

Heilzaam vlechtwerk : biomedische technologie aan de Technische Universiteit Eindhoven en de Universiteit Maastricht

Citation for published version (APA):

Schippers, J. L., Houwaart, E. S., Huiskamp, J. G. M. H., & Lintsen, H. W. (editors) (2002). *Heilzaam vlechtwerk : biomedische technologie aan de Technische Universiteit Eindhoven en de Universiteit Maastricht*. Stichting Historie der Techniek.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/2002

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

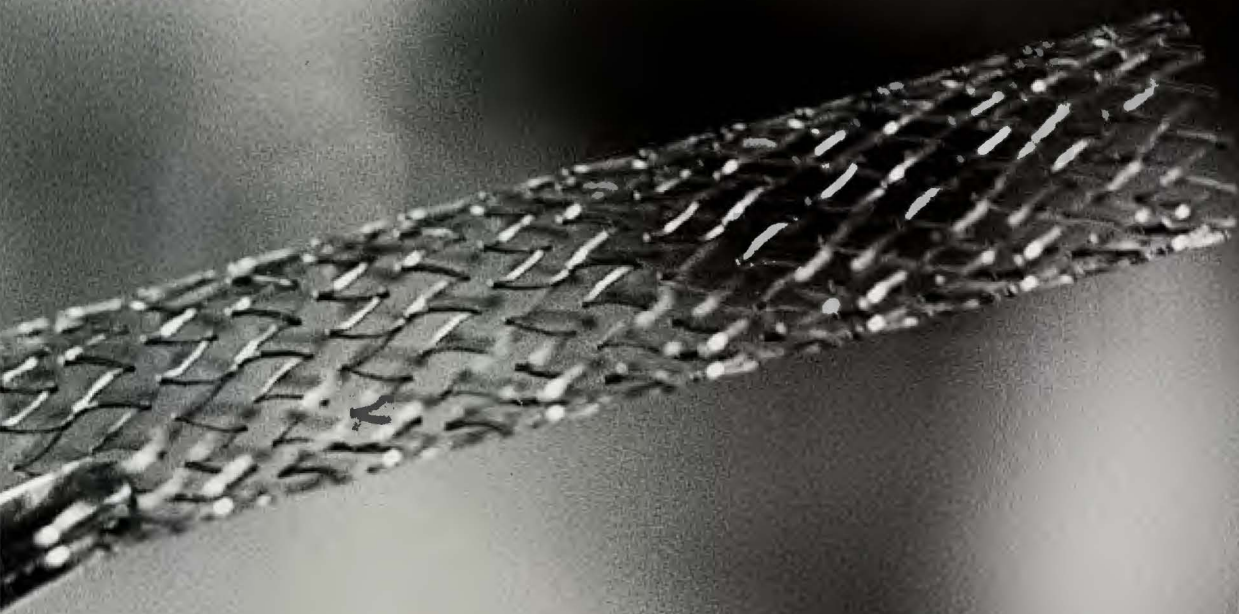
If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Heilzaam vlechtwerk

Biomedische Technologie aan de Technische Universiteit Eindhoven
en de Universiteit Maastricht



Heilzaam vlechtwerk

Biomedische Technologie aan de Technische Universiteit Eindhoven
en de Universiteit Maastricht

Hans Schippers met bijdragen van Eddy Houwaart en Joep Huiskamp
Redactie Harry Lintsen



STICHTING

Historie der Techniek

Eindhoven, 2002

Inhoud

Voorwoord -p.5

HFST 1 Van medisch instrument naar
medisch-technologisch systeem -p.8

HFST 2 Biomedische Technologie:
een nieuwe ingenieursopleiding -p.20

HFST 3 Biomedische Technologie in
Nederland en Eindhoven -p.30

HFST 4 De Maastricht-connectie -p.42

HFST 5 De strijd om een eigen opleiding
-p.56

HFST 6 Moeizaam succes -p.68

HFST 7 Vijf jaar Biomedische Technologie
-p.80

HFST 8 De toekomst: de medische
ingenieur -p.92

Verantwoording bronnen -p.96

colofon -p.96

Afbeeldingen omslag

Voorzijde: Om bijvoorbeeld een naderend hartinfarct te voorkomen, worden in vernauwde vaten vaak stents geplaatst. Een stent is een metalen roostertje dat ingeklapt via een inbrengkatheter op de plaats van de vernauwing met een ballon wordt opgeblazen. De vernauwing houdt daardoor op een vernauwing te zijn en het bloed kan weer min of meer ongehinderd door het vat stromen. De foto toont een uitgeklapte stent. *Voorflap:* Eén van de locaties van de faculteit BMT in Eindhoven. *Achterflap:* Eén van de locaties van de faculteit BMT in Maastricht.

Voorwoord

Terugkijken op de historie van een opleiding die pas vijf jaar bestaat, is dat niet een beetje aan de vroege kant? Het bevestigende antwoord op deze vraag mag wellicht wat betreft andere opleidingen voor de hand liggen, voor de opleiding (en de faculteit) Biomedische Technologie van de TU/e geldt dat niet. Immers, de wortels van deze opleiding gaan veel verder terug dan 1997, het jaar waarin de eerste lichting BMT-studenten in Eindhoven met de studie begon.

Wie, zoals de schrijvers van dit boekje, op zoek gaat naar de eerste tekenen van belangstelling van Eindhovense ingenieurs voor medische onderwerpen, komt uit in de beginperiode van onze instelling. Op zichzelf niet verwonderlijk, want de jaren zestig van de vorige eeuw zagen een toenemende groei van de invloed van de techniek in het ziekenhuis. Het verleggen van onderzoeksgrenzen is bovendien een constante in de geschiedenis van onze universiteit, net zoals het onderwijsconcept dat uitgaat van een hechte verwevenheid tussen onderzoek en onderwijs ('schering en inslag van hetzelfde weefsel').

Ook de contacten met de medische sector dateren al uit de begindagen van onze instelling. Die werden geïntensiveerd toen de Medische Faculteit aan de Universiteit Maastricht (UM) in de jaren zeventig een feit werd. De contacten op de werkvloer waren vaak al lang gesmeed voordat maatregelen 'van boven' die konden stimuleren. En zo hoort het ook in de onderzoekswereld.

Het siert de jonge faculteit Biomedische Technologie dat ze het initiatief heeft genomen om een aantal techniekhistorici te vragen om de nog recente eigen geschiedenis vast te leggen. De belangstelling voor die eigen geschiedenis is aan de TU/e nooit zo groot geweest. En dat is jammer. Misschien heeft dat iets te maken met de toekomstgerichte, praktische inslag van de ingenieur.

De terugblik heeft in dit geval geresulteerd in een boeiend boekje dat verschijnt op het moment dat de eerste generatie BMT-studenten in de praktijk zal gaan bewijzen dat het een weloverwogen en juiste beslissing was van TU/e en UM om deze ingenieursopleiding te starten. Ik wens de eerste BMT-ingenieurs veel succes in hun loopbaan toe en feliciteer alle bij de opleiding betrokkenen met het bereiken van deze eerste mijlpaal. Er zullen er ongetwijfeld nog vele volgen.

Rutger van Santen
Rector magnificus TU/e



Van medisch instrument naar medisch-technologisch systeem

De omwenteling

De westerse geneeskunde is in nauwelijks honderd jaar tijd veranderd van een afwachtende, bescheiden, hulpverlenende praktijk in een vakgebied dat diep in het leven en het lichaam van patiënten kan ingrijpen, ernstig zieke mensen kan herstellen en in velerlei opzicht van het menselijk lichaam een open boek heeft gemaakt. Een vergelijking van het jaar 1890 met het jaar 1990 kan dit verduidelijken. In 1890 stond bij een meerderheid van de artsen het lichamelijk onderzoek en het verhaal van de medische voorgeschiedenis van de patiënt voorop. Het onderzoek vond meestal bij de patiënt thuis plaats of in 'poliklinische' gebouwen van de armenzorg. De diagnose werd zo nodig ondersteund door de resultaten van onderzoek met stethoscoop en thermometer. De therapie bestond in het voorschrijven van leefregels, eventueel aangevuld met pijnstillende, koortswerende, laxerende of stoppende middelen. Een uitzondering op dit patroon vormde het heelkundig handelen van de gemiddelde arts. In de heelkunde werd van oudsher een groot aantal instrumenten gebruikt en sinds een generatie beschikte men ook over middelen voor narcose en wondbehandeling met antibacteriële middelen.

Honderd jaar later blijkt er een medisch-technologisch systeem te bestaan dat in vrijwel al zijn onderdelen en werkingsvormen als een product van de twintigste eeuw moet worden gezien. In dit systeem opereren laboratoria van industriële bedrijven en ziekenhuizen als de belangrijkste centra voor medisch-technische innovatie. Het zwaartepunt van de medische hulpverlening ligt bij het ziekenhuis met zijn intensieve vormen van diagnostiek en therapie. De geneeskundige praktijk is daarbij voor een groot gedeelte verweven met technologische ontwikkelingsprincipes: veranderingen in de medische praktijk zijn meer het resultaat van voortgaand onderzoek in geavanceerde technologische centra dan dat zij voortkomen uit die praktijk zelf, terwijl nieuwe technische vindingen voortdurend aanleiding geven tot nieuw technisch onderzoek.

Interview

Nicole Botterhuis (23)

student BMT sinds 1997

Afkomst

'Ik kom uit Haaksbergen in Twente. Mijn vader is net zoals mijn opa met werk begonnen als metselaar en tegelzetter. Het had er bij hem zeker in gezeten om een technische studie te gaan doen, maar dat was nu eenmaal niet de traditie en het geld voor een studie was er in die tijd niet. Ik wilde lerares worden. Maar het was nota bene mijn onderwijzer in de achtste klas van de basisschool die zei: "Jij moet geen leraar worden. Dat is een flutbaan. Jij kunt veel meer geld verdienen." Toch blijf ik het leuk vinden om mensen dingen uit te leggen. Net als mijn twee zussen mocht ik naar het VWO. Ik vond wiskunde, natuurkunde, biologie en scheikunde geweldig. Mijn ouders hoefden me helemaal niet te stimuleren om door te leren. Ik zat thuis altijd sommen te maken.

Studiekeuze

Op school kwam het dilemma: wat ga ik studeren? Mijn natuurkundeleraar zei dat hij heel boos zou worden als ik niet de techniek in zou gaan. Ik heb gezocht en gezocht, maar ik kon niks vinden wat ik leuk vond. Ik ging kijken bij Materiaalkunde in Delft en bij Chemische

De kostbare zorg, ten slotte, is volledig geïntegreerd in grootschalige, nationale verzorgingsarrangementen, waar ziektekostenverzekeraars, ziekenhuizen, specialisten en de overheid de hoofdrol spelen.

In veel historische terugblikken geldt het ontstaan van dit medisch-technologische systeem als min of meer vanzelfsprekend. De ontwikkeling lag voor de hand, zo heet het dan. Zij zou het automatisch gevolg zijn van de dynamiek in de techniek.

Wie zich echter afvraagt hoe de geneeskunde en de medische techniek zich hebben ontwikkeld, ziet al snel dat het niet zo eenvoudig ligt. In het verleden blijken lang niet de minsten onder artsen en technici tegenstander van de invoering van technieken te zijn geweest, terwijl het soms vele jaren heeft geduurd voordat medici en technici begrepen hoe en met welk doel zij een nieuwe technische vinding moesten gebruiken. Minstens zo belangrijk is dat vele technieken een nieuwe organisatie van de medische beroepsgroep en het zorgstelsel vereisten. Zonder dergelijke reorganisaties van de zorgverlening zouden veel technieken beperkt zijn gebleven tot kleine groepen pioniers en eenvoudigweg geen bijdrage hebben geleverd aan de ontwikkeling van de gezondheidszorg. Wij geven hier verschillende doorkijkjes in de opkomst van het moderne medisch-technologische systeem.

Techniek is mensenwerk

Zowel de wijze waarop medici en technici – met vallen en opstaan – technieken geschikt hebben gemaakt voor de medische praktijk, als de soms moeizame weg waarlangs die technieken organisatorisch hun plaats hebben gekregen in de gezondheidszorg, leert ons veel over het karakter van de ontwikkeling van de medische techniek. We worden geconfronteerd met de invloed van maatschappelijke veranderingen op techniekontwikkeling, maar krijgen ook zicht op de enorme gevolgen van de technologische ontwikkeling voor het denken en handelen van artsen en patiënten.

In beide gevallen valt één aspect van de veranderingen direct op, namelijk dat de pionierende technici, artsen en andere hulpverleners zeer veel inspanningen hebben moeten leveren om technische innovaties ingang te doen vinden. Zo moesten technici en artsen leren om uitslagen van nieuwe instrumenten en effecten van nieuwe geneesmiddelen te interpreteren en om bepaalde eigenschappen van die technieken te elimineren. Er was dus *theoretische arbeid* vereist om een zinvol gebruik van nieuwe technieken mogelijk te maken. Het inpassen van een interpretatie in de bestaande diagnostische en therapeutische schema's was echter niet voldoende om een nieuwe techniek een plaats in de geneeskundige praktijk te kunnen geven. Men moest ook tot nieuwe afspraken binnen de beroepsgroep komen over diagnostische en therapeutische procedures – iets wat uiteraard veel *sociale arbeid* heeft gevergd. Nieuwe technieken konden verder slechts een plaats in de gezondheidszorg verwerven

indien er een infrastructuur van technische en sociale mogelijkheden voor het daadwerkelijke en permanente gebruik van de apparatuur werd geschapen. Een ruime verspreiding van bijvoorbeeld de röntgentechniek was niet mogelijk zonder een goede elektriciteitsvoorziening in de steden en dorpen, en zonder speciale voorzieningen in ziekenhuizen voor stroomopwekking, voor het maken van een röntgenopname en voor archivering. Tevens waren aanpassingen in zorgstructuren en financiële regelingen nodig die het patiënten mogelijk maakten om de werking van deze nieuwe technieken te ondergaan. Dit betekende dat ook *politieke arbeid* werd verricht. Ten slotte was het nodig dat (nieuwe) apparaten werden ontworpen, geproduceerd en zo nodig gerepareerd. Dit vereiste de aanwezigheid van technici, maar zeker ook van fabrikanten die voldoende commerciële mogelijkheden zagen om technieken te ontwikkelen en in de markt te zetten. De grotere rol van de industrie voor medische producten en vooral de nauwere banden tussen wetenschappers, medici, technici en industrie vanaf het einde van de negentiende eeuw, maakten dat de medicus ook het pad van de *commerciële arbeid* kon kruisen.

Nieuwe technieken, nieuwe therapieën (1890-1914)

Laten we om te beginnen kijken naar de professionele en maatschappelijke ontwikkelingen die van belang zijn geweest voor het tot volle wasdom komen van het medisch-technologische systeem in de jaren zestig en zeventig van de twintigste eeuw. Dit historische proces kan in drie fases worden ingedeeld. De eerste periode (1890-1914) vangt aan in de laatste decennia van de negentiende eeuw. Toen verschenen er vele nieuwe instrumenten op de medische markt die – naar men aannam – het diagnosticeren exacter en objectiever konden maken. Deze instrumenten waren ontwikkeld uit de chemische en fysiologische precisie-instrumenten die sinds het midden van de negentiende eeuw in het academisch onderzoek en onderwijs in de geneeskunde in gebruik waren gekomen.

De ingebruikneming van deze technieken verliep allerminst zonder meningsverschillen. Er heerste bij vele artsen na de eeuwwisseling nogal wat scepsis over de laboratoriumdiagnostiek, het röntgentoestel en precisie-instrumenten zoals de elektrocardiograaf. Deze scepsis was voor een deel ingegeven door de vrees dat het gebruik van de nieuwe instrumenten oude tradities van klinisch onderzoek zou doen verdwijnen (betasten, kloppen, symptoombeschrijving, pols voelen). Voor menig arts zal de gedachte dat een laboratoriummedewerker of een ECG-technicus een diagnose kon stellen buiten het persoonlijk ziekebedonderzoek om, onverdraaglijk zijn geweest. De scepsis vermengde zich bovendien met een zekere weerzin tegen de negentiende-eeuwse gedachte dat de geneeskunde ooit een natuurwetenschap zou kunnen worden. Ondanks alle fysiologisch en chemisch onderzoek was de geneeskunde in therapeutisch opzicht sinds 1850 niet zoveel opgeschoten, aldus sommige tijdgenoten. Er waren echter ook medici en niet-medici die allerlei nieuwe instrumenten met veel enthousiasme gingen toepassen. Ook bij deze hulpverleners leefde

Technologie in Twente. Maar die chemie trok me niet zo: ik was geïnteresseerd in hoe de mens in elkaar zat. Medische Biologie in Amsterdam leek me wel wat. En toen kwamen er onafhankelijk van elkaar ineens twee mensen bij me aanzetten met een krantenadvertentie over een nieuwe opleiding BMT in Eindhoven. Ik heb het boekje aangevraagd en op basis daarvan heb ik me ingeschreven. Een technische studie over de mens; dat leek me perfect.

