredenheid van de bedrijven en instituten ingezet. De stelling 'De universiteiten vinden geld wel fijn, maar het wordt nooit gebruikt waar het voor is bedoeld' van prof. Jan de Wit, staff director technology van Akzo Nobel (Ref. 2), gaat hier beslist niet op. Een extra motivatie van de bedrijven voor deze samenwerking is dat zij dicht bij de bron van nieuwe mechanica ingenieurs zitten. Op haar beurt kan de vakgroep TM de opgedane ervaring weer gebruiken voor het onderwijs zodat de studenten van de laatste ontwikkelingen op de hoogte blijven.

Ik gaf eerder aan dat gekozen was voor een aanpak van bovenkritische activiteiten. Deze betroffen volgens de oratie van Tijdeman de onderzoeksgebieden:

- Dynamica en akoestiek,
- Thermomechanische vervormingsprocessen,
- Biomechanica.

Inmiddels is de Biomechanica ondergebracht bij een aparte vakgroep 'Biomedische Werktuigbouwkunde' en is 'Kunststoffen' nu de derde onderzoeksgroep binnen de vakgroep die dientengevolge Technische Mechanica en Kunststoffen (TMK) is gaan heten.

De groep 'Thermomechanische vervormingsprocessen' wordt geleid door prof. Han Huetink, de Kunststoffengroep door dr. Remko Akkerman en de Dynamica en akoestiek groep door prof. Henk Tijdeman. Het zal u niet verbazen dat ik in de rest van mijn oratie vooral zal ingaan op het onderzoek in deze laatste groep.

De groep dynamica en akoestiek, bestaande uit vaste medewerkers, promovendi en studenten, heeft door haar manier van onderzoek doen samen met bedrijven en onderzoeksinstituten een goede positie verworven op het gebied van:

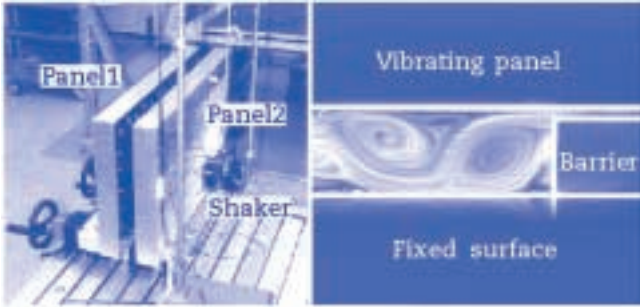
- de dynamica van kogellagers,
- interactie tussen geluid en constructie.

Het onderzoek naar het dynamisch gedrag van kogellagers wordt samen met de vakgroep Tribologie uitgevoerd voor SKF. Deze samenwerking is een goed voorbeeld van wat een langetermijncontract tussen een bedrijf en de vakgroep voor positieve resultaten kan opleveren.

Het onderzoek op het gebied van geluid richt zich vooral op de interactie tussen een trillende constructie en het medium (bijvoorbeeld lucht) waarin de constructie zich bevindt. Als een constructie trilt brengt deze het omringende medium in beweging, waardoor drukverschillen ontstaan, hetgeen zich kan manifesteren als hoorbaar geluid. Geluid om van te genieten tijdens concerten bijvoorbeeld, of om van te worden afgeschermd als het als lawaai overkomt. In beide gevallen hebben mensen er geld voor over. Omgekeerd kunnen drukgolven in een medium een constructie laten trillen, denk bijvoorbeeld aan het trillen van het trommelvlies als iemand praat. Trillingen in een constructie en geluidstrillingen kunnen *elkaar* dus beïnvloeden en moeten in dergelijke gevallen gekoppeld worden geanalyseerd. Doel van het onderzoek dat bij de Dynamica & Akoestiek groep wordt uitgevoerd is het reduceren of wel dempen van trillingen en geluid in situaties waarbij interactie (tussen constructie en geluid) optreedt en het begrijpen van de mechanismen die hieraan ten grondslag liggen. Zo is de afgelopen jaren onderzoek gedaan naar het reduceren van geluid dat door een wand wordt afgestraald. Daarbij kan de wand in trilling worden gebracht door mechanische excitatie, bijvoorbeeld een boormachine in een muur of door akoestische excitatie zoals de geluidsinstallatie van de kinderen die hard aan staat als vader en moeder niet aanwezig zijn.

Een manier om geluid dat door een dergelijke wand wordt afgestraald te verminderen, is door de wand op te bouwen uit twee panelen met daartussen een dunne luchtlaag. Door de Technologiestichting STW betaald onderzoek in de vakgroep TMK heeft aangetoond dat als de luchtspleet voldoende dun is, de viskeuze effecten van de lucht een aanmerkelijke bijdrage gaan leveren aan de demping van de trillende wanden. Deze demping kan zelfs nog worden verhoogd door in de spleet barrières aan te brengen. Hierdoor ontstaan vlak achter de barrières wervels die extra bijdragen aan de demping. In figuur 1 ziet u wat er in een dergelijk geval in de spleet gebeurt.

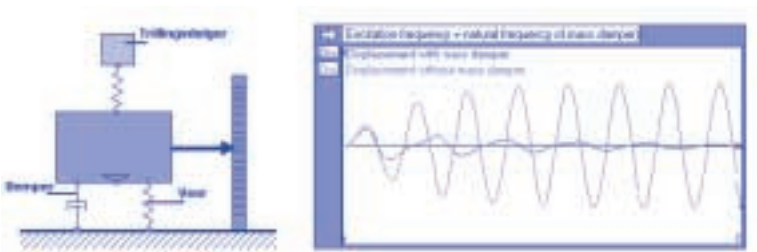
Een voorbeeld van een toepassing waar onderzoek aan wordt gedaan is de oliepan van een DAF truck. Vanwege de steeds hogere geluidseisen die door autoriteiten worden gesteld aan het vrachtverkeer, wil DAF o.a. het geluid dat door een oliepan wordt afgestraald reduceren, met als randvoorwaarde dit te realiseren met een minimale toename in gewicht, liefst nog met een reductie in gewicht. Ir. Tom Basten is momenteel bezig met het schrijven van een proefschrift over dit onderzoek.



Figuur 1. Extra viskeuze demping in een dunne luchtspleet met barrières t.g.v. wervelloslating.

De laatste jaren wordt naast manieren om geluid te reduceren door trillingen passief te dempen ook steeds meer gekeken naar actieve dempingmethoden. Voordat ik hier verder op in ga zal ik u eerst uitleggen wat met actief dempen wordt bedoeld.