Nieuwe opleiding

Dat het een nieuwe opleiding was, vond ik wel spannend. De eerste week na de intro was er voor de studenten van alles georganiseerd. We gingen met een bus naar Maastricht, waar we van de universiteit een dik studieboek cadeau kregen. Toen hadden we wel in de gaten dat we iets bijzonders waren.

Ik heb het gevoel dat BMT overal de meest gemotiveerde mensen heeft weten uit te pikken. Docenten die heel erg voor hun vak leven en die heel motiverend college geven. Voor ons was alles nieuw, maar dat gold ook voor hen. Ze moesten soms visen naar ons niveau. Ik denk achteraf dat ze het niveau wat te laag hadden ingeschat. Ik merk dat studenten die later begonnen zijn, sommige vakken op een hoger niveau gekregen hebben. We waren een heel gemotiveerde lichter, met een heel hoog P-rendement. Natuurlijk had het er ook mee te maken dat we te horen kregen dat je wel een bolleboos moest zijn om succes te hebben in de studie. Wanneer ik nu zelf studievoorzichting geef, komen er leerlingen naar me toe die bang zijn dat ze het met een zes gemiddeld niet zullen bolwerken. Zo zwart-wit is het ook weer niet. Als je gemotiveerd genoeg bent, kun je het wel halen.

Onderwijsvormen

De nieuwe onderwijsvormen van BMT waren voor ons heel normaal. We kwamen net van school, dus konden we ze niet vergelijken met andere studies. Soms besteedde ik wel eens te veel tijd aan het projectgestuurd onderwijs (PGO),



Een intensive care afdeling: techniek is hier niet meer weg te denken.

een gevoel van teleurstelling over de resultaten van de natuurwetenschappelijke geneeskunde. Zij zagen in de komst van de nieuwe instrumenten echter juist een kans om een eind te maken aan de onmacht van de bestaande, academische geneeskunde. Zij experimenteerden vrijuit met de therapeutische toepassing van elektriciteit, röntgenstralen, radium, waterbaden, koude en warme lucht, ultraviolet licht, ozon en andere vormen van fysische geneeskunde. In de kring van deze therapeuten kregen veel technische vindingen uit de voorgaande jaren een nieuwe betekenis: niet het bereiken van exactheid en objectiviteit van kennis stond voorop, maar het vinden van een uitweg uit de therapeutische impasse van de (academische) geneeskunde. Tegen deze achtergrond verschenen er vele nieuwe privé-klinieken, instituten, kuuroorden en therapeutische praktijken, waar medici en niet-medici hun nieuwe, hoopgevende instrumenten opstelden. Kortom, de geneeskundigen werden door de komst van de elektromedische en laboratoriumapparatuur na 1890 geconfronteerd met een ongekend dynamisch veranderingsproces in het diagnostisch en therapeutisch handelen.

Nieuwe deskundigheden (1918-1940)

In de tweede fase (de periode 1918-1940) vond een herschikking van de medische markt plaats, met verstreckende gevolgen voor de verdere politieke, sociale en technologische ontwikkeling van de gezondheidszorg. In de eerste plaats was er een proces van collectivisering: een groeiend aantal ziekenfondsverzekerden, sociale wetgeving en (bescheiden) overheidssteun voor de opsporing van ziekten en voor sociaal-medische zorg. Langzaam maar zeker ontstond in de jaren twintig en dertig een stelsel van financiële en juridische regelingen, in het kader waarvan de vraag naar medische hulpverlening en ziektepreventie zich verder kon ontplooiën. Parallel daaraan ontstond een stelsel van bedrijfsgeneeskundige zorg en schoolgeneeskundige diensten. Inspecteurs, artsen en overheidsinstanties waren nu in staat de eerste vormen van massa-onderzoek ter opsporing en preventie van ziekten (aanvankelijk met name tuberculose) te organiseren.

Aan de aanbodzijde voltrok zich eveneens een herstructurering als gevolg van wat men een actieve marktpolitiek van ziekenhuizen kan noemen. Een toenevend aantal ziekenhuizen koos na 1918 voor het verwerven van nieuwe groepen patiënten uit de middenklassen en uit het bij ziekenfondsen aangesloten bevolkingsdeel. In het gehele land viel een proces van modernisering van ziekenhuiszorg waar te nemen, waarbij nieuwe operatiekamers en patiëntenverblijven werden ingericht. Tevens werden allerlei nieuwe technisch-medische hulpmiddelen, zoals de elektrocardiograaf, verbeterde röntgenapparatuur en laboratoriuminstrumenten aangeschaft. Een belangrijk aspect van deze modernisering was dat artsen die tot dusverre als 'specialist' in bijvoorbeeld maag-darmziekten, vrouwenziekten of radiologie vrij waren gevestigd of een eigen polikliniek exploiteerden, nu een vaste werkkring in een ziekenhuis ver-



De ingenieur naast de dokter.

waardoor mijn vakken in de knel kwamen. Bovendien stak ik per week tien uur in de wetenschapswinkel van BMT. Dat groeps-werk in PGO was over het algemeen wel prettig, maar soms was het moeilijk samenwerken met mensen die heel weinig deden en met mensen die juist mijlenver voorliepen op de rest. Een nadeel van PGO vind ik dat je altijd bezig bent met iets dat al is uitgevonden. Nieuwe dingen onderzoeken vind ik juist leuk.

Politiek

Een week na de intro was er een diner voor ons georganiseerd in het auditorium. Daar vroeg iemand mij of ik in de opleidingscommissie wilde. Dat leek me hartstikke leuk. Met een paar mensen, van wie drie uit mijn introgroep, zijn we dat gaan doen. Als eerstejaars waren we nog niet zo mondig. In het begin was vooral de directie aan het woord. En wij zeiden dan "ja" of "nee". Ik denk dat de impact van studenten later groter geworden is. Ik heb ook nog in de faculteitsraad gezeten. Dat politieke werk vond ik hartstikke leuk. Op de middelbare school had ik nooit dat soort dingen gedaan, ik was een vrij stille leerling.

Ingenieur

Ik voel me meer onderzoeker dan ingenieur. De techniek van het menselijk lichaam interesseert me, niet zozeer hoe een MRI-apparaat in elkaar zit. Ik loop stage in Maastricht en daar ben ik in een team echt met onderzoek bezig. Af en toe vraag ik me af of ik wel genoeg weet. Maar van de andere kant: een medicus heeft geen onderzoekscomponent in zijn opleiding. Die is bezig met mensen, spieren leren kennen en leren snijden. Al met al denk ik dat BMT'ers zich straks goed staande zullen kunnen houden. Tijdens een project zag ik hoe ze in het ziekenhuis in het oog de wijdte van de pupil nog op traditionele manier bepaalden. Met een lineaal de diameter bepalen, zeg maar. Ik wist dat een van de BMT-hoogleraren bezig was met MRI-onderzoek naar het samentrekken van het ventrikel in het hart. Die heeft een systeem ontwikkeld

wierven. Zij kwamen voortaan officieel als ziekenhuisspecialist te boek te staan. De combinatie van collectivisering van de ziektekosten, ziekteopsporing en -preventie alsmede hospitalisering van de artsenzorg was niet mogelijk geweest zonder een reorganisatie van de hulpverleningspraktijk in het algemeen en de praktijk van artsen in het bijzonder. Slechts door het vastleggen van nieuwe financiële afspraken en bestuurlijke regelingen konden de betrokken overheidsinstellingen en het bureaucratisch apparaat van de moderne verzorgingsarrangementen optimaal functioneren. De vervlechting van de medische praktijk met de verzekerings- en overheidsbureaucratie betekende dan ook dat nieuwe sociale demarcaties tussen medici en niet-medici en tussen medici onderling werden aangebracht en dat tevens een formalisering van de onderlinge (dagelijkse) relaties tot stand werd gebracht. Er kwamen onderscheidingen tussen huisartsen, specialisten en consultatiebureau-artsen.

Consumptiestijging en institutionalisering van medisch-technologische innovaties (1945-1970)

In de derde fase (1945-1970), ten slotte, staan de bovengemiddelde stijging van de consumptie van medische zorg en de opkomst van een nieuwe stijl van geneeskunde op de voorgrond. De jaren vijftig en zestig worden gekenmerkt door een forse expansie van de ziekenhuiszorg en van het aantal medische en verpleegkundige handelingen per hoofd van de bevolking en per ziekenhuispatiënt. De kosten van de ziekenhuiszorg namen bovendien toe als gevolg van een intensivering van diagnostische en therapeutische handelingen (chirurgische ingrepen, het gebruik van geneesmiddelen, invasieve onderzoeksmethoden). Nadat bijvoorbeeld de röntgendiagnostiek al vóór 1940 een van de belangrijkste uitgavenposten voor de ziekenfondsen was geworden, werden de beeldvormende technieken, zoals de röntgencontrasttechniek, het isotopenonderzoek en de katheterisatie, in de jaren vijftig en zestig ook voor de ziekenhuizen een van de belangrijkste kostendragers.

De jaren vijftig en zestig vormden tevens de periode waarin de Nederlandse geneeskunde een gedaanteverandering onderging. Onder invloed van een explosie van technologische innovaties in de medicamenteuze therapie, de chirurgie, de interne geneeskunde en de obstetrie ontwikkelden tal van specialismen zich tot invasieve takken van geneeskunde. Naar Amerikaans-Engels voorbeeld ontstonden bovendien nieuwe vormen van interdisciplinaire samenwerking tussen medische specialismen onderling en tussen specialisten en technici – een ontwikkeling die reeds in de Tweede Wereldoorlog een aanvang nam en zich tot ver na 1970 heeft voortgezet. Opvallend is daarbij het toenemende belang van technologische kennis in de experimentele of medische fysica. Dit had tot gevolg dat diverse ziekenhuizen en onderzoekscentra zich in de jaren vijftig en zestig daadwerkelijk tot innovatieknooppunten hebben ontwikkeld, waar diverse technieken naast elkaar of in combinatie konden worden onderzocht op hun medische toepassingsmogelijkheden.

Medische techniek en de verzorgingsstaat

De veranderingen in de gezondheidszorg sinds 1890, zoals hierboven in grote lijnen beschreven, zijn van groot belang geweest voor de positie van de technologie in de geneeskunde. Uit de wederzijdse relaties tussen overheid, ziektekostenverzekeraars, ziekenhuizen en specialistenorganisaties groeide een stelsel van partijen dat het fundament vormde waarop de integratie van vele technieken in de medische praktijk kwam te berusten.

In de eerste plaats instrumenten en technische hulpmiddelen die op zulke uiteenlopende terreinen als de röntgendiagnostiek en -therapie, het laboratoriumonderzoek, de revalidatiegeneeskunde, de anesthesiologie en de cardiologie in gebruik zijn genomen. De nieuwe institutionele en financiële context maakte het massagegebruik van veel van deze instrumenten mogelijk. Zo vormde de nationale tuberculosecampagne in de jaren twintig, dertig en vijftig een goede voedingsbodem voor de massale verspreiding van de röntgenapparatuur in de gezondheidszorg. Met de verspreiding van de röntgeninstrumenten deed het nieuwe verschijnsel van de 'symptoomloze patiënt' zijn intrede, waarbij door middel van röntgendoorlichting ogenschijnlijk gezonde burgers werden opgespoord – een verschijnsel waaraan artsen overigens even moeilijk konden wennen als 'patiënten'.

Ook de categorie van industriële medicamenten en pijnstillende, antiseptische en hormonale middelen heeft dankzij nieuwe sociale structuren een stempel op de medische praktijk kunnen drukken. De introductie en verspreiding van deze middelen vanaf het einde van de negentiende eeuw heeft het therapeutisch (en diagnostisch!) handelen vanzelfsprekend ingrijpend veranderd, terwijl ook de ontwikkeling en productie ervan met de opkomst van de farmaceutische industrie in loop van de twintigste eeuw totaal van karakter is veranderd.

De 'chirurgische procedure' is een derde belangrijke categorie van technieken die het aanzien van de geneeskunde totaal hebben veranderd. Het gaat hier om heelkundige benaderingen van lichamelijke aandoeningen volgens welomschreven ingrepen in bijvoorbeeld de hersenen en buik- en borstholte met gebruikmaking van speciaal voor die ingrepen ontwikkelde instrumenten en andere hulpmiddelen. Vanaf het einde van de negentiende eeuw – dat wil zeggen na de introductie van de anti- en aseptis en nieuwe narcosetechnieken in de periode 1870-1900 – is een grote variëteit van nieuwe heelkundige ingrepen ontwikkeld. Sommige daarvan zijn inmiddels in onbruik geraakt, zoals de chirurgische behandeling van obstipatie, darmoperaties bij epilepsie en bepaalde hersenoperaties bij psychiatrische aandoeningen. Andere worden nog altijd toegepast, bijvoorbeeld de hartklepoperatie en de borstampuatie. Daarbij moet wel worden aangetekend dat lang niet alle heelkundige ingrepen voor zichzelf spraken, bijvoorbeeld omdat er ook alternatieven voor een heelkundige benadering beschikbaar waren. In een gegeven periode behoeft de chirurgische procedure dus evenzeer een historische verklaring als elke andere techniek.

waarbij je op een plaatje vier punten moet aanklikken en dan wordt automatisch de oppervlakte gemeten. Ik heb ze in het ziekenhuis over die methode getipt. Ik hoop dat ze er verder nog iets mee kunnen doen.

Afstuderen

Ik heb de eerste vier jaar van mijn studie veel dingen erbij gedaan. Zo was ik in 2000 coördinator van de eerstejaars-introductieweek op de TU/e en ben ik lid van een studentenvereniging en een dispuut. Daar gaat toch een hoop tijd in zitten. Een nominaal lopende student ben ik dus niet. Nu ik gekozen heb voor een bepaalde afstudeerrichting, wordt het steeds leuker. Als BMT'er moet je een keuze maken. De opleiding is te breed om alle opties open te houden. In het begin dacht ik dat dit wel kon, maar Bert Meijer zei: "Je zult toch een keer een keuze moeten maken." Ik ben van plan om in zijn groep af te studeren en ik ben nu dus aan het voorsorteren. Drug delivery systems vind ik interessant. Een onderzoekster in de groep van Meijer heeft een dendriemeer gemaakt, een groot molecuul waarin je een geneesmiddel als het ware kunt opsluiten om het op een precieze plaats in het lichaam weer los te laten.

Tijdens de stage die ik nu loop in Maastricht, onderzoek ik het middel sotalol, dat je rechtstreeks in het hartzakje zou willen toedienen. We willen weten of dat ingebrachte middel geen hartritme storingen veroorzaakt en dus gaan we het testen op ratten, om te kijken of de verdeling over de hartwand wel gelijkmatig is. In de praktijk merk ik nu dat ik als BMT'er bruggen kan slaan. In mijn team werken medici samen met biochemici. Een chemicus heeft er geen benul van hoe een hart werkt. Ik weet wat van chemie en ik weet ook hoe het hart werkt.

Toekomst

Ik hoop in 2003 klaar te zijn met de studie. Ik denk wel eens na over wat ik over tien jaar doe, maar die vraag is nog steeds moeilijk te beantwoorden. Ik zie mezelf niet als iemand die zo nodig carrière moet



dr.ir. Fons Sauren, Opleidingsdirecteur BMT

Het in de jaren twintig en dertig gegroeide zorgstelsel schiep ten slotte ook de noodzakelijke voorwaarden voor innovatieve activiteiten, doordat locaties konden worden gecreëerd waar gespecialiseerde artsen en technici konden samenwerken, bijvoorbeeld op het terrein van de röntgentechniek. Op dezelfde locaties konden ook interacties ontstaan tussen diverse medische specialisten en technieken, waaruit vervolgens experimenteel-technische onderzoeksprogramma's konden voortkomen, zoals het ultrageluidsonderzoek in Rotterdam in successievelijk de jaren 1959-1965 en het begin van de jaren zeventig, cardiologisch onderzoek in Amsterdam in de jaren vijftig en zestig alsmede long- en hartchirurgische vernieuwingen in Utrecht in de jaren vijftig.

Bijzondere eigenschappen van medische techniek

Zoals eerder opgemerkt, is het niet alleen van belang om de maatschappelijke context van medische technieken in een historische analyse van medische techniekontwikkeling te betrekken. Om het ontstaan van de moderne technologische geneeskunde te kunnen begrijpen, moet ook naar het verband tussen medische praktijk en de techniek zelf worden gekeken. Een kenmerkende eigenschap van dit verband is bijvoorbeeld dat artsen telkens een erg belangrijke rol spelen bij technische innovatie. Het zijn meestal artsen geweest die het voortouw hebben genomen bij het bedenken en construeren van aanpassingen van de bestaande apparatuur, daarbij ondersteund door zelf uitgekozen technici. In de gezondheidszorg blijken artsen als de 'main users of interest' cruciaal te zijn voor de vormgeving van technologische innovatie. Tevens blijkt dat klinische vraagstellingen telkens opnieuw tot vooral geleidelijke veranderingen in bestaande medische apparatuur leiden. We kunnen dit duidelijk waarnemen in de ontwikkeling van bijvoorbeeld de röntgentechniek, laboratoriumtechnieken, chirurgische technieken en cardiologische technieken sinds 1900. Op dit punt is een wezenlijk verschil aanwijsbaar met andere markten voor technieken. Hoewel de patiënt-consument strikt genomen de eindgebruiker van medische techniek is, beslisten de artsen of er gebruik van werd gemaakt en waren het artsen naar wie werd geluisterd tijdens het bijstellen van innovatieprogramma's en bij de evaluatie van nieuwe instrumenten. De opkomst van de medisch-technische industrie in de jaren twintig en dertig heeft aan deze centrale positie van artsen bij innovatieprocessen weinig veranderd. Dat neemt niet weg dat vanaf de jaren twintig technologische innovaties steeds vaker totstandkwamen in werkplaatsen en laboratoria die speciaal voor technologisch onderzoek (en onderhoud) waren opgezet. Vóór 1940 ging het nog vooral om industriële werkplaatsen, maar in de jaren vijftig en zestig verschenen er ook semi-overheidsinstellingen en academische afdelingen die zich speciaal op de oplossing van technologische vraagstukken gingen richten met het oog op (toekomstige) klinische toepassingen (TNO, medisch-fysische afdelingen). Na 1945 lijken veranderingen in de medische praktijk steeds vaker het resultaat te zijn van onderzoek in deze technologisch georiënteerde centra.

Onzekerheid en het maken van keuzes

Ten slotte kan worden vastgesteld dat de introductie en verspreiding van technieken in de geneeskundige praktijk voortdurend fases van onzekerheid en verwarring hebben gekend over de vraag in hoeverre deze technieken nu werkelijk bijdroegen aan de doeltreffendheid van het diagnostisch proces en de toegepaste therapie. In een vroeg stadium van een technische innovatie, bijvoorbeeld wanneer experimenterende artsen voor het eerst een lichaams-onderdeel of een ziekte met behulp van röntgentechniek onderzochten, ging het altijd om de vraag of de nieuwe techniek beelden kon voortbrengen met ziekte tekens die nooit op een andere wijze konden worden verkregen en toch betrouwbaar (dat wil zeggen reproduceerbaar) waren. Met andere woorden: moest het toepassen van de nieuwe techniek worden beschouwd als een methode die bestaande diagnostische procedures kon vervangen of was het een methode die de resultaten van die procedures slechts kon bevestigen? Telkens wanneer artsen met een nieuwe vorm van röntgen- of echotechniek experimenteerden, moesten de beelden van het röntgen- of echotoestel door noeste arbeid in verband worden gebracht met bestaande ziekte tekens, die via betasten, kloppen, het onderzoek met de stethoscoop of postmortaal onderzoek waren verkregen. Terwijl de beelden aanvankelijk slechts een bevestiging leverden van het bestaande klinische oordeel, kon er uiteindelijk een zodanige omslag optreden dat de röntgen- of echodiagnostiek oude onderzoeksmethoden van hun centrale plaats in het diagnostisch proces verdrong. Deze omslag had niet alleen op het diagnostisch proces betrekking. Het ontstaansmechanisme van de betrokken ziekte (de pathogenese) moest eveneens worden aangepast door nieuwe ziekte tekens te verdisconteren, het instrument zelf onderging aanpassingen, terwijl ook het therapeutisch en het preventief handelen in nieuwe procedures moesten worden gevat.

De uitkomst van dit proces van herdefiniëring – dat vele jaren kon duren – leidde er in veel gevallen toe dat men de technische innovatie als een aanwinst ging beschouwen. Maar even zo vaak was het omgekeerde het geval. Het kon voorkomen dat men na jarenlange ervaring met de techniek tot de conclusie moest komen dat de röntgen- of echobeelden minder eenduidig waren dan men had gehoopt of zelfs dat de techniek als zodanig ongeschikt was. Zo kon het röntgenonderzoek van de borst (mammografie) begin jaren zestig uit de belangstelling verdwijnen, en viel in de jaren dertig op de vermeende 'objectiviteit' van het röntgenologisch maagonderzoek bij nader inzien toch veel af te dingen: het röntgenbeeld van de maag kon slechts met behulp van andere, klassieke methoden worden geduid.

Er is nog een tweede aspect van onzekerheid die aan het gebruik van medische techniek kleefte. Artsen en andere hulpverleners beschikken over een (bescheiden) mate van eigenzinnigheid als het op het gebruik van technieken aankomt. Die eigenzinnigheid heeft ervoor gezorgd dat technieken niet altijd en overal zijn gebruikt zoals de pioniers-ontwerpers en producenten hadden bedoeld. Zo blijkt uit bijvoorbeeld de geschiedenis van beeldvormende tech-

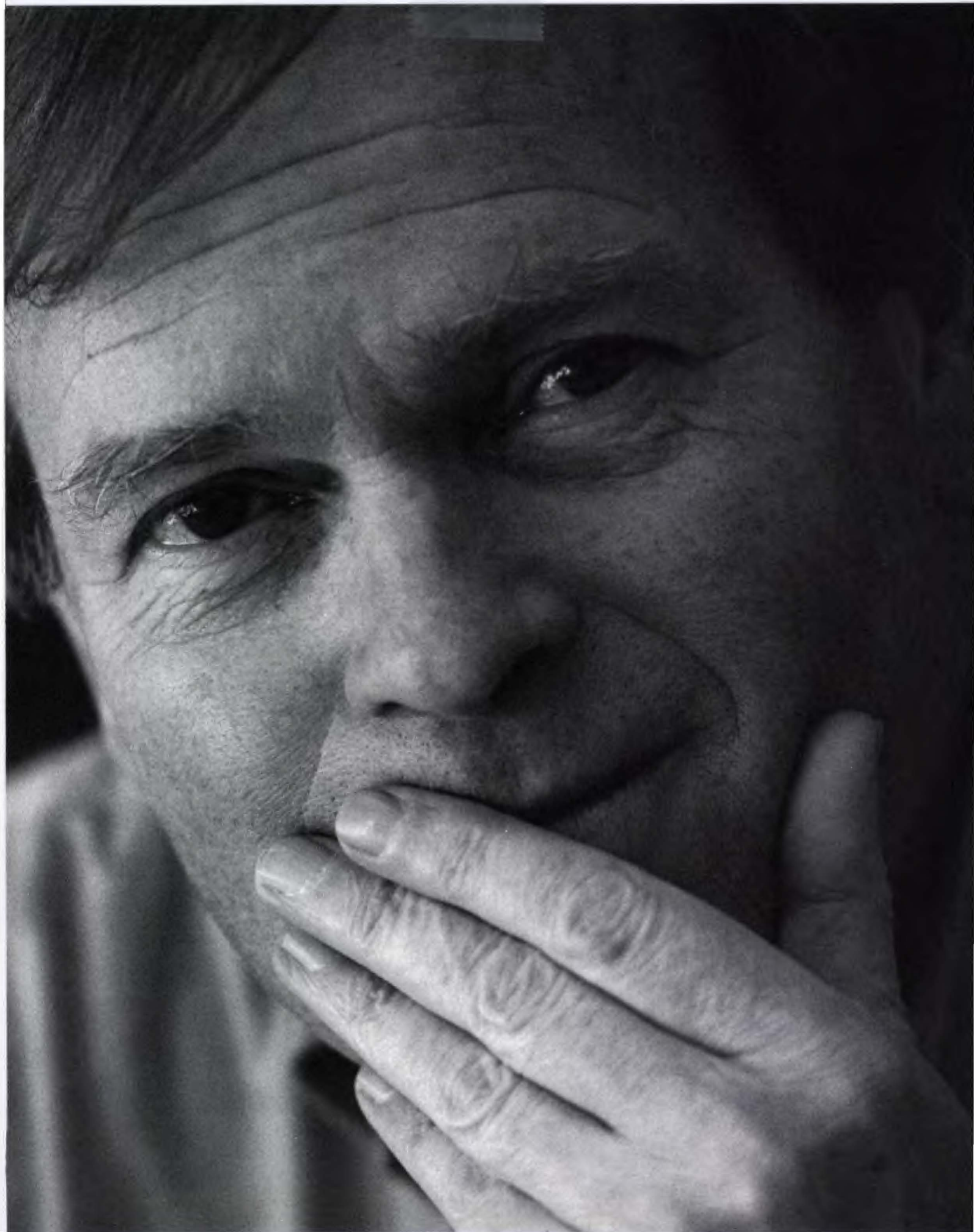


Moderne techniek is onmisbaar op een intensive care afdeling.

maken. In de opleiding heb ik nooit echt kennism gemaakt met het bedrijfsleven. Omgekeerd zie je dat het bedrijfsleven ons nog te weinig kent. Daar moet nog wel wat aan gebeuren. Maar ik ben heel erg nieuwsgierig van aard, dus ik zal waarschijnlijk in de onderzoekswereld mijn draai wel kunnen vinden. Iedereen zegt dat promoveren echt iets voor mij is. Maar als ik nu ga roepen “ik wil promoveren”, hangen er meteen tien mensen aan de telefoon. BMT'ers zijn nogal gewild, heb ik gehoord.’

nieken dat artsen dikwijls een eigen klinische ruimte opeisten, waarin zij per patiëntengeval konden beslissen hoe zij een instrument zodanig konden toepassen dat zij een aanvaardbaar en werkbaar klinisch oordeel over de patiënt konden vormen. De komst van telkens nieuwe technieken heeft het spreken, denken en handelen rond ziekten in de laatste honderd jaar dus weliswaar onmiskenbaar en zeer ingrijpend veranderd, maar dezelfde technieken hebben het klinisch oordeel van de medicus nooit volledig kunnen voorschrijven. Altijd bleef in principe de mogelijkheid bestaan om de resultaten van het instrumentele onderzoek te negeren.

Historisch onderzoek naar medische technieken kan ons veel leren over het karakter van de medisch-technologische ontwikkeling in de laatste honderd jaar. Dergelijk onderzoek laat zien dat er voortdurend politieke keuzes moeten worden gemaakt en sociale reorganisaties nodig zijn om het gebruik van technieken daadwerkelijk mogelijk te maken. Het maakt ook duidelijk dat bijvoorbeeld eenmaal ontworpen instrumenten een plastisch karakter hebben en dus onder invloed van gebruikers andere gedaante en betekenissen kunnen aannemen. Instrumenten, geneesmiddelen en chirurgische procedures hebben artsen en patiënten als het ware tot bepaalde vormen van gebruik uitgenodigd, maar hebben hun gedrag nooit volledig kunnen determineren. Historisch onderzoek laat ook zien dat het uiteindelijk de artsen en patiënten zelf zijn die kunnen kiezen voor een bepaald gebruik of een bijzondere betekenis van die technieken. Hoezeer dit laatste inzicht nu eens als geruststellend, dan weer als een zware beproeving kan worden ervaren, is artsen en iedereen die wel eens patiënt is geweest vooral in de afgelopen twintig jaar maar al te goed duidelijk geworden.



Biomedische Technologie: een nieuwe ingenieursopleiding

Het begin in de Verenigde Staten

De in het vorige hoofdstuk beschreven, snel voortgaande wederzijdse beïnvloeding van geneeskunst, technische en natuurwetenschappen leidde aan het eind van de jaren veertig in de Verenigde Staten tot de eerste bijeenkomsten van onderzoekers op het terrein van wat later biomedische technologie of techniek (BMT) ging heten. Deze samenkomsten hadden een kleinschalig karakter. Op een in 1947 door het National Institutes of Health georganiseerd congres was bijvoorbeeld een honderdtal onderzoekers aanwezig en werden twintig onderwerpen besproken.

Een formele opleiding bestond in die tijd nog niet. De 'biomedisch-technologen' waren in hoofdzaak ingenieurs – vaak elektrotechnische ingenieurs – die zich met (aspecten van) medisch onderzoek bezig hielden. Kleinere groepen medici en biologen maakten eveneens deel uit van deze wat men kan noemen 'pioniersgeneratie'.

Het biomedisch-technisch onderzoek breidde zich in de loop van de jaren vijftig snel uit. Om aan de vraag naar onderzoekers te kunnen voldoen stelden enkele universiteiten in de tweede helft van dat decennium beurzen ter beschikking voor de training van ingenieurs in biomedisch onderzoek. In 1959 ging aan het Drexel Institute of Technology in Philadelphia (Penn.) een eerste formele opleiding in 'biomedical engineering' van start.¹

Het betrof hier een zogeheten masteropleiding. Tot de studie werden studenten met een bachelorgraad op het terrein van techniek, biologie of medicijnen toegelaten. De studenten uit de laatste twee categorieën kregen bijscholing op technisch terrein. De technici moesten op hun beurt een aanvullende cursus op biomedisch terrein volgen.

Kort hierna startten de Johns Hopkins Universiteit en de Universiteit van Pennsylvania, Ph.D.-promotieprogramma's in BMT. De deelnemers aan deze programma's hadden een masteropleiding in de technische of bio-medische

- 1 T.C. Pilkington, F.M. Long, R. Plonsey, J.G. Webster, W. Welkowitz, 'Status and trends in biomedical engineering education', *IEEE, Engineering in Medicine and Biology Magazine*, (september 1989) 9, 10.
- 2 Pilkington, Long, Plonsey, Webster, Welkowitz, 'Status and Trends', 9, 10.
- 3 Commissie Voorbereiding Medische Faculteit Eindhoven, *Tweede Rapport* (Eindhoven 1967) 25.
- 4 Pilkington, Long, Plonsey, Webster, Welkowitz, 'Status and Trends' 10.
- 5 Pilkington, Long, Plonsey, Webster, Welkowitz, 'Status and Trends', *Appendix A, B*, 12-16.

Interview

Prof.dr.ir. Rik Huiskes (57)

hoogleraar 'Bone and orthopaedic biomechanics'

'Mijn vader had een tandartspraktijk in Eindhoven. Als zoon van een tandarts is het niet toevallig dat ik nu met botten bezig ben. Mijn leraren op de HBS zullen vroeger nooit gedacht hebben dat ik nog eens hoogleraar aan de TU zou worden. Wild is niet het juiste woord, maar ondeugend was ik wel. Als scholier gaf ik te kennen dat ik ook tandarts wilde worden en dat vond mijn vader fantastisch. Na mijn eindexamen liep het echter mis: als vakantiewerk ging ik mijn vader in de tandartspraktijk assisteren. Ik zag hoe hij de hele dag in zijn uppie stond te sleutelen en ik vond er werkelijk helemaal niets aan. Maar ik durfde het niet te zeggen en ben toch naar Groningen vertrokken. Omdat die studie mij niet boeide, voerde ik er niets uit. Op advies van twee vrienden van mijn vader, allebei TH-hoogleraren, ben ik daarna in Eindhoven aan de HTS Werktuigbouwkunde gaan studeren. Ik moest eerst maar eens laten zien wat ik kon. Ik was heel gemotiveerd en ik vond de HTS fantastisch. Het ging dus ook goed. Ik mocht meedoen aan de eerste zeilwagenrace in Eindhoven, in een zelf ontworpen en met hulp van docenten

wetenschappen achter de rug. Halverwege de jaren zestig waren er in de Verenigde Staten rond de vijftig wetenschappelijke instellingen die beschikten over een BMT-opleiding.²

De verscheidenheid van de opleidingen en het verschil in kwaliteit waren groot. De Commissie Voorbereiding Medische Faculteit Eindhoven, die in 1967 een werkbezoek aan de Verenigde Staten bracht om zich te oriënteren op de biomedisch-technische studierichtingen, berichtte in haar rapport dat 'van de bestaande opleidingen slechts een 12-tal een echt trainingsprogramma en acceptabel speurwerk verzorgt. Slechts in 2 à 3 gevallen wordt deze opleiding gestuurd door een aparte commissie.'³

Vooraf van de masteropleidingen ontstonden aan het eind van de jaren zestig en zeventig zogeheten 'undergraduate programs'. Hierbij kon een bachelorgraad in biomedische technologie worden behaald. De eerste undergraduate-programma's ontstonden als keuzestudie bij traditionele ingenieursopleidingen. In veel gevallen ging het hierbij om de faculteit Elektrotechniek. Deze eerste opleidingen droegen, net als dat bij de masterprogramma's het geval was geweest, een sterk experimenteel karakter. De docenten waren in de meeste gevallen technici en medici die traditionele opleidingen in hun vak hadden gevolgd. Zij moesten al improviserend hun weg vinden in de nieuwe studierichting.