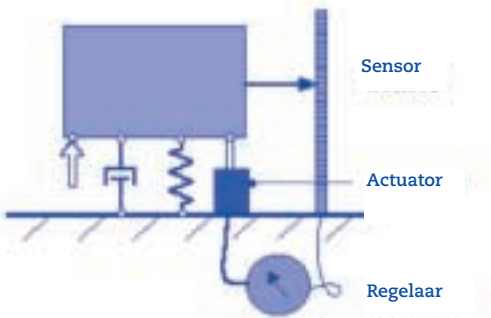
Stel ik heb een massaveersysteem dat door een harmonische kracht wordt aangestoten met een bepaalde frequentie. Als de frequentie van de kracht in de buurt komt van de eigenfrequentie van het massaveersysteem zal de trillingsamplitude heel groot worden. Deze kan worden verminderd door een extra massaveersysteem, ook wel trillingsdelger genoemd, op het bestaande systeem te plaatsen. De trillingsdelger heeft een eigen frequentie die overeenkomt met de aanstootfrequentie van de kracht. Het extra systeem zal als het gaat trillen een tegenwerkende kracht op het oorspronkelijke massaveersysteem uitoefenen en op die manier de trillingsamplitude reduceren (zie figuur 2).



Figuur 2. Responsie van massa-veer-demper systeem met en zonder trillingsdelger aangestoten met zelfde frequentie als eigenfrequentie van systeem.

De tegenwerkende kracht kan natuurlijk ook op een andere manier worden gegenereerd, bijvoorbeeld door een elektromagneet. In dat geval wordt de grootte van de kracht bepaald door de grootte van de stroom die door de spoel van de elektromagneet loopt.

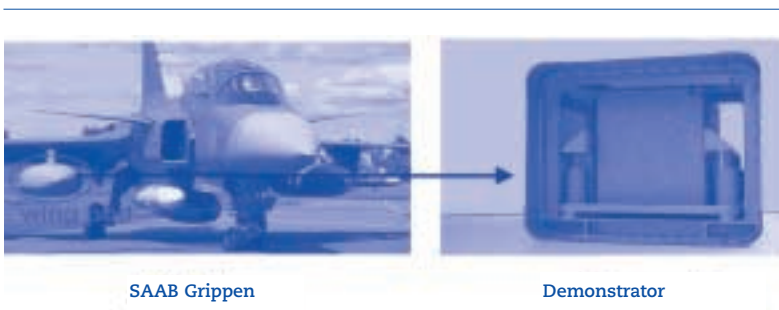
Stel dat ik weer het massaveersysteem heb dat staat te trillen en in de buurt van de eigenfrequentie grote uitwijkingen gaat vertonen. Eerst zal de tegenwerkende kracht die de elektromagneet moet leveren om het massaveersysteem 'stil' te houden klein zijn en toenemen naarmate de excitatie in de buurt van de eigenfrequentie komt. Dit houdt in dat de stroom door de elektromagneet moet toenemen naarmate de uitwijking van het ongedempte massaveersysteem groter wordt. Door nu de grootte van het verplaatsingssignaal te gebruiken als maat voor de stroom door de elektromagneet kan het systeem automatisch worden gedempt. Met een dergelijk dempingsysteem (zie figuur 3) bestaande uit een sensor (om de grootte van het verplaatsingssignaal te meten), een regelaar (om de grootte van de stroom door de elektromagneet te sturen) en een actuator (de elektromagneet die de kracht genereert) kan een constructie actief worden gedempt. Dit in tegenstelling tot passieve demping zoals met de trillingsdelger of de viskeuze luchtlaag. Een combinatie van passieve en actieve demping noemt men ook wel hybride demping. Voor de dynamica en akoestiek groep is actief dempen een nieuwe onderzoeksrichting. Door het onderzoek dat ik bij het NLR heb uitgevoerd en geleid, is actief dempen voor mij een bekend gebied. De aanstelling van mij bij de vakgroep TMK maakt het mogelijk om deze ervaring te combineren met de reeds aanwezige kennis op het gebied van trillingen en geluid, waardoor de bestaande onderzoeksrichting wordt uitgebreid met een nieuw aspect.



Figuur 3. Massa-veer-demper systeem met sensor, regelaar, actuator systeem als actief dempingsysteem

Een mogelijke toepassing voor actief dempen is het reduceren van trillingen van elektronische apparatuur in hevig trillende omgevingen zoals in helikopters, militaire vliegtuigen, 'off the road' voertuigen en marine schepen. Om er zeker van te zijn dat de apparatuur heel blijft worden er hoge eisen gesteld, hetgeen inhoudt dat elektronica-componenten voor dit soort toepassingen speciaal moeten worden geproduceerd. Gevolg is dat dit erg duur is en de allernieuwste technologie niet direct kan worden gebruikt in dit soort omgevingen. Zo worden in nieuwe militaire vliegtuigen microprocessors van een aantal jaren geleden gebruikt omdat er (nog) geen Pentium II of III processor beschikbaar is die aan de trillingseisen voldoet. Om nu toch deze elektronica te kunnen gebruiken wil men de box waarin de elektronica zit zodanig gaan ophangen dat de trillingen niet of nauwelijks worden doorgeleid naar de elektronica. Op deze manier kan men gewone goedkope standaardapparatuur gebruiken ook wel 'Commercial Off The Shelf' genoemd. Voor deze laatste Engelse omschrijving wordt altijd de afkorting COTS gebruikt. Omdat dit in het Nederlands andere associaties oproept noem ik het maar DIXONS elektronica.