Vooraf vanwege de toeloop van studenten besloten enkele universiteiten in een aantal gevallen de BMT-opleiding te verzelfstandigen in een eigen faculteit. Een dergelijke faculteit kreeg vervolgens een eigen onderwijs- en soms ook onderzoeksprogramma, een budget en een administratie.⁴

Een volgende stap was het aanvragen van erkenning van het programma door de Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET). Van de ongeveer veertig undergraduate-programma's die aan het eind van de jaren tachtig bestonden, hadden er achttien een erkenning door de ABET ontvangen. Tot de pioniers hier behoorden de Duke University (1972), het Rensselaer Polytechnic Institute (1972) en de Brown University (1973).

In de criteria van de ABET waren bepalingen opgenomen over de omschrijving van de studie Biomedische Technologie, de omvang van de faculteit, de aanwezigheid van gekwalificeerd personeel, de studielast en het studieprogramma. Wat dit laatste betreft, lette de ABET er in het bijzonder op dat hierin naast interdisciplinaire cursussen biomedische techniek er voldoende 'basic engineering' was opgenomen. Daarnaast moest het programma een aantal onderdelen wiskunde, minimaal één trimester biologie en een trimester scheikunde bevatten. Ook technische ontwerp-praktijk en laboratorium-ervaring dienden deel uit te maken van het studieprogramma.

Een ander aspect van de acceptatie van biomedische techniek was het groeiend aantal studieboeken dat voor de opleiding verscheen. In 1988 bestond er een honderdtal boeken over diverse aspecten van biomedische techniek. Hiervan waren er 23 bij twee of meer universiteiten in gebruik. Dit laatste wijst op een zekere mate van standaardisatie van de opleiding.⁵

Het proces van institutionalisering en professionalisering van de BMT-opleiding en haar afgestudeerden werd in de Verenigde Staten in de jaren zestig en zeventig afgesloten met de vorming van een aantal beroepsverenigingen die in hoofdzaak actief waren op deelterreinen van de medische en biomedische techniek. Het ging hier bijvoorbeeld om onderverenigingen van organisaties van klinische, chemische, elektrotechnische en landbouwkundige ingenieurs die zich bezig hielden met biomedische technologie.

De eerste verenigingen ontstonden op plaatselijk en regionaal niveau.⁶ Van hieruit kwamen na vaak moeizame onderhandelingen landelijke beroepsverenigingen van de bovengenoemde groepen tot stand, maar ook van biomedici die zich bezig hielden met revalidatietechniek, het ontwerpen van medische instrumenten of huidtransplantaties.

Om dit bonte geheel te overkoepelen, kwam in 1992 het American Institute for Medical and Biological Engineering (AIMBE) tot stand.

Internationaal actief is de Engineering in Medicine and Biology Society (EMBS) van het gezaghebbende Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE). Het IEEE heeft afdelingen in een veertigtal landen. De EMBS telde aan het eind van de jaren negentig ongeveer 8000 leden. Het IEEE geeft het maandblad *Transactions on Biomedical Engineering* en het tweemaandelijkse *Engineering in Medicine and Biology Magazine* uit. Eenmaal per kwartaal publiceert het IEEE verder nog bladen op het terrein van revalidatietechniek en medische informatica.

Een laatste stap in het proces van professionalisering was het opstellen door de beroepsverenigingen van een formele ethische gedragscode. Hierin stond een omschrijving van de maatschappelijke rol van de beroepsgroep en verder onder meer regels om ongekwalificeerde en onjuist optredende beroepsbeoefenaren te weren. De code bevatte ook voorschriften om de onderlinge concurrentie te regelen en afnemers en patiënten te beschermen.⁷

Biomedische Techniek ontwikkelde zich in de Verenigde Staten in de jaren zeventig en tachtig tot een kleine, maar succesvolle afzonderlijke ingenieursopleiding. Het aantal undergraduate-studenten steeg van 1610 in 1975 via 3252 vijf jaar later tot 3627 in 1986. In percentage van het aantal undergraduate-studenten Techniek was deze stijging overigens minder spectaculair, en wel van 0,7 via 0,9 tot 1,0.

Het aantal graduate-studenten dat een master-opleiding in BMT volgde, steeg in dezelfde peiljaren van 341 via 481 tot 660. In percentage van het totaal aantal master-studenten Techniek ging het om de volgende getallen: van 1,3 in 1975 via 1,7 in 1980 tot 1,5 in 1986.

Was bij de graduate-opleiding in hoofdzaak nog sprake van stabiliteit, bij de promovendi in BMT was in deze periode verhoudingsgewijs sprake van een lichte teruggang van 2,1 via 1,8 tot 1,7% van de totale hoeveelheid promovendi in een technisch vak. In absolute aantallen was overigens nog sprake van een duidelijke groei van 233 in 1975 via 256 in 1980 tot 423 in 1986.⁸

gebouwde wagen. Ik was er geweldig trots op dat ik die race met een volle ronde voorsprong op de concurrentie van TH-studenten won. Daarna heb ik de overstap naar de TH gemaakt. Daar liep ik vrij snel door mijn studie heen. Het was voor mij nauwelijks een vraag waarin ik zou afstuderen: mechanica, bij Jan Janssen. Dat vond ik een leuke, dynamische groep en ik hield van de theoretische aspecten van het werk. Janssen bood me een afstudeerplaats aan in een project met Tandheelkunde in Nijmegen.

Nijmegen

Daarna ben ik in Nijmegen gaan werken op de orthopedische afdeling van het Academisch Ziekenhuis. Eerst om promotieonderzoek te doen, later om een biomechanisch laboratorium op te zetten. Daar werd ik geconfronteerd met het beeld dat medici van ingenieurs hadden. Een van de eerste werkdagen kwam de hoogleraar-chirurg binnen. Hij zette een prothese op mijn bureau en zei: "Dit is een knieprothese, gemaakt door een collega. Kun jij er voor mij ook een ontwerpen?" Het ging er niet om dat er iets mis was met de bestaande; hij wilde zelf een eigen prothese hebben. De chirurgen hadden het idee dat ik voor dat soort dingen was aange-steld. De hiërarchie tussen chirurgen en de ingenieur was vroeger volstrekt evident. Als ingenieur werd je "geduld". Er werd in principe niet naar je geluisterd, men verwachtte dat jij luisterde. Onder de orthopeden heerste er een sfeer van cow-boys en indianen. Er was veel humor: "An orthopedic surgeon has to be strong as an ox and twice as smart".

Heupprothese

Gelukkig heeft een tweede orthopeed, iemand met een sterk wetenschappelijke belangstelling, me gepusht om onderzoek te doen. Dus ging ik heupprothesen onderzoeken. Analyseren welke krachten overgedragen worden bij de fixatie van het stalen deel van de prothese tegen het bot. Daar kon ik prachtig de eindige-elementmethode voor gebruiken, iets wat ik in Eindhoven geleerd had. In die tijd was dat

Over de beroepsbestemming bestaan gedetailleerde gegevens uit een ander onderzoek onder 704 afgestudeerden en gepromoveerden in het studiejaar 1978-1979.⁹



De brede wetenschappelijke basis van de BMT-student.

Beroepsbestemming	BMT studieprogramma			Totaal	
	BS	MS	Phd		
Industrie (BMT)	74	72	10	156	(22%)
Industrie (overig)	70	19	8	97	(14%)
Overheid	8	6	9	23	(3%)
Ziekenhuis	26	28	12	66	(9%)
Universiteit	2	8	25	35	(5%)
Graduate School (BMT)	69	27	0	96	(14%)
Medical School	80	14	6	100	(14%)
Andere professionele opleiding	50	6	1	57	(8%)
Onbekend	49	20	5	74	(10%)
Totaal	428	200	76	704	(100%)

Informatie uit het eerder genoemde onderzoek over de periode 1975-1986 bevestigt het vorenstaande beeld in grote lijnen. Het grootste deel van de bachelorstudenten, zo blijkt hieruit, vond werk in de industrie op het gebied van medische apparaten of voorzieningen. De afgestudeerden met een masteropleiding en de gepromoveerden kwamen vooral terecht in onderzoeks- en uitvoerende functies bij zowel medische organisaties, het bedrijfsleven als de universiteiten. Voor het verrichten van zelfstandig onderzoek voor de beide laatste soorten werkgevers was meestal een promotie een vereiste.¹⁰

BMT ter discussie

De start van biomedische technologie ging gepaard met de nodige discussies. Op onderwijskundig terrein stonden hierbij twee vragen centraal. In de eerste plaats ging het om de kwestie of een dergelijke hybride opleiding met veel aandacht voor biologische aspecten nog wel te omschrijven was als een ingenieursopleiding. Deze kwestie was in het bijzonder van belang bij de meestal drie jaar durende bachelorprogramma's. Een tweede, daarmee verbonden vraag was of een dergelijke opleiding een student wel de benodigde biologische basiskennis bijbracht.

Een in 1980 uitgevoerd vergelijkend onderzoek onder 29 universiteiten met een opleiding Biomedische Technologie maakte goeddeels een eind aan de discussie. Hieruit bleek namelijk dat BMT-studenten in vergelijking met studenten Elektrotechniek ruim 9% van hun tijd besteedden aan wat heette 'life science'. Dit ging voornamelijk ten koste van de engineering courses, waaraan bij de BMT-opleiding 38,5% en bij de Elektrotechniek 45,1% van de tijd werd

- 6 Zie voor een verslag van dit ontstaansproces: H.P. Schwan, 'The development of biomedical engineering: historical comments and personal observations' *IEEE, Transactions on Biomedical Engineering* (december 1984) 730-738.
- 7 J.D. Bronzino, 'Biomedical engineering: a historical perspective', in J. Enderle, S.M. Blanchard, J.D. Bronzino, *Introduction to biomedical engineering* (San Diego 2000) 24, 25.
- 8 Pilkington, Long, Plonsey, Webster, Welkowitz, 'Status and Trends', 11, 12..
- 9 A.R. Potvin, F.M. Long, J.G. Webster, R.J. Jendrucko, 'Biomedical engineering education: enrolment, courses, degrees, and employment', *IEEE, Transactions on Biomedical Engineering* (januari 1981) 22-28.
- 10 Pilkington, Long, Plonsey, Webster, Welkowitz, 'Status and Trends', 12.



Ontwerp Gericht Onderwijs (OGO): één van de onderwijsvormen

- 11 J.L. White, R. Plonsey, 'Does undergraduate engineering education produce real engineers?', *IEEE, Transactions on Biomedical Engineering* (mei 1982) 374-378.
- 12 White, Plonsey, 'Undergraduate engineering education', 376, 377.

vrij uitzonderlijk en mijn aanpak bleek in de wereld redelijk uniek te zijn. Ik kon al vrij snel met succes resultaten op congressen presenteren.

Mijn promotieonderzoek bij Jan Janssen liep lekker; ik ben in 1979 bij hem gepromoveerd op onderzoek dat ik in Nijmegen had gedaan. Door mijn goede onderzoeksrelaties op de TU groeide onder de orthopeden de waardering voor mijn werk. Mijn internationale contacten namen toe en ik kreeg het aanbod om met een NWO-beurs een tijd in Amerika te gaan werken. Toen ik na een jaar terugkwam, veranderde de sfeer. Men ging meer naar mij luisteren, bijvoorbeeld tijdens de patiëntenbesprekingen. Dat had alles te maken met de reputatie van de Mayo-Clinic in Minnesota, waar ik ontzettend veel geleerd had. Daar werd me duidelijk wat de interessante problemen waren. Als ik in Nijmegen een chirurg vroeg of ik hem zou kunnen helpen, dan was het antwoord steevast dat hij geen problemen had. Had hij die wel, dan zou hij immers geen goede chirurg zijn! Een goede chirurg twijfelt niet, bij een onderzoeker hoort juist twijfel.

Artikelen

In de loop der jaren is er heel wat veranderd. Vroeger speelde het publiceren van wetenschappelijke artikelen absoluut geen rol. Nu zijn de afdelingen in een academische ziekenhuis afhankelijk van hun wetenschappelijke output om middelen te krijgen. Het is nu ongetwijfeld het goede moment voor de TU/e om een masteropleiding tot "medisch ingenieur" te introduceren. De medische professie is veranderd. Men is veel wetenschappelijker gaan denken. Er is veel willekeur verdwenen uit de klinieken. Men heeft meer respect gekregen voor technisch-wetenschappelijke mogelijkheden. Het gevoel van ongelijkwaardigheid is bij mij geheel verdwenen. Mijn promovendi zullen dat al helemaal niet meer ervaren.

Wetenschappelijke droom

Mijn wetenschappelijke loopbaan ben ik begonnen met onderzoek van heupprothesen die met cement werden vastgezet.

besteed. De verdeling over de overige vakken (social sciences, mathematics en natural science en de technische en vrije-keuzevakken) was vrijwel gelijk. Uit een voortgezet onderzoek onder 14 universiteiten bleek dat bij de engineering courses ook nog gemiddeld ruim 18% van de inhoud een meer biologische richting had. Wanneer dit in de opdeling werd betrokken, werd 16,5% van het programma besteed aan biologie.¹¹

Concluderend stelden de onderzoekers dat de aandacht voor technische vakken in een opleiding BMT ruim voldoende was om gekwalificeerde ingenieurs af te leveren. De technische eisen die aan een BMT-ingenieur werden gesteld, weken nauwelijks af van die van de elektrotechnische ingenieur.

Voor wat betreft de biologische component in de opleiding: deze werd omschreven als voldoende om als achtergrond voor de ingenieurspraktijk in een medische context te zorgen. Kennis van biologie is voor een biomedisch ingenieur even belangrijk als kennis van staalstructuren voor een civiel-ingenieur, zo omschreef een hoogleeraar in elektrotechniek de zaak. Het ging er in hoofdzaak om dat de biomedische ingenieur in staat was over zijn werk met medici te praten en basiskennis te hebben van fysieke processen. Dit was met de bestaande BMT-opleidingen duidelijk het geval, zo luidde een conclusie van het onderzoek.¹²

Europa als volger

Evenals in de Verenigde Staten, werd in Europa al vanaf het eind van de negentiende eeuw onderzoek op medisch terrein gedaan door natuurkundigen en ingenieurs. Een aparte opleiding kwam daar aanvankelijk niet uit voort. Pas onder Amerikaanse invloed ontstonden aan het eind van de jaren zestig en het begin van de jaren zeventig van de twintigste eeuw de eerste BMT-opleidingen. Hoe groot die invloed was, valt af te leiden uit het feit dat toen in 1966/67 in Eindhoven werd overwogen een medische faculteit met een sterke technische en natuurwetenschappelijke inbreng op te richten, een delegatie richting Noord-Amerika reisde. Een mogelijk bezoek aan opleidingen in Europa die zich met biomedische technologie bezig hielden, kwam kennelijk niet ter sprake.