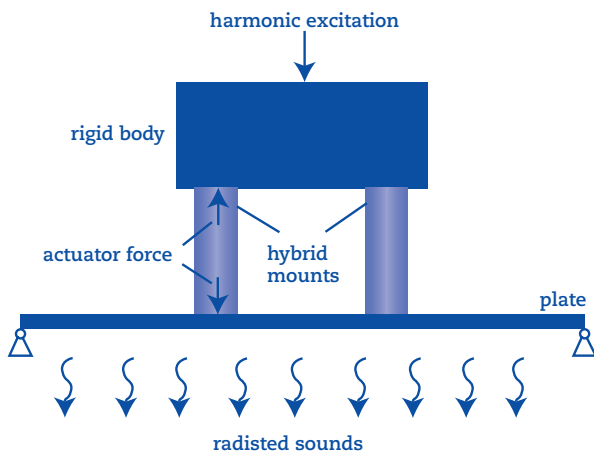
Samen met andere Europese luchtvaartlaboratoria en industrieën is in 1997 een project gestart om aan de hand van een demonstrator te evalueren in welke mate trillingen kunnen worden gereduceerd met actief en passief dempen (Ref. 5). Daartoe heeft SAAB een demonstrator gebouwd die een sectie is uit een 'pod' onder de vleugel van een SAAB-Gripen (zie figuur 4). Hier kan elektronische apparatuur in zitten zoals een infraroodkijker of besturing voor boordkanonnen. De elektronica moet zware mechanische en akoestische trillingen kunnen doorstaan.



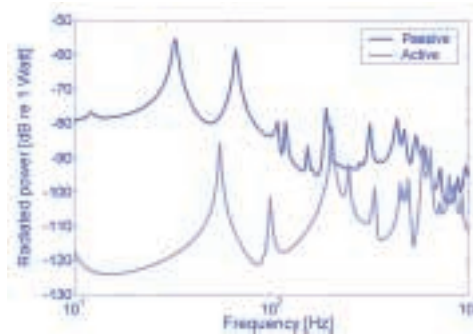
Figuur 4. Demonstrator voor reduceren van trillingsniveaus m.b.v. actief dempen om 'Commercial Off The Shelf' elektronica in militaire vliegtuigen zoals de SAAB-Gripen te kunnen gebruiken.

Als eerste stap hebben Fokker Space en het NLR samen met afstudeerders van de vakgroep TMK onderzoek gedaan naar methoden om de effecten van actief dempen te simuleren. We zijn nu in het stadium dat opstellingen worden gebouwd zodat we de rekenmodellen kunnen valideren en onderzoek kunnen doen naar de consequenties van de praktische toepassing. De door SAAB gebouwde demonstrator is momenteel bij de vakgroep TMK en met SAAB is afgesproken dat we deze voorlopig kunnen gebruiken voor het promotieonderzoek van Ir. Marco Oude Nijhuis.

Bij passief en actief of wel hybride dempen van trillingen om afgestraald lawaai te reduceren hebben we te maken met de vakgebieden dynamica, geluid, regeltechniek en signaalbewerking. Al deze vakgebieden zijn vertegenwoordigd in het kenniscentrum 'Geluid en Trillingen' dat in januari 2000 is opgericht. Het kenniscentrum is een samenwerkingsverband tussen TNO-TPD en de UT vakgroepen Technische Mechanica & Kunststoffen (TMK), Technische Stromingsleer (TS) en Werktuigbouwkundige Automatisering (WA) van de faculteit Werktuigbouwkunde en de Systeem & Controle Engineering (SCE) groep van de faculteit Technische Natuurkunde. Onder leiding van prof. Harry Hoeijmakers richt TS zich op analysemethodes voor omstromingsgeluid zoals het suizen van auto's als deze hard rijden, prof. Michel Verhaegen van SCE ontwikkelt met zijn team regelalgoritmen



Figuur 5. Geschematiseerd model van een motor die met dempers (actieve of passieve) op een plaat staat.



Figuur 6. Berekend afgestraald vermogen van de plaat waar de trillende motor op staat, met passieve en actieve demping.

voor het actief dempen en TMK richt zich samen met de vakgroep WA van prof. Ben Jonker op het hybride dempen van trillingen die door een motor worden doorgeleid naar de omringende constructie die op haar beurt weer geluid afstraalt.

Met dit laatste onderzoek is promovendus Ir. Clemens Beijers sinds april vorig jaar bezig. Het is in wezen het omgekeerde van het eerder genoemde probleem met de DIXONS elektronica. Van de opstelling van een scheepsmotor op het dek is de geschematiseerde opstelling in figuur 5 gemaakt. Voor deze opstelling is een analytisch model opgesteld en is berekend wat het afgestraald vermogen is van de plaat waar de motor opstaat, met passieve en actieve demping. In figuur 6 ziet u dat met actieve demping het afgestraalde vermogen beter kan worden gereduceerd dan met alleen passieve demping. Ir. Hiddo Super van de vakgroep WA is nu bezig een opstelling te bouwen om de rekenmodellen te valideren en de verschillende regelalgoritmen, o.a. die door de SCE groep zijn ontwikkeld, te testen en zonodig te modificeren.

De komende jaren zullen we verder gaan met onderzoek naar het actief dempen van trillingen met als doel reductie van geluid. Dit betreft zowel numeriek als experimenteel onderzoek maar om te laten zien dat dit concept werkt zullen we vooral veel energie moeten stoppen in het bouwen van opstellingen. De SAAB box en de geschematiseerde scheepsmotor-opstelling zijn een goede aanzet hiervoor.

Een belangrijk onderzoeksgebied zal daarbij het koppelen van regelaarmodellen met de gekoppelde akoesto-elastische modellen zijn, een gebied

waarop we nauw zullen samenwerken met de vakgroep WA. Daarnaast zullen we zeker onderzoek blijven doen naar passieve dempingmethoden en de interactie van geluid en constructietrillingen in het algemeen.

Naast de hiervoor geschetste onderzoeksrichting wil ik een 2^{de} richting verder ontwikkelen. Dat is die van impact, een richting die niet geheel vreemd is voor de vakgroep. Met name in de kunststoffen groep is o.l.v. dr. Remko Akkerman en dr. Peter Reed het nodige onderzoek uitgevoerd naar het impact gedrag van constructies bestaande uit vezelversterkte materialen. Zo doet Ir. Kayu Huang een promotieonderzoek naar het impactgedrag van vlakke en gekromde panelen van vezelversterkte thermoplasten. Dit onderzoek dat in het kader van het Europese onderzoeksprogramma ADCOMP is uitgevoerd heeft o.a. als doel analytische methodieken te ontwikkelen waarmee delaminatie t.g.v. impact kan worden voorspeld.

In de groep Thermomechanische vervormingsprocessen is veel kennis op het gebied van niet-lineair materiaalgedrag en grote vervormingen en is er in de dynamica en akoestiek groep veel kennis op het gebied van de dynamica. Door koppeling van de kennis van deze 3 groepen is er een goede basis voor impact en crash analyses van composietconstructies.

Als voorbeeld wil ik u resultaten laten zien van een onderzoek dat we voor het NLR uitvoeren. Hierbij gaat het om constructies op vliegvelden waar landingslichten of zenders ontstaan. Deze constructies moeten bestand zijn tegen omgevingsinvloeden zoals windbelastingen, maar afbreken als er een vliegtuigvleugel tegenaan komt. Aan dergelijke 'frangible' constructies zijn tests uitgevoerd en doel is nu om een rekenmethode te ontwikkelen die door ontwerpers van dergelijke constructies kunnen worden gebruikt.

Als voorbeeld ziet u in figuur 7 een dergelijke mast tijdens een proef en het rekenmodel dat van de mast is gemaakt voor het programma KRASH.

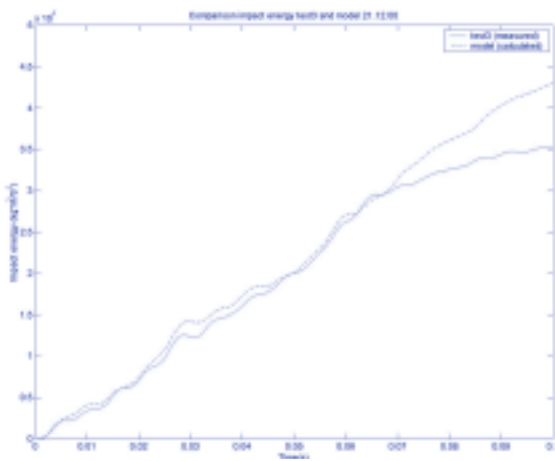
In figuur 8 zijn de gemeten en berekende impactenergie uitgezet als functie van de tijd. U ziet dat Ir. Bas Schunselaar er in is geslaagd een realistisch rekenmodel te maken.

Voor goed onderzoek heb je goede en enthousiaste mensen nodig, ik vind dat we daar in onze groep goed mee zijn bedeed. Maar deze wetenschappers hebben ook faciliteiten nodig om hun onderzoek naar behoren te kunnen uitvoeren. Voor het experimentele deel heeft de vakgroep de beschikking over diverse meetfaciliteiten.

Naast experimentele zijn numerieke faciliteiten onontbeerlijk. Voor de numerieke analyses heeft de vakgroep de beschikking over MATLAB en de



Figuur 7. Geanalyseerde mast tijdens proef en als KRASH rekenmodel



Figuur 8. Gemeten en berekende impactenergie voor $0 < t < 0.1$ s.

eindige elementen programma's ANSYS en LUSAS. MATLAB is geschikt voor de ontwikkeling en het testen van nieuwe theorieën maar zodra de ontwikkelde methode moet worden toegepast op een complexe constructie kan gebruik van MATLAB problematisch worden. Veel ontwikkelingen binnen de groep zijn gerelateerd aan de eindige elementen methode en in bepaalde gevallen is het mogelijk om via user-subroutines nieuwe ontwikkelingen in ANSYS te voeren. Dit is echter beperkt, voor echt nieuwe ontwikkelingen moet men naast een experimenteel mechanica laboratorium, een numeriek mechanica laboratorium hebben. De groep thermomechanische vervormingsprocessen heeft een dergelijk laboratorium in de vorm van het zelf ontwikkelde computerprogramma DIEKA. Sinds een aantal jaren heeft de dynamica en akoestiek groep dit in de vorm van B2000, een modulair analyseprogramma waarvan de structuur is ontwikkeld door het Zwitserse bedrijf SMR. Dit programma wordt ook gebruikt door het NLR en haar Duitse en Italiaanse zusterinstituten DLR en CIRA. Ook de vakgroepen van de hoogleraren De Borst en Arbozc van de faculteit Luchtvaart- & Ruimtevaart-techniek van de TUDelft gebruiken B2000 om nieuwe ontwikkelingen te testen en toe te passen voor complexe constructies. Tevens heeft B2000 de functie van een platform voor samenwerking.

Mijn bedoeling is om B2000 meer te gaan betrekken bij het verdere onderzoek. Vooral de koppeling van de bij de vakgroep TMK ontwikkelde akoestisch-elastische theorieën met de door het NLR ontwikkelde krachtige optimalisatiemodule binnen B2000 biedt perspectieven.

Onderwijs

Naast het doen van onderzoek is het opleiden van ingenieurs een essentiële taak van de universiteit. De ingenieursopleiding duurt nominaal 5 jaar waarvan we slechts voor 4 jaar krijgen betaald door het ministerie.

Sinds 1994 wordt er in de eerste 3 jaar zogenaamd projectonderwijs gegeven. Dat houdt in dat projectgroepen bestaande uit 8 studenten ieder trimester een bepaald probleem moeten oplossen m.b.v. de vakken die in dat trimester worden gegeven. Voorbeelden zijn het ontwerpen van een ruimtestation en het ontwerpen en maken van een conservenbussenpletter.

Na het 3^{de} studiejaar moet de student kiezen bij welke vakgroep hij of zij wil afstuderen. In het 4^{de} jaar worden vakken in die afstudeerrichting gevolgd en in het 5^{de} studiejaar volgen een stage van 3 maanden en een afstudeeropdracht van 9 maanden.

Door de vakgroep TMK worden rond de 15 verschillende vakken gegeven voor alle studie jaren. In de eerste 3 studie jaren wordt de basis gelegd op het gebied van de statica, de vervormingsleer, de elasticiteitstheorie, knik en de dynamica. Ook wordt een inleiding gegeven in de eindige elementenmethode (EEM). Dit is *het* analysegereedschap voor het doorrekenen van constructies op sterkte maar ook op het dynamisch gedrag. Aan het eind van het 3^{de} jaar kunnen alle studenten eenvoudige constructies doorrekenen op stijfheid, sterkte en dynamisch gedrag met analytische methoden en de EEM. In het 4^{de} jaar wordt dieper ingegaan op de elasticiteitstheorie, plasticiteit, kruip, omvormtechnologie, de eindige elementenmethode en de dynamica. De 4^{de} jaarsstudenten die TMK als afstudeerrichting hebben gekozen volgen alle vakken op dit gebied en de meeste andere 4^{de} jaarsstudenten in ieder geval die voor de eindige elementen methode en de dynamica.