In de jaren zeventig en tachtig ontstond echter in Europa een groot aantal BMT-opleidingen. Uit twee in 1988 en 1992 door medewerkers van de Universiteit van Stuttgart gehouden inventariserende onderzoeken bleek dat er in dat laatste jaar een kleine honderd opleidingen bestonden. In totaal telden deze opleidingen ruim 1900 studenten. De grootste aantallen studenten waren te vinden in Duitsland (894) gevolgd door Frankrijk (477) en Spanje (323). Nederland (158 studenten) zat met landen als Groot-Brittannië (173), Italië (163) en Zweden (124) in het tweede echelon.

Wat betreft de verdeling in Nederland, bleek dat de Technische Universiteit Eindhoven met 50 studenten lijstaanvoerder was. De Technische Universiteit Delft telde er 20 en de resterende 88 studenten stonden ingeschreven bij een

viertal Hogescholen.¹³ Opvallend was dat in het Duitse onderzoek de BMT-opleiding aan de Universiteit Twente in Enschede niet was meegeteld. Uit het onderzoek in 1988 bleek dat er grote verschillen bestonden tussen de aangeboden opleidingen tot BMT-ingenieur. Heel vaak ging het, overigens net als in de Verenigde Staten in de jaren zeventig, om technische masteropleidingen na een vooropleiding tot bachelor of een propedeuse-examen in een technische studierichting. Slechts twee universiteiten (Eindhoven en Belgrado) zouden in 1988 een aaneengesloten BMT-opleiding (BSc, MSc met de mogelijkheid te promoveren) hebben aangeboden.¹⁴ In Eindhoven ging het hierbij om de in 1986 gestarte opleiding Werktuigkundige Medische Technologie. De hiervoor vermelde cijfers moeten met de nodige voorzichtigheid worden bekeken. Het ging hier om verkennende onderzoeken op een voornamelijk onbekend terrein die, zoals de afwezigheid van de Universiteit Twente aan toont, niet volledig waren. Door de per land soms zeer verschillende opleidingssystemen was het verder niet goed mogelijk de verschillende studierichtingen met elkaar te vergelijken. De Duitse onderzoeken geven echter waarschijnlijk toch een redelijk goed beeld van de groei van het onderwijs in de biomedische technologie en van de mogelijkheden om deze studie in Europa te volgen.

De groei van biomedische technologie buiten de Verenigde Staten kwam ook tot uiting in het werk van de brede, overkoepelende International Federation for Medical and Biological Engineering (IFMBE). Bij de oprichting hiervan in 1959 speelde de eerder genoemde onderafdeling van het IEEE, de Engineering in Medicine and Biology Society (EMBS) een belangrijke rol als initiatiefnemer. Bij de IFMBE zijn voornamelijk landelijke organisaties van biomedisch technologen aangesloten. De IFMBE, die aan het eind van de jaren negentig naar schatting 25.000 leden had, is actief in ruim dertig landen. Zeventien hiervan, waaronder Nederland, zijn Europees. Van 1990 tot 1998 was het secretariaat van de IFMBE in Amsterdam gevestigd.

De IFMBE fungeert in de eerste plaats als internationaal forum voor het uitwisselen van ideeën en de verspreiding van informatie. De organisatie geeft verder een tweemaandelijks blad uit, het *Journal of Medical and Biological Engineering and Computing*, en een nieuwsbulletin. De IFMBE onderhoudt ook nauwe contacten met ontwikkelingslanden, waar de organisatie BMT-activiteiten stimuleert en ondersteunt. Daarnaast is de federatie actief in de Wereld Gezondheids Organisatie en de Verenigde Naties. Ten slotte belegt de IFMBE samen met andere BMT-organisaties om de drie jaar een grote internationale conferentie.¹⁵

Daarna heb ik gewerkt aan de ongece-
menteerde prothese, een symbiose tussen
het bot en een gecoat metalen implantaat.
Nu richt mijn onderzoek zich op het bot
zelf. Ik dring letterlijk steeds dieper in het
bot door; het werk wordt steeds weten-
schappelijker en steeds biologischer.
Mijn wetenschappelijke droom is het ont-
decken van de wetmatigheden achter de



Een student aan het werk in Maastricht.

- 13 D. Holtum, *Education in biomedical engineering in Europe* (Stuttgart 1992) 40-45. De Sovjet-unie en opvolgers waren niet meegeteld. Voor de Nederlandse hogescholen golden de volgende studentenaantallen: Hogeschool Eindhoven 30, Hogeschool Enschede 40, Hogeschool Leeuwarden 10 en Hogeschool Utrecht 8.
- 14 U. Faust, D. Holtum, 'Higher education courses in biomedical engineering in Europe', *Biomedizinische Technik*, jg. 33, no. 7-8 (1988) 159-161.
- 15 Bronzino, 'Biomedical engineering', 26, 27.

relatie tussen de belasting van het bot en het bot-metabolisme. Hoe werkt de stofwisseling in het bot? Waarom en op welke wijze breken cellen bot af? Die wetenschappelijke nieuwsgierigheid drijft mij voort. Je moet in je droom blijven geloven. Zolang je dat doet, gaat het er verder alleen maar om met hoeveel plezier je kunt werken. Het doel bereiken is bij wijze van spreken zelfs erg! Want dan moet je weer een ander doel zoeken. Natuurlijk is het onderzoek geen *l'art pour l'art*. Maar de maatschappelijke betekenis is voor mij een soort extrinsiek *décor*. Mijn ideaal zit hem in de wetenschappelijke uitdaging. Ik ben druk bezig om antwoorden op mijn vragen te vinden, voordat een ander ze vindt. Voor de gezondheidszorg maakt het natuurlijk niet uit wie die antwoorden als eerste geeft.

Overstap naar TU/e

In Nijmegen had ik een mooi lab opgebouwd, maar op een gegeven moment waren de uitdagingen weg. Een paar jaar geleden had ik de hulp nodig van een student om een computerprogramma voor me te schrijven. Jan Janssen wist die student voor me te vinden. We hebben toen gezamenlijk een artikel geschreven dat uiteindelijk door *Nature* werd geaccepteerd. Die samenwerking betekende overigens het herstel van een pijnlijke breuk die ergens in 1985 tussen ons is ontstaan. Het was een onduidelijk conflict waarvan ik nooit begrepen heb waar het nou precies om ging. Op de dag dat Jan mij vroeg om als hoogleraar naar de TU/e te komen, verdween met terugwerkende kracht al die ellende. Ik heb er absoluut geen hartzeer meer over. Ik ben nu bezig met de opbouw van een lab hier. En mijn hoofdredacteurschap van het internationale *Journal of Biomechanics* is meeverhuisd naar de TU/e. In al die jaren is het vakgebied enorm gegroeid. Toen ik begon, waren er in Amerika vijf of zes mensen met biomechanica in de orthopedie bezig. Nederland was vertegenwoordigd door Eindhoven. Nu zijn er op veel plaatsen hele faculteiten Biomedische Technologie actief'.



Biomedische technologie in Nederland en Eindhoven

De situatie rond 1980

Aan de technische hogescholen van Delft en van Eindhoven (vanaf 1957) en Twente (vanaf 1961) vond traditioneel biomedisch-technisch of, zoals het in die tijd vaak werd genoemd, biomedisch-technologisch onderzoek plaats. Dit onderzoek had echter lange tijd een ad-hockarakter. 'Een medicus of medische instantie komt met een probleem bij een technicus of technologische instantie, dan wel een technicus meent dat hij zijn technologische kennis wel zal kunnen toepassen op een medisch probleem en poogt een medicus of medische instantie ervoor te interesseren', zo omschreef de vooraanstaande Delftse onderzoeker op dit terrein, prof.dr ir. C.J.D.M. Verhagen, in een rapport uit 1981 de vaak gevolgde praktijk.¹

Verhagens rapport was geschreven in opdracht van de Raad voor Gezondheidsresearch van TNO. Het was vooral bedoeld om het belang van biomedische techniek (BMT) voor de gezondheidszorg in te schatten. Het ging hierbij overigens om het respectabele aantal van circa 550 onderzoeken op het totale terrein van de BMT.

Universitair onderwijs in biomedische techniek bestond in Nederland slechts in beperkte mate. De poging van de Technische Hogeschool Eindhoven (THE) om daar in het kader van de vestiging van een medische faculteit in Eindhoven in de tweede helft van de jaren zestig een begin mee te maken – later meer hierover – had geen succes. Aan deze hogeschool – nu universiteit – verzorgde het Instituut voor Perceptie Onderzoek (IPO) al wel keuzecolleges op het gebied van biomedische techniek. Ditzelfde was vanaf iets later datum ook het geval aan de Hogeschool Twente (THT). In de loop van de jaren zeventig ontstond aan beide hogescholen de mogelijkheid om aan enkele afdelingen, zoals de faculteiten op de hogescholen toen nog heetten, op biomedisch-technische onderwerpen af te studeren.

Verder vond er op de technische hogescholen van Delft, Eindhoven en Twente

- 1 C.J.D.M. Verhagen, *Het belang van biomedische technologie voor de gezondheidszorg* (Delft en Den Haag 1981) 17.
- 2 Verhagen, *Het belang van biomedische technologie*, 5.
- 3 Verhagen, *Het belang van biomedische technologie*, 31-33.
- 4 Kontaktgroep Biomedische en Gezondheidszorg THE, *Nota: Een organisatiestructuur voor onderwijs en onderzoek op het gebied van de Biomedische en Gezondheidstechniek op de Technische Hogeschool (Nota BMGT)* (Eindhoven 1975) 3.

Interview

Dr. Carlijn Bouten (34)

universitair docent Celbiomechanica

'Ik ben geboren in Vleuten, een dorp in de buurt van Utrecht. Ik ben katholiek opgevoed in een nogal protestantse omgeving. Op de lagere school speelde ik al met mijn scheikundedoos, maar ik wilde eigenlijk architect worden: ik was altijd huisjes aan het bouwen. Ik leerde heel makkelijk; mijn huiswerk werd niet nagekeken, want dat was altijd goed. Ik was een echt buitenkind. In het weiland voetballen, op de slopen varen, polsstokspringen, sporten. Leren op zich vond ik niet zo belangrijk, maar dingen uitzoeken wel. Ik was een onderzoekertje. Ze noemden me ook altijd verstrooide professor. Ik was op het VWO een echte bèta.

Ik heb heel lang getwijfeld tussen een medische en een technische studie. Iedereen vond dat ik maar naar Delft moest om architect te worden. Op mijn achttiende realiseerde ik me dat ik dat niet wilde. Het toepassen van bètakennis in de maatschappij trok me erg, maar ik wilde absoluut geen arts worden. Ik wilde graag iets apart doen, erbovenuit steken. Als er destijds een opleiding als BMT was geweest, had ik daar zeker voor gekozen. Ik ben gevallen voor de studie Bewegingswetenschappen in Amsterdam

en op enkele universiteiten, zoals de Vrije Universiteit in Amsterdam, de Rijksuniversiteiten van Groningen en Limburg en de Universiteit van Amsterdam, promotieonderzoek op BMT-gebied plaats. De drie hogescholen richtten aan het eind van de jaren zeventig een Inter-Centra Overleg BMT op. Hierbij sloot ook het Medisch-Fysisch Instituut van TNO zich aan. Doel van dit orgaan was om het onderzoek op het terrein van BMT te coördineren.²

In het eerder genoemde evaluerend rapport van Verhagen over het belang van biomedische technologie voor de gezondheidszorg stond vermeld dat er aan onderzoek op dat terrein 'een honderd miljoen gulden per jaar' werd uitgegeven. De gezondheidszorg besteedde aan BMT-apparatuur en revalidatiehulpmiddelen circa een half miljard gulden per jaar. De kosten voor behuizing en bediening van biomedisch-technologische apparatuur bedroegen ongeveer het dubbele. De productie van BMT-apparatuur door de industrie vertegenwoordigde eveneens een bedrag van ongeveer een miljard gulden. Alleen al op grond van deze cijfers concludeerde Verhagen dat biomedische technologie van groot belang was voor de Nederlandse gezondheidszorg, het onderwijs en onderzoek en het bedrijfsleven. Uit zijn rapport werd echter ook duidelijk dat het wat betreft vrijwel alle aspecten van biomedische technologie mankeerde aan concrete gegevens. Het genoemde kostenoverzicht was gebaseerd op 'ruwe schattingen en soms gissingen'. Verhagen constateerde verder dat het ontbrak aan richtinggevende beleidsadviezen van overheidswege. Hij pleitte dan ook voor het opnemen van deskundigen op het gebied van BMT in gezaghebbende adviesorganen.³

In zijn rapport noemde Verhagen slechts enkele concrete onderzoeken op het gebied van biomedische techniek. Een ervan was het meerdere malen vermelde Ziekenhuis Research Project van de THE. Bij dit project richtten de onderzoekers zich vooral op bedrijfskundige en financiële aspecten van de ziekenhuiszorg. Omdat hierbij allerlei technische zaken eveneens een rol speelden, zoals de aanschaf van apparatuur, viel het echter toch onder BMT. Uit het rapport van Verhagen krijgt men de indruk dat de THE op het terrein van biomedische techniek een verhoudingsgewijs vooraanstaande plaats innam. Daarom besteden we nu enige aandacht aan de rol van deze onderwijsinstelling op het gebied van BMT.

Eindhoven en BMT

Op de THE werd vrijwel vanaf de oprichting in 1956 aandacht besteed aan het 'dienstbaar maken van natuurwetenschappen en techniek aan de problemen van mens en maatschappij', zoals het werd omschreven in een rapport uit 1975. Voorbeelden hiervan waren bemoeienis met geneeskunde, revalidatie, fysiologie, biomechanica en het verkeer.⁴

Een belangrijke impuls ging hierbij uit van het samen met de NV Philips opgerichte Instituut voor Perceptie Onderzoek (IPO). Initiatiefnemer en eerste



omdat het met sport te maken had. Daar kon ik onderzoek doen naar mijn hobby. De laatste anderhalf jaar van mijn studie mocht ik als student-assistent een eigen onderzoek opzetten, dat te maken had met de Paralympics. Ik heb er nooit aan getwijfeld dat ik onderzoeker zou worden. Ik ben niet zo geschikt voor het bedrijfsleven.

Promotie Eindhoven

Ik heb in Eindhoven gesolliciteerd op een AIO-plaats waarvoor ze eigenlijk een ingenieur zochten. Mijn onderzoek was onderdeel van een samenwerkingsproject met Maastricht. Ik ben gepromoveerd bij Wim Saris en Jan Janssen. Mijn onderzoek lag op de grens tussen techniek en biomedische wetenschappen. Ik heb een methode ontwikkeld om lichamelijke activiteit te meten op basis van versnellingsopnemers. Het sloot nauw aan bij mijn vooropleiding. We wilden een techniek ontwikkelen om continu het dagelijkse energiegebruik van een mens te meten. Daarbij zochten we naar de meest betrouwbare en minst belastende plek om het energiegebruik te meten. Dat bleek achter op de rug te zijn. We bouwden een prototype en uiteindelijk hebben we bewezen dat de techniek werkt. Daarmee was voor mij het interessante eraf. Er zijn veel onderzoeksvragen mee te beantwoorden, maar dat is meer iets voor anderen.

Interpretatie van metingen in Maastricht.

directeur ervan was prof.dr. J.F. Schouten. Hij had zich in zijn wetenschappelijke carrière bij onder meer het Natuurkundig Laboratorium van Philips bezig gehouden met onderzoek op het terrein van aanpassing van het oog aan verlichting, de perceptie van toonhoogten en spraaktransmissie. Bij het IPO zette hij dit werk voort. Het onderzoeksterrein van het instituut kan worden samengevat met de term perceptieve cyclus: de mens neemt waar, verwerkt die waarneming, beslist – bewust of onbewust – over de handeling op basis van de verwerkte waarneming en stuurt die handeling ook aan de hand van die waarneming.