Bij deze vakken wordt gestreefd naar een goede balans tussen ‘klassiek’ en ‘numeriek’. Zo worden bijvoorbeeld in het college ‘elasticiteitstheorie’ de oplossingen die ‘exact’ te behandelen zijn, beperkt tot die problemen die met een redelijke wiskundekennis te volgen zijn (Ref. 3). De behandelde analytische voorbeelden worden, behalve voor de begripsvorming, ook gepresenteerd als ‘ijkgeval’ voor de EEM. Bij de behandeling van de numerieke aanpak van het betreffende probleem wordt (in hetzelfde college) dikwijls meteen een uitbreiding gegeven naar soortgelijke problemen die analytisch nauwelijks of niet toegankelijk zijn.

Bij het vak Eindige ElementenMethode in de Werktuigbouwkunde dat ik afgelopen trimester heb gegeven samen met degene waarvan ik de EEM heb geleerd (ir. Ruud Spiering), leert men begrippen en de theoretisch achtergrond daarvan, die men tegenkomt bij het doen van grote EEM analyses met standaard EEM programma's. Bijvoorbeeld sub-space iteratiemethode, hernummeringsalgorithmen, LDL decompositie, etc. zodat de student in de toekomst bewuste keuzes kan maken als in een EEM programma bijvoorbeeld verschillende oplosmethodieken worden aangeboden.

De EEM programma's draaien tegenwoordig op alle soorten PC's en werkstations en zijn gecombineerd met grafische pre- en postprocessors zeer eenvoudig te bedienen. Gevolg is dat ook niet terzakekundigen een sterkte of dynamica analyse, ja zelfs niet-lineaire naknik analyses kunnen uitvoeren. Een ander gevolg is dat men zich afvraagt of de basisvakken wel nodig zijn in de eerste 3 jaar. Op deze laatste vragen wordt geanticipeerd door:

- De student vanaf het begin al vertrouwd te maken met de EEM door resultaten die langs analytische weg zijn verkregen ook met de EEM te analyseren en hier dan de voor- en nadelen te tonen.
- De student te laten zien wat men van de basistheorie nodig heeft om verstandig een dergelijke EEM som te maken en vooral om de resultaten te kunnen interpreteren.
- Van tijd tot tijd na te gaan of bepaalde methodieken door de voortgang van de techniek zijn achterhaald en niet meer wezenlijk bijdragen aan het begrip.

Essentieel blijft dat, ook al is het EEM programma nog zo eenvoudig te bedienen en voorzien van allerlei waarschuwingsmechanismen om fouten tegen te gaan (expert systemen) een goede fundamentele mechanicakennis nodig is voor het maken van het rekenmodel, de interpretatie van de resultaten en het vergelijken met resultaten uit de praktijk. Als je bijvoorbeeld een eigenfrequentie hebt uitgerekend voor een plaat en deze wilt vergelijken met metingen moet je wel weten of de plaat is ingeklemd of opgelegd.

In 1986 toen de personal computer in de mechanica duidelijk zijn intrede deed, stelde prof. Koiter (Ref. 4) in zijn presentatie 'Some thoughts on the teaching of engineering mechanics' dat onderwijs gegeven moest worden op het gebied van numerieke mechanica maar dat dit niet ten koste mocht gaan van de tijd voor het geven van het reguliere mechanica onderwijs. M.a.w. extra studietijd of wel een verlenging van de studieduur. Dat was destijds niet te realiseren en in de huidige tijd al helemaal niet.

Maar de gedachte die er achter zit is wel zeer essentieel en moet op een creatieve wijze worden verwezenlijkt.

De verwachting is dat we bij de vakgroep TMK steeds meer zullen worden geconfronteerd met onderwijs voor verschillende opleidingen. Zo gaan in augustus de opleidingen BioMedische Technologie (BMT) en Industrieel Ontwerpen (IO) van start, begint in augustus 2002 de minor luchtvaarttechniek en over een paar jaar starten de Engelstalige masteropleidingen. Naast de toename van het aantal opleidingen hebben we bij WB ook te maken met budgetten die onder druk staan. Gevolg is dat het onderwijs nog efficiënter moet worden opgezet ondanks het feit dat uit het visitatierapport blijkt dat we als WB de meeste studenten per docent afleveren en de student zeer tevreden is over het WB-onderwijs. Een manier om nog efficiënter te werken is een vak te geven voor verschillende opleidingen tegelijk waarbij differentiatie plaats vindt via werkcolleges, toepassingen en opdrachten. Het combineren van het eerstejaars trimester WB, BMT en IO is hiervoor een zeer geschikte pilot.

Naast het geschikt maken van een vak voor meerdere opleidingen hebben we te maken met de ontwikkelingen in de Informatie Communicatie Technologie (ICT) die het mogelijk maken het vak op verschillende manieren te doceren. De uitgevers van leerboeken spelen hierop in door bij de boeken software te leveren waarmee animaties worden vertoond of interactief simulaties kunnen worden uitgevoerd ter verduidelijking van de aangeboden stof. Verder is op de universiteit het internetprogramma TeleTop ontwikkeld waarmee een leeromgeving op internet kan worden gecreëerd zodat de student thuis achter de computer een vak kan volgen. In de vakgroep TMK is Dr. Peter van der Hoogt momenteel bezig om het vak Dynamica 2 op TeleTop te zetten als Power Point presentatie. Deze presentatie kan tevens worden gebruikt bij het geven van de hoorcolleges. De ervaring die aldus wordt opgedaan is voor de vakgroep van nut bij het implementeren van andere vakken op TeleTop.

Blijft de vraag, of computergestuurd onderwijs de toekomst is of dat gewoon college geven met bord en krijt straks als iets nieuws wordt ervaren door de studenten omdat ze met de computer zijn groot gebracht. Zo vroeg laatst een VWO leerling op een voorlichtingsdag of je hier op de UT net als op de middelbare school ook constant achter zo'n saaie computer moest zitten om informatie binnen te halen.

In de tijd dat mijn kinderen op de basisschool zaten was ik via de MR nauw betrokken bij het onderwijs. Eén van de dingen die me opviel was dat er constant nieuwe processen werden opgestart zoals 'Weer Samen Naar School', budgettering, de '4-jarigen maatregel', kleinere klassen voor de lagere groepen, clustering van scholen, bestuurlijke veranderingen, etc. Allemaal plannen door hogerhand bedacht, waarvan vaak de details helemaal niet of pas vlak voor een grote vakantie werden gelanceerd. Alles moest vervolgens door het personeel op de scholen naast het normale werk met beperkte middelen worden gerealiseerd. De toen regelmatig gehoorde uitspraak: "Kunnen ze het onderwijs niet eens gewoon een tijdje met rust laten zodat we een keer les kunnen geven zonder dat er weer veranderingen moeten worden ingevoerd" hoorde ik onlangs ook in een stafvergadering van onze vakgroep. Ook hier op de Universiteit hebben we te maken met onderwijs dat constant aan veranderingen onderhevig is. Na de invoering van het projectonderwijs hebben we nu te maken met de minoropleidingen, de Bachelor-master-opleiding en moeten we ons voorbereiden op de aansluiting bij het 'studiehuis'.

De minoropleiding is een 21 studiepuntenprogramma dat het de student mogelijk maakt naast zijn/haar hoofdrichting (Major) WB of BSK of TN een opleidingspakket te kiezen voor verbreding van kennis. Samen met de faculteiten TW en TN zijn de WB-vakgroepen TS en TMK bezig met de ontwikkeling van de minor Luchtvaarttechniek die op 1-8-02 van start moet gaan. De vakgroep BW is samen met de BMT vakgroepen van de andere faculteiten bezig met het opzetten van een minor BMTechnologie. Dit vergt veel organisatie en natuurlijk de ontwikkeling van nieuwe vakken zonder echt extra capaciteit. Het programma is nog niet begonnen of het aantal studiepunten is al teruggebracht van 21 naar 14. Dit is Dynamiek in het onderwijs.

In de tijd dat ik hier op de, toen nog Technische Hogeschool Twente (THT) studeerde duurde de opleiding 5,5 jaar waarbij na 3,5 jaar een afrondend examen werd gedaan met de titel Baccalaureaat Technische Wetenschappen (BTW) als resultaat. Na het behalen van het baccalaureaatsdiploma kon je dan doorgaan in dezelfde of een andere afstudeerrichting bij de faculteit waar je examen had gedaan (Tribologie bij WB in mijn geval), of gaan werken als 'ingenieur min 2 jaar' of de kopopleiding bedrijfskunde gaan doen. Aan het eind van de 70-er jaren (van de 20ste eeuw) is het baccalaureaatsexamen afgeschaft omdat vrijwel iedereen gewoon doorging met de ingenieursstudie en het bedrijfsleven niet wist wat ze met een Btw-er aanmoest. Sindsdien wordt het bedrijfsleven nog steeds geconfronteerd met

btw maar nu weet het bedrijfsleven precies wat ze ermee moet doen, gewoon afdragen aan de overheid.

Nu, anno 2001 hebben de Europese ministers gekozen voor het bachelor-master-model. Na 3 jaar doet men het bachelor examen en kan daarna gaan werken of een master-opleiding van 1 of 2 jaar kiezen aan de eigen universiteit of een andere Europese universiteit. Als master-opleiding hier bij WB kan men denken aan Mechatronica of Computational Mechanics of Acoustics. Wat de eindtermen voor de bachelors moeten zijn die in heel Europa worden afgeleverd is niet bekend. Het bachelor-master-systeem moet overal binnen 10 jaar zijn ingevoerd en Nederland loopt voorop. De kans is daarom groot dat we na in augustus van dit jaar met de opleiding te zijn gestart weer vakken moeten bijstellen omdat de Europese landen verschillende eisen stellen aan een bachelor. Verder zou je kunnen concluderen dat de THT in 1961 haar tijd ver vooruit was en je tegelijkertijd afvragen of het knippen in de opleiding nu wel slaagt of dat het alleen maar extra werk oplevert.

Laat mij dit onderwerp afsluiten met de constatering dat we bij de faculteit WB in de persoon van drs. Kees Ruijter beschikken over een goede en enthousiaste opleidingsdirecteur die kan zorgen voor de juiste excitatie en actieve demping zodat we deze ontwikkelingen goed en efficiënt kunnen uitvoeren.

Opdrachtverwerving

Zoals u in het begin van mijn oratie heeft kunnen horen wordt er interessant en boeiend onderzoek gedaan op het gebied van dynamica en geluid. Om dit onderzoek te kunnen uitvoeren is capaciteit en geld nodig. Omdat de vaste staf van de dynamicagroep een zware onderwijslast heeft, is er voor het onderzoek extra capaciteit nodig. Het geld dat de UT beschikbaar stelt (de eerste geldstroom) voor deze extra capaciteit is onvoldoende om te kunnen uitblinken in het onderzoek. Aangezien je binnen de UT en de academische wereld wel wordt afgerekend op de prestaties bij het onderzoek ben je als onderzoeksgroep gedwongen geld van elders te halen. Dat houdt in dat je onderzoeksvorstellen moet schrijven voor financiering via de tweede geldstroom zoals de Technologiestichting STW of de derde geldstroom zoals het 'Kenniscentrum Geluid en Trillingen' (UT en TNO). In dit verband kan ik u mededelen dat er momenteel een voorstel ligt voor een samenwerkingsovereenkomst tussen het NLR en de UT op het gebied van composietenonderzoek. Eergisteren heeft het bestuur van het Twente Institute for Mechanics besloten een bijdrage te leveren aan de bekostiging van het UT deel, zodat de overeenkomst kan worden getekend. De afgelopen jaren is het de vakgroep gelukt om via dit soort onderzoeksvorstellen geld uit de Nederlandse markt te halen. De volgende uitdaging is om geld te halen uit de Europese markt via samenwerkingsverbanden met buitenlandse onderzoeksgroepen en/of deelname in onderzoeksprojecten gefinancierd door de Europese Commissie. Momenteel zijn we bezig met een samenwerkingsverband met twee Duitse universiteiten en doen we mee in een aantal Europese voorstellen in het vijfde kaderprogramma. Een probleem bij deze manier van financiering van het onderzoek is dat het vrijwel onmogelijk is om goede senioronderzoekers aan te trekken omdat je deze mensen geen vaste aanstelling kunt bieden, hetgeen in deze tijd van schaarste op de arbeidsmarkt je positie als werkgever zwak maakt. Volgens prof. Alfred Kleinknecht van de vakgroep Economics of Innovation aan de TUD zijn dit juist prikkels om te zoeken naar innovatieve oplossingen. Gezien de huidige situatie binnen de faculteit WB moet ik bij hem maar een paar colleges gaan volgen.