Bij het IPO hielden medewerkers zich vanaf de oprichting tevens bezig met de vraag welke praktijkproblemen met de verworven kennis konden worden opgelost. Het onderzoek richtte zich daarbij onder andere op twee toepassingsgerichte gebieden: ergonomie en in mindere mate hulpmiddelen voor perceptief gehandicapten. Dit laatste leidde ook tot enkele producten die door Philips of andere bedrijven op de markt werden gebracht. Bekende voorbeelden waren een televisieloop voor slechtzienden en een hulpmiddel voor spraakgehandicapten. Het onderzoek op het terrein van de ergonomie, dat breder en omvangrijker was dan dat van de hulpmiddelen, richtte zich onder meer op de preventie van letsels en op het ontwerpen van gemakkelijk te gebruiken bedieningspanelen voor verschillende soorten apparatuur.⁵

Het technisch medisch-onderzoek op de THE leek in de tweede helft van de jaren zestig in een stroomversnelling te komen. Aanleiding hiervoor was de beoogde oprichting van een achtste medische faculteit, waarvoor Eindhoven zich kandidaat had gesteld, evenals een aantal andere steden overigens. De gemeente installeerde in juli 1966 een Commissie Voorbereiding Medische Faculteit Eindhoven, die vijf maanden later een Eerste Rapport uitbracht. In dit rapport werd veel aandacht besteed aan een mogelijke samenwerking met de plaatselijke technische hogeschool. De al eeuwenlang bestaande 'kruisbestuiving' tussen geneeskunde en natuurwetenschappen zou in Eindhoven een vervolg kunnen krijgen door een nauwe samenwerking tussen een medische opleiding en diverse technische faculteiten. De toevoeging van een medische faculteit aan de Technische Hogeschool Aken, kort daarvoor, zou hierbij als voorbeeld kunnen dienen.⁶

De commissie slaagde erin de samenwerking tussen medisch en technisch onderwijs goed op de agenda te krijgen. In april 1967 wijdde het Koninklijk Instituut voor Ingenieurs (KIVI) zijn voorjaarscongres aan het onderwerp en een maand later organiseerde de afdeling Elektrotechniek van het zelfde KIVI een vakantieleergang Medische Elektrotechniek.

In juni van datzelfde jaar vertrokken twee leden van de voorbereidingscommissie, de neuroloog van het Eindhovense St. Jozefziekenhuis dr. L. Kortbeek en de hoogleraar meet- en regeltechniek van de THE, dr.ir. P. Eijkhoff, na een grondige voorbereiding naar de Verenigde Staten en Canada. Zij hadden de opdracht om daar te onderzoeken en te rapporteren 'omtrent vormen van

5 H. Schippers, L.M.H. Korpel, 'Het Instituut voor Perceptie Onderzoek (IPO)' in M. Bakker, G. van Hooff (red.), *Gedenkboek Technische Universiteit Eindhoven, 1956-1991* (Eindhoven 1991) 115, 116.

6 Commissie Voorbereiding Medische Faculteit Eindhoven, *Eerste Rapport* (Eindhoven 1966) 14-16.

samenwerking en eventuele samenwoning van technische en medische wetenschapsbeoefenaars', zoals het was geformuleerd.⁷ Het tweetal bezocht er zestien universiteiten en ziekenhuizen en sprak met acht medewerkers van het in Washington gevestigde, overkoepelende National Institutes of Health. De conclusies van Kortbeek en Eijkhoff waren aan de voorzichtige kant. De wisselwerking tussen technische en natuurwetenschappen enerzijds en medische, biologische en maatschappijwetenschappen anderzijds was in de Verenigde Staten 'sterk in opkomst'. Er bestond echter een grote verscheidenheid aan opleidings- en onderzoeksprogramma's voor 'bio-medical engineering'. Een benaming, overigens, die Kortbeek en Eijkhoff weinig gelukkig vonden.

Vrij algemeen in Noord-Amerika was ook, volgens de twee, de overtuiging dat de nieuwe interdisciplinaire studierichting nog in een beginfase verkeerde. Zij gebruikten daarvoor de beeldspraak van een opkomende zon 'die pas voor een deel boven de horizon is en begint licht te geven in het land van leven en ziekte'. Wel meenden alle informanten dat het van groot belang was dat de natuur- en technische wetenschappen alsmede biologie en 'health sciences' als geneeskunde, farmacie en tandheelkunde zo dicht mogelijk bijeen werden gebracht. Het liefst met daarbij ook nog de mens- en maatschappijwetenschappen. Om echte interactie tussen de verschillende elementen te laten ontstaan, was echter altijd de aanwezigheid van inspirerende personen of groepen nodig. De beste resultaten met 'bio-medical engineering' waren volgens de twee commissieleden tot nu toe bereikt op het terrein van onderzoek. Dit had geleid tot veel nieuwe inzichten in biologische en medische processen. Doch vooral was een groot potentieel aan deskundigen bijeengebracht, die vele nieuwe interdisciplinaire methodieken en hulpmiddelen hadden ontwikkeld. Op het terrein van de opleidingen was minder vooruitgang geboekt, meenden Kortbeek en Eijkhoff. Er waren uitstekende 'Centers for Research in Medical Education', waar een interdisciplinaire benadering werd nagestreefd, maar het geheel was nog duidelijk in opbouw. De beïnvloeding van de medische zorg door de opkomst van allerlei vormen van techniek was echter onmiskenbaar en zou in de toekomst doorgaan. 'De arts van morgen' zou zich door een adequate opleiding op die interdisciplinaire benadering moeten voorbereiden, zo luidde de afsluiting van het in augustus 1967 als *Tweede Rapport* van de Voorbereidingscommissie uitgebrachte verslag van de reiscommissie.⁸

Zoeken naar een structuur

De besluitvormingsprocedure over de vestiging van de achtste medische faculteit werd pas een jaar daarna afgerond. Het impliciete advies van de twee Noord-Amerikagangers: voortgaan met biomedisch-technisch onderzoek en daarna een opleiding in die nieuwe discipline overwegen, was echter vrij duidelijk. In feite was dit ook wat er gebeurde, zij het dat de ontwikkeling problematischer was dan waarschijnlijk van tevoren werd gedacht.

Cultuurshock

Overigens was het een echte cultuurschok toen ik hier op mijn vierentwintigste tussen de ingenieurs kwam te werken. Ik liep door de gang en zag veel mannen met baarden die de hele dag achter de pc zaten. In het begin dacht ik dat het hier "ieder voor zich" was. Ik was in Amsterdam gewend om in een heel groot lab experimenteel werk te doen. Alles liep daar door elkaar en er was totaal geen hiërarchie. Heel sociaal allemaal. Dat bleek hier later ook wel zo te zijn, maar dat moest ik echt ontdekken. Nu voel ik me als een vis in het water. Het feit dat er bij BMT meer vrouwen zijn, is heel belangrijk voor de sfeer. Die wordt daardoor anders, meer "multicultureel" kun je bijna zeggen.

Maastricht

Na mijn promotie werd ik postdoc en ben ik me met cellen en levende weefsels gaan bezighouden. Dat betekende dat ik vaak in de trein naar Maastricht stapte om met deze of gene hoogleraar te gaan praten. Ik leer studenten nu hoe belangrijk het is om als een spinnetje in het web te zitten. Over het algemeen hoef je zelf niet alles te weten, maar moet je de goede mensen en de goede kennis bij elkaar zien te krijgen. Dat is de kern van interdisciplinair werken. Maastricht is heel belangrijk voor BMT, maar ik ga ook wel eens naar Groningen of Londen. Uit die contacten in Maastricht zijn interessante samenwerkingsprojecten ontstaan, bijvoorbeeld de onderzoekslijn rond "mechanotransductie".

Onderzoeksidealen

Celbiomechanica is relatief nieuw. Een handboek over dit vakgebied is nog niet te vinden. Dat zullen we bij wijze van spreken zelf moeten schrijven. We willen graag weten wat de invloed is van mechanische belasting op levende cellen en weefsels. Wanneer gaan de cellen in een spierweefsel kapot? Het is vergelijkbaar met wat een mechanicus wil weten over schade aan plastic of staal. Het meten aan levend materiaal is niet zo makkelijk, want het



Eerstejaarsstudenten bezig met een casus-opdracht. De resultaten van een experiment worden hier gebruikt bij een computersimulatie.

- 7 Commissie Voorbereiding Medische Faculteit Eindhoven, *Tweede Rapport* (Eindhoven 1967) II.
- 8 Commissie Voorbereiding Medische Faculteit Eindhoven, *Tweede Rapport* 37, 38.
- 9 Het historisch overzicht is ontleend aan de *Nota BMGT*, 3, 4.

Kort nadat de minister van Onderwijs en Wetenschappen, dr. G.H. Veringa, in september 1968 bekend had gemaakt dat de nieuwe medische faculteit in Maastricht kwam, richtte de TNE een Medisch Technisch Instituut (MTI) op. De minister liet weten dit met sympathie te vernemen, maar een financiële bijdrage bleek niet mogelijk. In 1971 lanceerde de TNE het idee van een overkoepelende stichting met de naam Centrum voor Biotechniek. Hieronder moesten de medisch-technische activiteiten van de TNE, zoals het MTI, het IPO en een Instituut voor Gezondheidstechniek, worden gebundeld. Ook deze opzet vond echter geen genade in departementale ogen, onder meer omdat ze niet paste in de vakgroepenstructuur van de kort daarvoor ingestelde Wet Universitaire Bestuurshervorming (WUB).

Een stuurgroep onder leiding van rector magnificus prof.dr. J. Vossers probeerde hierna het Centrum voor Biotechniek zodanig organisatorisch en bestuurlijk aan te passen dat het in bestuurlijk opzicht aanvaardbaar werd in de ogen van het ministerie. Het voorstel beoogde de onderzoeksactiviteiten te concentreren op twee onderwerpen: circulatie (hart, bloedsomloop, longen) en biomechanica. Er zouden volgens het WUB-model werkgroepen komen, een wetenschappelijke adviesgroep en, voorlopig voor drie jaar, een directeur. In september 1972 vond over deze nieuwe opzet een hoorzitting plaats, die echter weinig resultaat opleverde. Van groot belang was het besluit van het Hogeschoolfonds om een bijzonder hoogleraar Medische Fysiologie, in het bijzonder voor biomedische techniek, aan te stellen. De Hogeschoolraad aanvaardde dit voorstel in juni 1974.

Op voorstel van Vossers kwam daarna een overlegorgaan tot stand van alle TH-medewerkers die zich bezig hielden met biomedisch-technisch onderzoek in de meest ruime zin. Bij deze zogeheten Kontaktgroep Biomedische Techniek (KBMT) sloten ook medewerkers van de faculteiten Bedrijfskunde en Bouwkunde, die respectievelijk werkten aan het eerder genoemde Ziekenhuis Research Project en aan een onderzoek naar Fysische Beheersing van het Binnenmilieu, zich aan.⁹

Binnen de Kontaktgroep ontstond er al spoedig teleurstelling over de ontwikkelingen op biomedisch terrein binnen de TH. De deelnemers werkten vaak met groot enthousiasme aan allerlei projecten. Er bestond ook wel waardering van diverse officiële Haagse instanties, maar die vond geen vertaling in financiële steun. Een groot deel van alle onderzoek betaalde de TH zelf. Frustrerend was bovendien dat men er niet in slaagde een goede organisatorische structuur voor de activiteiten te vinden.

De gevoelens van teleurstelling en verontrusting over de stand van zaken rondom het BMT-onderzoek leidden tot een door een veertigtal onderzoekers ondertekende brief die op 23 augustus 1974 via het College van Bestuur aan de Hogeschoolraad werd gestuurd. Het College van Decanen, de faculteitsraden en -besturen en het bestuur van het IPO ontvingen een kopie ervan. De Hogeschoolraad behandelde de brief in zijn vergadering van 7 oktober en besloot de Kontaktgroep, en in het bijzonder de inmiddels totstandgekomen Toekomstcommissie, te vragen een nota te schrijven. Hierin moesten zowel

de plannen over biomedisch-technisch onderwijs en onderzoek worden opgenomen, alsook de plaats van BMT 'in de toekomst binnen de structuur en organisatie van deze Hogeschool'.¹⁰

De gevraagde nota was begin januari 1975 gereed. Voor wat betreft de organisatorische problemen, was in het stuk gekozen voor het instellen van werkgroepen en -eenheden. Dit waren respectievelijk samenwerkende vakgroepen van verschillende afdelingen en delen van vakgroepen die zich bezig hielden met onderzoek en onderwijs op het terrein van de biomedische en gezondheidstechniek. De WVB noemde beide mogelijkheden. Een overkoepelende beleidscommissie op het gebied van Biomedische en Gezondheidstechnologie (BMGT) moest de werkzaamheden van het geheel van werkgroepen en -eenheden gaan voorbereiden, coördineren en stimuleren.

De voorziene twaalf tot achttien leden van de beleidscommissie waren afgevaardigden van dezelfde formaties en het hoofd van het Bureau BMGT. Het IPO, de Hogeschoolraad en het College van Bestuur benoemden elk een waarnemer. De beleidscommissie diende zich verder bezig te houden met het richting geven aan het onderzoek en het coördineren van het onderwijs op het terrein van BMGT.¹¹

De Hogeschoolraad aanvaardde deze opzet begin april 1975 vrijwel ongewijzigd. Kort hierna werd de nieuwe organisatorische structuur van de BMGT-activiteiten aan de THE aan de pers gepresenteerd. Nog eens vier maanden later vond de installatie van de zeventien leden tellende beleidscommissie plaats. Voorzitter ervan was de 'grand old man' van het IPO, prof. Schouten.¹²

De Commissie-BMGT aan de slag

Met Schouten, de kort daarvoor bij de afdeling Elektrotechniek benoemde hoogleraar medische fysiologie dr.ir. J.E.W. Beneken en de secretaris van de commissie ing. A.J. Brouwers als stimulators, ging BMGT voortvarend van start. Brouwers was in dit academische milieu enigszins een vreemde eend in de bijt. Hij was een gewezen marineofficier met een HBO-opleiding op technisch terrein, die daarna werkzaam was geweest in een kernenergiecentrale. Brouwers was een breed ontwikkeld man van vele, niet altijd door iedereen even goed begrepen initiatieven.

Een eerste duidelijke manifestatie naar buiten toe was een tentoonstelling in de laatste maanden van 1976 over alle activiteiten op de THE van 'ingenieurs in de gezondheidszorg'. Bij de opening van de tentoonstelling vond een symposium over hetzelfde onderwerp plaats. Het geheel was georganiseerd in samenwerking met Studium Generale.

De openingslezing op het symposium op 27 oktober werd gehouden door de staatssecretaris van Volksgezondheid en Milieuhygiëne J.P.M. Hendriks. Opvallend was dat hij naast positieve uitspraken over het grote belang van samenwerking tussen arts en ingenieur, in navolging van directeur-generaal

10 Nota BMGT, 1.

11 Nota BMGT, 7-19, Bijlage Conceptregeling Beleidscommissie BMGT, 1-5.

12 Archief Technische Universiteit Eindhoven (verder Archief TUE), map Beleidscommissie Biomedische en gezondheidstechniek, Corr. cvb en Beleidscommissie BMGT, juli, augustus 1975.

13 J.P.M. Hendriks, 'Openingsvoordracht', in J.E.W. Beneken e.a. (red.), *Ingenieurs in de gezondheidszorg* (Eindhoven 1977) 9, 10.

14 Beneken e.a., *Ingenieurs in de gezondheidszorg. De panelen van de tentoonstelling*, 1-37.

15 Beneken e.a., *Ingenieurs in de gezondheidszorg. De panelen van de tentoonstelling*, 38-65.

materiaal past zich aan en herstelt zich. Je kunt bij mensen of proefdieren gaan meten, maar dat doe ik liever niet. De meetomstandigheden zijn heel complex en ethisch is het vaak ook niet zo verantwoord. Dus maak ik mijn eigen weefsel; via "tissue engineering". Mijn doel is feitelijk het ontwikkelen van modelsystemen van levend materiaal.

Met de verworven kennis kunnen we proberen om schade te voorkomen en nieuwe weefsels te genereren. Daar komt, naast de mechanica en de celbiologie, ook een stuk biochemie en genetica bij kijken. Bij het onderzoek van tissue engineering ontwikkelen we strategieën en protocollen voor het optimale, getissue-engineerde levende product. We focussen op krachtendragende weefsels, zoals vaten, hartkleppen en spieren. Daarbij werken we samen met artsen die deze producten willen implanteren. Intussen hebben we al heel wat fundamentele kennis opgebouwd die de tissue engineering verder kan helpen. De levende modelweefsels, bijvoorbeeld van een spier, kunnen ook gebruikt worden om ziekten en aandoeningen te onderzoeken. Zo bestuderen we het effect van langdurige belasting op de spier, wat kan leiden tot decubitus, ofwel "doorliggen". Het is dus fundamenteel onderzoek dat altijd gericht is op klinische toepassingen. Daar ben ik voorlopig nog niet op uitgekeken.

dr. H. Mahler van de Wereld Gezondheidsorganisatie, een duidelijke waarschuwing liet horen tegen het ontwikkelen van steeds duurdere apparatuur voor een kleine groep (welgestelde) patiënten. De gezondheidszorg moest ernaar streven zoveel mogelijk mensen met zo weinig mogelijk middelen te helpen.¹³

De tentoonstelling liet per afdeling (faculteit) zien welke activiteiten op de THE op het terrein van de medische en gezondheidstechniek werden ondernomen. De meeste afdelingen werkten bij het onderzoek overigens samen met vakgroepen van andere afdelingen, ziekenhuizen of andere universiteiten. Het zwaartepunt bij Natuurkunde lag bij een aantal fysische meetmethoden, onderzoek naar stromingseigenschappen van bloed en de productie van radio-isotopen. Bedrijfskunde hield zich bezig met diverse aspecten van het Ziekenhuis Research Project. Als voorbeeld waren de kosten voor de bouw en inrichting van een ziekenhuis in Zweden en Nederland naast elkaar gezet. Daarnaast werkte een afzonderlijke werkgroep met mens-machinesystemen. Als voorbeeld toonde men een ergonomisch ontwerp van een sprekende koffie-automaat! Bouwkunde deed onderzoek naar de bescherming tegen het buitenmilieu. Het IPO liet allerlei hulpmiddelen zien voor vooral visueel gehandicapten. De op BMGT-terrein zeer actieve afdeling Scheikundige Technologie hield zich onder meer bezig met het ontwikkelen van adsorptiemethoden bij vergiftiging, niersteenonderzoek en de analyse van steroïdhormonen voor diagnose.¹⁴ Elektrotechniek was vooral actief op het terrein van meet- en regeltechniek. Een voornaam onderdeel daarvan was de parameterschatting aan biomedische systemen. Dat was het door middel van een model schatten van grootheden – zogenaamde parameters – die niet of slechts moeilijk voor directe meting toegankelijk zijn. Daarnaast ontwierp de afdeling technische meetinstrumenten en technische instrumenten voor gehandicapten, zoals een regelbare tredmolen voor hartpatiënten en protheselopers. Werktuigbouwkunde was met Elektrotechniek de afdeling waar het meeste aan BMT-onderzoek en -onderwijs werd gedaan. Het onderzoek bij Werktuigbouwkunde vond met name op drie terreinen plaats. Fijnmechanische techniek vond toepassing bij het doen van onderzoek aan kniegewrichten en bij het ontwerpen van heupprothesen. Mathematische en andere geavanceerde modelvorming werd toegepast bij onderzoek aan orgaanfuncties, zoals naar de werking van het hart en de wervelkolom, en voor het maken van apparatuur voor revalidatie. Mechanica-onderzoek, dat wil zeggen het onderzoek naar bewegingen, krachten en evenwichten, gaf inzicht in aspecten van de functionele anatomie. Voorbeelden op dit laatste terrein waren het onderzoek naar hartklepprothesen en een klinisch toepasbare kunstlong. In het bijzonder het onderzoek naar de hartkleppen was veelomvattend. Er werkten onder anderen medewerkers van de afdelingen Natuurkunde en Elektrotechniek en de Medische Faculteit Maastricht aan mee.¹⁵

Van de tentoonstelling werd in december 1976 een catalogus uitgebracht. Een in boekvorm uitgegeven verslag van het symposium en de tentoonstelling volgde in april van het volgende jaar.

De Beleids, later Bestuurscommissie BMGT had als drijvende krachten vooral de eerder genoemde Brouwers als secretaris en hoofd van het Bureau BMGT en prof.dr. H. Bouma, de opvolger van Schouten als directeur van het IPO. Ook de hoogleraren dr.ir J.D. Janssen, dr.ir. J. Mulders en Beneken en wat later Brouwer's medewerker ir. J.A.W. Graafmans speelden een belangrijke rol. Het Bureau BMGT produceerde in de tweede helft van de jaren zeventig en in de jaren tachtig een gestage stroom van rapporten over allerlei aspecten van biomedische en gezondheidstechnologische zaken.¹⁶ Binnen BMGT kreeg Bouma (geb. 1934) geleidelijk aan een centrale plaats. Hij had in Utrecht Experimentele Natuurkunde en Medicijnen gestudeerd en promoveerde in 1965 bij Schouten. Hierna deed hij twee jaar post-doctoraal onderzoek aan de Canadese McGill-Universiteit. Na zijn terugkeer in Nederland was hij bij het IPO gaan werken, waar hij Schouten in 1975 opvolgde als directeur.

Naast het uitgeven van publicaties was een hoofdactiviteit van de commissie het organiseren van bijeenkomsten. Vanaf eind 1983 gebeurde dit gedeeltelijk binnen het kader van het Wetenschappelijk Genootschap BMGT. Dit genootschap was opgericht door het Eindhovense Hogeschoolfonds met het doel een multidisciplinair forum te creëren dat was gericht op het functioneren van de technologie in de gezondheidszorg.

In het bestuur zaten onder anderen enkele directeuren van twee ziekenhuizen uit de regio. Voorzitter was prof. Janssen, hoogleraar aan de afdeling Werktuigbouwkunde in de Technische Mechanica en in de jaren tachtig voorzitter van de Commissie BMGT. Leden van het genootschap waren in hoofdzaak directieleden van allerlei medische instellingen in Oost-Brabant en Noord-Limburg en medisch specialisten. Per instelling moest voor het lidmaatschap een bedrag van duizend gulden worden betaald. Individuele leden betaalden honderd gulden.¹⁷

De Commissie BMGT concentreerde het onderzoek in de jaren tachtig in drie programma's: 'Technologie rond vitale functies', het 'Ziekenhuis Research Project' en 'Perceptieve informatieverwerking in wisselwerking met apparatuur en programmatuur'. In het eerste programma waren de onderzoeksactiviteiten van vakgroepen uit de afdelingen Natuurkunde, Werktuigbouwkunde, Scheikunde, Elektrotechniek en Bouwkunde opgenomen. De deelnemers ontwikkelden meet- en analysemethoden, experimentele instrumenten en modellen voor de bestudering, bewaking en vervanging van de voor het menselijke leven noodzakelijke functies.

Het werkterrein van de medewerkers aan het Ziekenhuis Research Project betrof niet langer alleen het ziekenhuis, maar was uitgebreid tot het onderzoek naar het besturen en beheren van organisaties in het algemeen in de gezondheidszorg. Aan dit project namen zes vakgroepen van de afdelingen Bedrijfskunde en Bouwkunde deel. Het project was inmiddels een onderdeel van een veel groter onderzoeksprogramma waaraan acht universiteiten en drie niet-universitaire instituten deelnamen.¹⁸

Het zwaartepunt van het onderzoek naar perceptieve informatieverwerking lag, zoals was te verwachten, bij het IPO en betrof grofweg gezegd de functies



Laptops spelen bij BMT een belangrijke rol bij verslaglegging en communicatie.

16 Zie bijvoorbeeld de reeks *Info-Brochures* over onderwerpen uit het medisch-technisch onderzoek aan de TME en TUE gepubliceerd door het Bureau BMGT.

17 Archief TUE, map Wetenschappelijk Genootschap BMGT december 1983, oktober 1985. Zie ook *Info 8, Het Wetenschappelijk Genootschap BMGT*.

18 J. Graafmans, *BMGT-Info 4, Onderwijs in de eerste fase* (Eindhoven 1987) 5, 6.

19 J. Graafmans, *BMGT-Info 4, 7-9, II*.

Ethische grenzen

Ik maak weefsels en werk met genetisch gemanipuleerde cellen. Als postdoc heb ik ook de opleiding Proefdierkunde gevolgd. Dierexperimenteel werk vind ik niet leuk, maar soms is het nodig. Ik ben het er mee eens dat ethische commissies grenzen vaststellen, maar je moet ook je eigen grenzen stellen, want hoe langer je in dit gebied werkt, hoe sneller je je eigen grenzen verlegt. De morele kosten en de morele baten moeten steeds worden afgewogen. Dat is een van de redenen waarom we graag met vitale technieken werken, zoals MRI. Daarmee hoef je niet altijd dieren op te offeren. Met het genetisch materiaal van de cellen waarmee wij werken, is soms ook gesleuteld. Dat sleutelen laten we door anderen doen. Het materiaal komt niet terug in het lichaam, omdat we met modelsystemen werken. Ik zou nooit toestaan dat er iets in het menselijk lichaam genetisch gemanipuleerd wordt. En het idee van een genetisch paspoort vind ik afschuwelijk. Ik heb altijd geleerd dat een onderzoeker heel kritisch moet zijn. Dit soort overwegingen probeer ik ook over te brengen op de studenten.

Werken

Ik vind het gevaarlijk om te voorspellen wat ik over vijf jaar doe. Ik heb ooit gezegd dat ik wel hoogleraar wilde worden en toen kreeg ik van alle kanten commentaar: dat mag je blijkbaar nooit hardop zeggen. Maar het gaat me er niet om of ik wel of niet hoogleraar word. Ik wil goed worden in mijn vak en erkend worden als deskundige. Ik vind mijn werk hartstikke leuk. We hebben een multidisciplinair team. Daar zitten onder anderen een fysiicus, een werktuigbouwer, een fysioloog, een moleculair bioloog en een paar BMT'ers in. We merken nu al dat die BMT-studenten op allerlei plekken ingezet kunnen worden in het onderzoek. Ze hebben een heel brede kennis. Bovendien zijn ze niet bang om de diepte in te gaan. Maar het zijn ook ingenieurs die weten dat ze op basis van onderzoek iets moeten ontwerpen.'

en vaardigheden die de mens in staat stellen met zijn omgeving (mensen en apparatuur) te communiceren. Het onderzoek concentreerde zich op de beschrijving van de regels en wetmatigheden in de wijze waarop mensen informatie verwerken.

De Commissie BMGT gaf ook het onderwijs in biomedische en gezondheids-technieken een bredere basis. Hiertoe werden vier bijzondere hoogleraren aangesteld. Halverwege de jaren tachtig verzorgden zij in samenwerking met docenten van de andere afdelingen keuzecolleges in een dertigtal vakken. Deze vakken waren nauw verbonden met de hiervoor genoemde drie terreinen van biomedisch en gezondheidstechnisch onderzoek. In de tweede helft van de jaren tachtig sloten ieder jaar 40 tot 50 studenten van vrijwel alle afdelingen – na 1987 faculteiten – van de TUE hun opleiding af met een afstudeerproject in de biomedische en gezondheidstechnologie.¹⁹

Vanaf het begin van de jaren negentig ging de bestuurscommissie veel aandacht besteden aan de technische aspecten van de gezondheidszorg voor ouderen als terrein van onderzoek en onderwijs. Wij komen hier later op terug.

In het volgende hoofdstuk eerst aandacht voor de gang van zaken bij de afdelingen Werktuigbouwkunde, waar, in het door de Commissie BMGT gecreëerde positieve klimaat, een nauwe samenwerking op het terrein van het biomedisch-technisch onderzoek met de Rijksuniversiteit Limburg tot stand was gekomen.



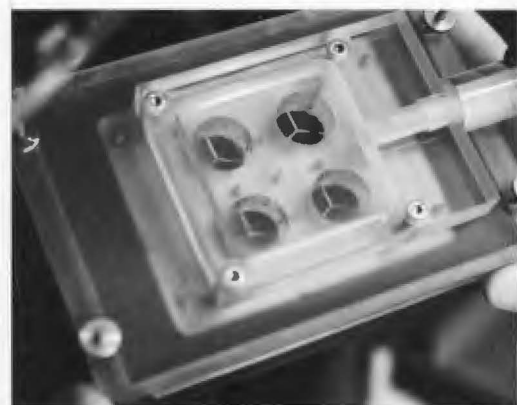
De Maastricht-connectie

Het hartkleppenproject als baanbreker

De Medische Faculteit Maastricht, die later zou uitgroeien tot de Rijksuniversiteit Limburg (RL), de tegenwoordige Universiteit Maastricht, startte in het begin van de jaren zeventig met haar werkzaamheden. De officiële opening van de opleiding was in 1974. Al twee jaar eerder echter, begonnen de afdeling Fysiologie in oprichting van die faculteit en de Eindhovense vakgroep Transport Fysica van de afdeling Natuurkunde een promotieonderzoek naar de mogelijkheid een mathematisch model op te stellen van de bloedcirculatie in de aorta van het hart. Vanuit de Technische Hogeschool Eindhoven (THE) was hierbij de hoogleraar Werktuigbouwkunde dr. P.C. Veenstra betrokken. Prof.dr. R.S. Reneman was de Maastrichtse vertegenwoordiger.¹

Het promotieonderzoek was een eerste stap van wat binnen enkele jaren zou uitgroeien tot een langlopend onderzoeksproject naar de werking van menselijke hartkleppen. Namens Maastricht was hierbij opnieuw Reneman betrokken. Trekkers aan Eindhovense kant waren Veenstra en de eerder genoemde hoogleraar Werktuigbouwkunde Jan Janssen. Aan Janssen moet nu eerst kort aandacht worden geschonken omdat hij een belangrijke rol speelde bij het totstandkomen van de BMT-opleiding in Eindhoven. Hij was in 1940 geboren in het Zuid-Limburgse Spaubeek. Na een gymnasiumopleiding ging hij in 1958 Werktuigbouwkunde studeren aan de kort daarvoor geopende THE. In 1963 studeerde Janssen af en werd wetenschappelijk medewerker bij de vakgroep Technische Mechanica. Hij promoveerde vier jaar later op een theoretisch en experimenteel onderzoek. In 1971 volgde zijn benoeming tot hoogleraar in de Technische Mechanica.

Janssen hield zich bezig met onderwijsresearch, computeraided design en diverse onderwerpen uit de mechanica en dynamica, waaronder de biomechanica. In de loop van de jaren zeventig was hij onder meer lid van het bestuur van de afdeling Werktuigbouwkunde en de Hogeschoolraad. Janssen was ver-



Tissue engineering wordt ontwikkeld voor hartkleprothesen.

- 1 Archief Universiteit Maastricht (verder Archief UM), map 9-409, Notitie Samenwerking RL-TUE door G. van der Vusse en J. Janssen, 27 september 1989.
- 2 Archief TUE, map. BC BMGT, c.v. J.D. Janssen, 1983; informatie UM.

Interview

Prof.dr.ir. Jan Janssen (61)

decaan faculteit Biomedische Technologie

'Ik ben geboren in Spaubeek, een dorp in Zuid-Limburg. Op het gymnasium in Sittard golden de boerenjongens nadrukkelijk als buitenbeentjes. Ik was aanvankelijk geen goede leerling en dat had te maken met de achterstand die ik op de dorpschool had opgelopen. Mijn keuze voor een technische studie is beïnvloed door een mijnbouwingenieur die in ons dorp belandde. Die kon enthousiast vertellen over zijn werk. Zijn verhalen hadden veel invloed op mijn besluit om in het verre Eindhoven te gaan studeren. Ik herinner me nog dat ik in 1958 met mijn spullen op de tractor naar de trein werd gebracht. Een schoolvriendje had ook voor de THE gekozen. We spraken af dat we niet dezelfde studie zouden kiezen. Toen we aankwamen, waren we er nog niet uit. Het uiteindelijke studiekeuzeproces liep nogal primitief. We hebben erom gelooft: hij lootte elektrotechniek en ik werktuigbouwkunde.

Vijf jaar BMT

Sinds 1996 ben ik heel intensief met de opleiding BMT bezig geweest. De hoogtepunten en dieptepunten liggen heel dicht bij elkaar. Voor mij was het een hoogte-

der actief in de Academische Raad, een overlegorgaan van alle universiteiten en hogescholen in ons land. Kortom, hij was een man met een brede oriëntatie en een breed netwerk in universitair Nederland.