Organisatie

Hier wil ik het eerst hebben over de vakgroep Biomedische Werktuigbouwkunde. Mijn functie als voorzitter van deze vakgroep is vooral van organisatorische aard, waar ik er direct moet bijzeggen dat dr. Bart Koopman eigenlijk het meeste werk op dit gebied doet.

De vakgroep voert onderzoek uit op 2 gebieden:

- Ontwerpen van ortheses en protheses
- Bewegingsleer van de onderste extremiteiten, of wel benen.

Een deel van de studenten die na hun 3^{de} jaar voor de vakgroep BW kiezen zeggen voor WB te hebben gekozen omdat ze willen afstuderen in de biomedische techniek. Door de nieuwe BMT opleiding die komend collegejaar start bestaat de kans dat deze groep studenten voor BMT kiest i.p.v. WB met als gevolg minder potentiële BW studenten. Zoals eerder gezegd is WB wel betrokken bij het BMT onderwijs en heeft dus de kans zich te profileren.

Als de vakgroep BW wil blijven bestaan zal het ook studenten moeten hebben die daar afstuderen. In het nieuwe Bachelor-master-systeem zou dit betekenen dat de Europese bachelors als master-opleiding voor BW moeten kiezen. Dit zullen studenten alleen maar doen als ze de vakgroep kennen en positief zijn over BW. Om dit te bereiken zal de vakgroep BW zich gericht moeten profileren, ze moet een gezicht hebben niet alleen binnen de BMT opleiding en de UT organisatie maar ook in Europa. Dit kan niet op de manier zoals dat nu gaat waar met veel inspanning de vakgroep BW draaiende wordt gehouden en de vakgroepvoorzitter beslist geen tijd heeft voor het goed op de kaart zetten van BW binnen de BMT-opleiding en in Europa. Als WB in de toekomst Biomedische master studenten wil trekken moet het naar mijn mening een voltijds hoogleraar aanstellen die tijd heeft om het gezicht van de vakgroep BW neer te zetten. Daarnaast kan de vakgroep een wezenlijke bijdrage leveren aan de opleiding IO, enerzijds vanwege de kennis op het gebied van ontwerpen, anderzijds op een gebied als bijvoorbeeld de ergonomie of fysieke belasting.

De stand van zaken is dat het Management Team van de faculteit WB ook vindt dat de vakgroep een aparte voltijds hoogleraar moet hebben. Zij heeft dit verwerkt in haar, door de faculteitsraad goedgekeurde voorstel voor het nieuwe leerstoellenplan.

Als hoogleraar heb je organisatorisch te maken met de vakgroep, de faculteit en de universiteit.

Binnen de vakgroep betreft dit alle personele aangelegenheden en het beheer van de budgetten. Verder moet het onderwijs worden georganiseerd, wie doet welk vak, zorgen dat er een back-up is bij afwezigheid etc.

Daarnaast moet ervoor worden gezorgd dat de studenten die bij de vakgroep afstuderen (90 bij TMK en 50 bij BW) worden begeleid. Bij de organisatorische zaken kunnen we in de vakgroep gelukkig rekenen op een zeer goede ondersteuning van de 2 secretaresses Debbie en Annemarie.

Binnen de faculteit heb je te maken met bijvoorbeeld het studentenaantal. De laatste jaren is het aantal eerstejaars studenten gedaald en dus zoek je als faculteit naar de reden daarvoor. De indruk bestaat dat het imago van WB enigszins belegen is. Men denkt bij het woord WB aan stoommachines, motoren of zoals ik bij het NLR vaak moest horen aan fietsenmakers. Dat men zich bij WB ook bezig houdt met mechatronica, computational mechanics, geluid, virtual reality, laserlassen, duurzame energie is bij de scholieren minder bekend.

Kortom, als faculteit WB moeten we het imago opvijzelen tijdens de voorlichting aan middelbare scholieren. Doordat mijn dochter Nienke in 4 VWO zit en te maken krijgt met voorlichting over vervolgstudies kwam mij een voorlichtingsprogramma over WO- en HBO-opleidingen onder ogen dat in de regio Zwolle werd gegeven. Nieuwsgierig keek ik naar wat de UT had te bieden en zoals u hier ziet is dat geen informatie over WB. Dan maar even kijken bij de TUE en de TUD. Ook daar geen voorlichting over WB omdat het geen unieke opleiding is voor de 3 universiteiten. Ondanks dat zien we momenteel een kleine groei in het aantal vooraanmeldingen maar deze zou misschien groter zijn geweest bij meer voorlichting. Ik denk dat het tijd is dat de faculteiten WB aan de 3 universiteiten eens samen actie moeten gaan ondernemen om WB weer bekender en populairder te maken bij het Nederlandse publiek.

Nog even in het kort iets over de organisatie op UT niveau. Als beginnend hoogleraar heb je hier zijdelings mee te maken. Er zijn echter hoogleraren binnen de faculteit die er bijna een dagtaak aan hebben om WB op dit niveau in beeld te houden.

Het reilen en zeilen van de UT organisatie doet mij denken aan de Noordoostpolder. De Noordoostpolder is in 1942 drooggevallen, in juni 1942 viel een locatie droog dat dorp B werd genoemd en in september 1942 de

locatie voor dorp A. In dorp B werd het eerste barakkenkamp gebouwd voor de pioniers die de polder verder met de hand gingen ontginnen. Later kwam in dorp A ook een dergelijk kamp. Dorp B kreeg de naam Marknesse en dorp A de naam Emmeloord. In die pionierstijd was Marknesse een begrip en stond voor de bestuurders op de kaart. Men bezocht Marknesse, informeerde naar de ontwikkelingen en dichte Marknesse een belangrijke rol toe in het maatschappelijke leven. Nu anno 2000 is Marknesse één van de tien dorpen van de gemeente Noordoostpolder en is Emmeloord de bestuurlijke zetel. In het college van B&W zijn geen Marknessenaren meer te vinden en de bestuurders moeten voor de verdeling van het geld keuzes maken tussen de dorpen en centrale voorzieningen waar de Noordoostpolder mee op de wereldkaart kan komen. Gevolg: daar waar het vroeger van zelfsprekend was dat Marknesse allerlei voorzieningen kreeg moet nu constant worden geconcurrereerd en moet je als vereniging van Dorpsbelang eigenlijk een lobbyist in het gemeentehuis hebben zitten.

Nu terug naar de UT. In 1961, nu 40 jaar geleden werd de Technische Hogeschool Twente gesticht met de faculteiten WB, EL en CT als gedegen basis. Het bestuur van de THT bestond dientengevolge uit mensen van deze technische faculteiten. De THT groeide, werd op een gegeven moment UT en anno 2000 moet worden geconcludeerd dat WB één van de vele studierichtingen is en bij het bestuur niet meer die prominente plaats van vroeger inneemt. Ook hier geldt dat er in het bestuur geen WB-ers meer zitten, ja zelfs geen ingenieurs. Het bestuur moet het geld verdelen over de vele studierichtingen en centrale faciliteiten waarmee men denkt het bonzen van *de hartslag* van de UT in de academische wereld te laten horen. Gevolg is dat je als WB eigenlijk een lobbyist permanent in het bestuursgebouw moet hebben om de zaken draaiende te houden. Iets waar ik toch enigszins van geschrokken ben.

Slot

Mijnheer de Rector Magnificus, dames en heren, ik heb gepoogd u duidelijk te maken wat voor taken een voltijds hoogleraar heeft. Mijn persoonlijke ervaring tot nu toe is dat het een functie met dynamiek is.

Tot slot wil ik enige woorden van dank richten aan u en enkele mensen in het bijzonder. Aan u omdat u gevolg hebt gegeven aan de uitnodiging en uit alle hoeken van het land naar Twente bent gekomen om mijn rede aan te horen.

Ik wil de benoemingsadviescommissie bedanken voor het vertrouwen dat ze in mij heeft gesteld en haar voorzitter voor het feit dat hij mij niet heeft laten zitten zoals ik hem 16 jaar geleden heb laten zitten door op het allerlaatste moment niet die tijdelijke functie bij hem te aanvaarden maar de vaste functie bij het NLR.

In menig proefschrift en oratie wordt gewag gemaakt van een leermeester die wordt bedankt. Ik kan niet spreken van één bepaalde leermeester.

Van ir. Hans Moes heb ik tijdens mijn afstuderen bij de vakgroep Tribologie de beginselen van onderzoek doen geleerd. Van prof. Frits Bosman heb ik de vrijheid en het vertrouwen gehad om mijn promotieonderzoek te doen.

Bij het NLR heb ik op wetenschappelijk gebied veel geleerd van dr. Eduard Riks. Van ir. Harold Ottens heb ik de dynamica geleerd en van dr. Jaap Wiggenraad het opzetten en verwerven van onderzoek. Wat het onderwijs betreft heb ik van mijn lagere schoolleraar dhr. Visser en mijn afstudeerhoogleraar prof. Bosma geleerd dat je studenten kunt blijven boeien door af en toe mooie en interessante verhalen te vertellen. Allen dank ik hiervoor. Ik verwacht de komende jaren nog veel te leren van degene die ik opvolg, prof. Henk Tijdeman.

De animaties en filmpjes die u op het scherm heeft gezien, zijn tot stand gekomen dankzij de hulp van de studenten Peter Sloetjes en Marten Nijhof. Ik dank beide voor de enthousiaste en professionele inzet.

Op persoonlijk vlak, wil ik mijn ouders danken voor de onvoorwaardelijke steun die ik altijd heb gekregen. Mijn vader had ik graag gegund deze dag mee te maken. Het toeval wil dat 5 jaar na het overlijden van mijn vader, precies op zijn sterfdag het College van Bestuur mijn benoeming heeft goedgekeurd.

Yvonne, afgelopen zomer ging niet alleen Ralph de deur uit, ook ik ging. Niet permanent, alleen maar door de weeks en slechts voor een paar jaar. Een weloverwogen gezamenlijke keus waar we toch aan moeten wennen. Ik denk dat als we over een paar jaar hier ergens in het mooie Twente wonen we blij zijn dat we het op deze manier hebben gedaan.

Ralph, net als ik woon je nu door de weeks zelfstandig. In het kader van je opleiding tot sportleraar volg je nu de cursus voetbaloefenmeester. Als we straks naar Twente verhuizen moet je toch maar met ons meegaan want misschien kan FC Twente nog een trainer gebruiken.

Nienke, ook via de telefoon lukt het ons om wiskunde of economie problemen door te nemen. En je weet, nu er hier in Twente ook een opleiding psychologie komt, kun je toch mee naar Twente verhuizen, of ga je toch liever naar Utrecht?

Ik wil eindigen met het bedanken van mijn NLR collega's die het mogelijk hebben gemaakt dat ik altijd met veel plezier mijn werk heb gedaan. Tevens wil ik mijn nieuwe collega's bij de vakgroepen TMK en BW bedanken voor de manier waarop zij mij hebben ontvangen en vertrouwd maken met de nieuwe omgeving. Ik heb er alle vertrouwen in dat het net zo leuk kan worden als bij het NLR met waarschijnlijk veel dynamiek in dynamica onderzoek, onderwijs, organisatie en opdrachtverwerving.

Ik heb gezegd.

Nawoord

In dit boekje heeft u mijn oratie nog eens rustig kunnen nalezen. De belangstelling voor de oratie was boven verwachting, overweldigend! Zeer veel mensen waren aanwezig maar er waren ook veel schriftelijke reacties. Iedereen hartelijk dank voor de belangstelling en de attenties. Ondanks de uitzonderlijke drukte verliep de organisatie dankzij mevr. Robers-Tenniglo en de medewerk(st)ers van de facilitaire dienst perfect. Mede namens mijn vrouw Yvonne en de kinderen Ralph en Nienke, allen hartelijk dank.

André de Boer

17 maart 2001

Referenties

- Ref. 1. Tjrdeman H., Mechanica en rekentuig, Oratie uitgesproken op 17 maart 1988
- Ref. 2. Wit Jan de, Chemisch2Weekblad uitgegeven op 27-1-1
- Ref. 3. Spiering R.M.E.J., Tjrdeman H., Niet bij software alleen....., In proceedings CIAD/KivI symposium 'Het kwaliteitselement, nog steeds het ontbrekende element', Oktober 1993, Rotterdam.
- Ref. 4. Koiter W.T., Some thoughts on the teaching of engineering mechanics, presented at the first National Congress of Theoretical and Applied Mechanics, Greece, Mai, 1986.
- Ref. 5. Boer A. de, Ellenbroek M.H.M., Active equipment isolation; A pilot study performed in the frame work of the GARTEUR (SM) AG-23, NLR-TR-2000-288, June 2000.



Universiteit Twente
de ondernemende universiteit