Reneman, de voornaamste trekker aan Maastrichtse kant, was in 1935 geboren in Amsterdam. Na een studie Medicijnen aan de Universiteit van Amsterdam werkte hij van 1966 tot 1970 als cardio-anesthesist in het Amsterdams Academisch Ziekenhuis. Hierna vertrok Reneman, inmiddels in Utrecht gepromoveerd in dat vak, voor twee jaar naar de Verenigde Staten. Hij deed er onderzoek naar de toepassing van vasculaire ultrageluidtechnieken aan de Universiteit van Seattle. Na zijn terugkeer werkte hij enkele jaren bij een farmaceutisch bedrijf in België om in 1974 hoogleraar Fysiologie aan de Rijksuniversiteit Limburg te worden. Reneman werd later nog gasthoogleraar Bio-engineering in Seattle, Berlijn en Boston. Hij sloot zijn carrière in de jaren negentig af met het presidentschap van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW).² Medio 2002 legt hij deze functie neer. Vanaf 1975 kwam er op het terrein van de werking van hartkleppen een formele band tot stand tussen de Maastrichtse vakgroepen Fysiologie, Biofysica en Anatomie en Bewegingsleer en de Eindhovense vakgroepen Fundamentele Werktuigbouwkunde en Transportfysica. Het doel van het project was om op basis van onderzoek naar het functioneren van de natuurlijke aortakleppen, tot inzichten te komen die van nut konden zijn bij het ontwerpen van kunstmatige hartkleppen.

De start van het project was het eerder vermelde onderzoek naar de bloedcirculatie in de aorta. Dit onderzoek vond zowel plaats aan fysische modellen in een laboratoriumopstelling als bij proefdieren. Hierbij werden verklaringen gevonden voor het goed en gelijkmatig sluiten van de natuurlijke hartklep, waardoor geen ontoelaatbare drukstoten optraden. Ook vonden de onderzoekers een verklaring voor het stabiliserende mechanisme dat het zogeheten flapperen van hartklepvliezen in de bloedstroom voorkomt.

In het dynamica-deel van het onderzoek probeerde men inzicht te krijgen in de zogeheten hartklepcompliantie. Hierbij ging het om de mate van volgzzaamheid van de hartklep en de weerstand die de werking opleverde in de bloedstroom. Het compliantieonderzoek, dat zich vooral concentreerde op het registreren van de dynamische veranderingen en de wijze waarop de verschillende onderdelen van de hartklep hieraan bijdragen, werd uitgevoerd door een elektrotechnisch ingenieur.³ Voor het onderzoek naar de bewegingen van de verschillende klepdelen ontwikkelde hij zeer kleine meetspoeltjes. Deze spoeltjes, met een omvang van circa 1 millimeter, implanteerde hij bij honden. Aan de hand van de uitslag van de metingen was het mogelijk een verklaring te vinden voor een aantal spanning-reducerende effecten. Op basis van de gevonden uitkomsten voerde een werktuigkundig ingenieur een aanvullend onderzoek uit naar de materiaaleigenschappen van de hartklepweefsels en de geometrie van de klepdelen.

Het voornaamste resultaat van het multidisciplinaire onderzoeksproject was dat geleidelijk aan inzicht ontstond in de wijze waarop de natuur de verschil-

lende elementen tot een functionele constructie samenbracht. Verder werd duidelijk welke rol de eigenschappen van de weefsels daarbij speelden. Het vervolgonderzoek, dat in de loop van de jaren tachtig op gang kwam, richtte zich op de specificaties voor de nieuwe materialen die konden worden gebruikt voor het ontwerpen en maken van een kunststofhartklep. Hierbij waren vooral de afdelingen Werktuigbouwkunde en Scheikunde betrokken en in mindere mate Natuurkunde en Elektrotechniek. Bij Scheikunde ging het in het bijzonder om de vakgroepen die zich bezig hielden met kunststoftechnologie. Daarnaast bestond er een intensieve samenwerking met de disciplines Biofysica en Fysiologie van de Medische Faculteit in Maastricht. Ook de faculteit Cardiochirurgie van de Universiteit Leiden was nauw bij het onderzoek betrokken.⁴

De vrije studierichting Werktuigkundige Medische Technologie

Het hartkleponderzoek en daaraan verwant onderzoek naar de hartspiermechanica en de stroming in de halsslagadervertakking leverden in het tijdvak 1975-1989 tien proefschriften en vele tientallen wetenschappelijke artikelen op. Onderzoek naar de tussenwervelschijf en het zogeheten elleboogproject, dat de afdeling Werktuigbouwkunde eveneens in samenwerking met de Medische Faculteit van de RL uitvoerde, had in de genoemde periode nog eens twee promoties als resultaat.

Het aandeel van Werktuigbouwkunde in de samenwerking met Maastricht was dermate zwaar, dat Janssen met steun van het Bureau BMGT halverwege 1984 besloot om te gaan streven naar een vrije doctoraalstudie Werktuigkundige Medische Technologie (WMT). Aan de THE bestond al sinds september 1983 een dergelijke studierichting, namelijk Techniek en Maatschappij van de faculteit Wijsbegeerte en Maatschappijwetenschappen. Het Bureau BMGT overwoog aanvankelijk de instelling van een vrije doctoraalopleiding voor verschillende afdelingen. Het initiatief van Werktuigbouwkunde maakte dit nu voor één afdeling mogelijk.

Bij het besluit om te proberen een vrije studierichting WMT te starten, speelde ook mee dat in Eindhoven de verwachting bestond dat de Technische Hogeschool Twente (THT) van het ministerie van Onderwijs en Wetenschappen (O&W) geen toestemming zou krijgen om bij de invoering van de tweefasestructuur, die uitging van een vierjarige studieduur, de bestaande afstudeermogelijkheden voor biomedische techniek te handhaven. Verwacht werd echter ook dat men in Enschede op korte termijn nieuwe plannen zou lanceren waarin de mogelijkheden voor het volgen van dit soort onderwijs aan de THT zouden worden benadrukt. In verband daarmee was het volgens een eind november 1984 door het Projectbureau BMGT opgesteld rapport 'zeer gewenst dat de THE zich als instelling naar buiten op BMGT gebied duidelijk profileert'.

punt dat door het samen praten over het curriculum voor de nieuwe opleiding ook nieuwe onderzoekssamenwerking met Maastricht ontstond. Het dieptepunt ligt daarbij in de buurt. Een aantal van die samenwerkingsinitiatieven heeft het niet gehaald. Voor mij vormen de BMT-studenten ook een hoogtepunt. Het is een schitterende club, die heel actief is op de campus. Wordt er een politieke partij voor studenten opgericht in de gemeente, dan zitten daar BMT'ers achter. Wordt er een beurs ter beschikking gesteld voor een stage in Japan, dan blijken er drie BMT'ers gesolliciteerd te hebben. Een dieptepunt op menselijk gebied was de dood van twee eerstejaarsstudenten in het eerste jaar van de opleiding. Vooral de moord op de eerstejaarsstudente heeft diepe wonden geslagen. Dat heeft een flinke impact gehad op de groep studenten, die daardoor hechter is geworden. Maar ook op ons als docenten. Verder hebben we gelukkig niet zoveel echte dieptepunten gehad. Toen we het voorstel voor de opleiding indienden, hebben we flink de wind in de rug gehad van de TU/e. Onder aanvoering van Henk de Wilt bevond de universiteit zich in een fase van toegenomen zelfbewustzijn en groei.

Leider

Het bouwwerk van de faculteit staat er nu. De bouwpastoor verdwijnt binnenkort. Ik ben veertig jaar in dienst van de TU/e, dus werk ik nu bij wijze van spreken in blessuretijd. Waaruit bestaat de bestendigheid van een organisatie? In mijn ogen heeft dat niks te maken met papieren afspraken. Het gaat erom dat de "leiders" elkaar mogen. Daar hebben we altijd veel in geïnvesteerd. Niemand mag er maar een beetje bij hangen of alleen met zichzelf bezig zijn. Want dat leidt tot afstotingsgedrag in de groep. Ik ben niet iemand die wetenschappelijke wereldfaam zal verwerven, maar ik kan wel een groep bij elkaar krijgen en houden. Wanneer ik zal vertrekken? Ik wacht af tot ik weet hoe de nieuwe leiding van deze universiteit er uit gaat zien. Ik vind het BMT-kindje nog zo klein dat ik mijn vertrek wil uitstellen totdat ik



Zou dit tissue de verwachte eigenschappen hebben?

3 J. Graafmans (red.), *Info 4 BMGT, Onderwijs in de eerste fase*, Eindhoven 1987, 10

4 Graafmans, *Info 4 BMGT*, 10, 11.

Ook in verband met het aantrekken van studenten was het volgens hetzelfde rapport van groot belang dat Eindhoven zich duidelijk opstelde. 'Reeds thans valt op middelbare scholen de mening waar te nemen dat men voor academische opleidingen op VMGT-terrein aan de THT moet zijn. Dit zal zeker veranderen bij een duidelijke profilering'.⁵

Janssen maakte zijn besluit om te trachten een 'eigen' studierichting Biomedische Techniek op te richten op een bijna dramatische wijze bekend in september 1984. Als locatie koos hij een berglandschap in de buurt van het Zwitserse Davos. Hij was daar samen met enkele medewerkers van zijn faculteit voor een congres. Toen ze 's middags een wandeling maakten en het prachtige landschap bewonderden, zei hij opeens. 'We moeten nog wel even een vorm bedenken voor de nieuwe studierichting waar ik mee bezig ben.' Volgens medewerker Kees Oomens wat dat typisch Jan Janssen. Hij was altijd met zijn werk bezig.

Het doel van de vrije studierichting was volgens Oomens om, wat oneerbiedig gezegd, de 'ballast' van de studie Werktuigbouwkunde te laten wegvallen voor studenten die zich wilden richten op biomedische techniek. Zo konden vakken als productietechniek of studieonderdelen die specifiek waren gericht op het aanleren van vaardigheden voor de auto-industrie, verdwijnen. Daarvoor in de plaats kwamen dan BMT-vakken.⁶

Nadat de diverse bestuursinstanties als het College van Decanen en de Hogeschoolraad akkoord waren gegaan, verzocht het College van Bestuur eind januari 1985 de minister van o&w om toestemming de vrije studierichting Biomedische en Gezondheidstechniek bij de afdeling Werktuigbouwkunde van de THE onder te brengen. Na positief advies van de Commissie voor de Bestuurshervorming verleende de minister halverwege april toestemming.⁷ De instelling van de vrije studierichting leidde tot een conflict met de THT. Kort nadat de THE hierover een persbericht had uitgegeven, ontving het College van Bestuur (CVB) een brief van de Twentse collega's. Hierin werd geprotesteerd tegen de inhoud van het bericht. In het bericht zou zijn vermeld dat bij de invoering van de tweefasestructuur 'de biomedische oriëntatie' aan de THT zou verdwijnen. Het Twentse CVB vroeg om rectificatie, omdat hiervan geen sprake was.

De kwestie was echter dat in het persbericht niets over de THT vermeld stond, zoals het Eindhovense CVB in een reactie liet weten. Dit was wel het geval in het hiervoor geciteerde rapport dat het Bureau VMGT in november 1984 over de vrije studierichting had opgesteld.⁸ Het Twentse verwijt dat de THE had geprofiteerd van een reorganisatie van de BMT-oriëntatie aan die hogeschool om de vrije studierichting te starten, was dan ook niet zonder grond. Bij het aanvragen van de ministeriële toestemming in 1994 voor de opleiding BMT in Eindhoven zou deze kwestie nog een voor Eindhoven nadelige rol spelen. De 'vrije studierichting biomedische techniek, variant W' zoals de officiële naam luidde, was als volgt ingericht: De studenten moesten eerst het propeudeutisch examen Werktuigbouwkunde afleggen. Volgens de *Studiegids* van de faculteit was het immers niet de bedoeling om biomedische ingenieurs op te

zeker weet dat het bestuur lief zal zijn voor het kindje.

Strategie

Met het werven van docenten hebben we een vrij simpele strategie toegepast. We hebben ze niet met geld verleid, maar met wetenschappelijke uitdagingen. We stapten op goede onderzoekers af en confronteerden ze met de stelling dat de verschijnselen die ze in de techniek onderzochten, zich ook voordeden in het menselijk lichaam. Daarna werden ze uitgenodigd om samen in een of ander Maastrichts lab te gaan kijken, vanuit het idee dat er wellicht een vonk zou overslaan. En dat gebeurde vaak. In feite heb ik als een soort huwelijksmakelaar geopereerd. Achteraf is het de beste strategie gebleken om juist niet onderzoekers bij elkaar te brengen die al aan biomedische technologie deden.

In Eindhoven is er in feite geen nieuw onderzoek gecreëerd, maar wel is bestaand onderzoek omgebogen. En dat is hier goed gelukt. De beeldbewerkingsgroep is de enige die van buiten is gekomen en die hier vanaf *scratch* wordt opgebouwd. In Maastricht is het niet zo vlot verlopen. De Maastrichtse groepen hebben veel minder hun onderzoek omgebogen in de richting van BMT. Dat heeft misschien te maken met het *stuk*gestructureerd zijn van de onderzoeksscholen en met het feit dat de studenten in het begin van hun studie weinig in Maastricht rondliepen. Een paar jaar geleden hebben we ervoor gezorgd dat er UD-plaatsen gecreëerd werden in Maastricht om de kloof wat kleiner te maken. Maar dat is niet overal gelukt; op een paar plekken zijn bestaande mensen betaald met nieuw geld. Nu wreekt zich het feit dat Maastricht minder projecten heeft omgebogen in de richting van BMT. Sommige studenten denken nu dat ze beter in Eindhoven kunnen blijven, omdat ze daar betere begeleiding krijgen. Dat is een gevaarlijk proces, dat ertoe zou kunnen leiden dat we elkaar loslaten. Honderd kilometer blijkt dan toch ver te zijn, zeker wanneer er sprake is van een behoorlijk cultuurverschil.

Eerstejaarsstudenten voeren experimenten uit in het kader van een eerstejaars casusopdracht. Deze experimenten staan model voor het proces van klaring zoals dat in de nieren plaatsvindt. Uit een vat pompt men vloeistof (water + kleurstof), terwijl tegelijkertijd met dezelfde snelheid water zonder kleurstof daarin wordt geleid. Met behulp van UV/Visspectroscopie wordt de concentratie kleurstof in water gemeten als functie van de tijd. De studenten gebruiken de resultaten vervolgens bij een simulatie.



- 5 Archief TUE, map BMGT, Projectbureau BMGT, Voorstel voor een vrije studierichting BMGT met uitwerking voor de variant W binnen Werktuigbouwkunde, 28 november 1984, 6, 7.
- 6 Gesprek met Kees Oomens, 12 december 2001.
- 7 Archief TUE, map Vrije Studierichting BMGT, brief W.L.C.H.M. van den Berg aan CVB-THE, 18 april 1985.
- 8 Archief TUE, map Vrije Studierichting BMGT corr. CVB-THT en CVB-THE, mei 1985 met bijgevoegde documentatie.
- 9 *Studiegids TUE 1986/87*, 210.

leiden, 'maar werktuigkundige technici, die, vaak in interdisciplinair kader, hun werktuigkundige verworvenheden hebben toegepast op een biomedisch onderwerp'. De student in de vrije studierichting studeerde inhoudelijk af als werktuigbouwkundig ingenieur, maar kreeg het diploma van de vrije studierichting.

Het studiepakket had om die reden ook na de propedeuse nog een zware werktuigbouwkundige lading van vakken die ook andere studenten van die faculteit moesten volgen. Daarnaast was er echter een pakket medisch-technische en medische vakken. Voorbeelden hiervan waren humane stromingsleer, biologische materialen en metingen in de geneeskunde. Vervolgens moesten twee stages worden gevolgd, waarvan één of liever nog twee, op medisch-technisch terrein. De afstudeeropdracht moest zich afspelen op een van de vier medisch-technische onderzoeksprojecten.⁹

Het aantal studenten WMT zou altijd betrekkelijk beperkt blijven. De eerste jaren meldde zich een tiental kandidaten. Later werden dat er wel wat meer. In de ruim tien jaar dat de vrije studierichting bestond, volgden in totaal 150 tot 200 studenten de opleiding WMT. Tot aanvankelijke verbazing van Janssen en zijn medewerkers was hierbij van meet af aan een relatief groot aantal vrouwelijke studenten, namelijk ongeveer 30%. Voor een absoluut mannenbolwerk als de faculteit W was dit een ongekend fenomeen.

Om het medische element in de W-stroom te coördineren en als aanzet voor verdere groei, vond per september 1986 een uitwisseling van hoogleraren plaats. Reneman werd voor één dag per week in Eindhoven benoemd en Janssen ging, ook voor één dag per week, als hoogleraar in de biomechanica naar de Maastrichtse faculteit Gezondheidswetenschappen. De uitwisseling werd met gesloten beurs vereffend. Later volgden nog uitwisselingscontracten voor andere docenten.

Naar een samenwerkingsovereenkomst RL-TUE

De oprichting van WMT betekende een duidelijke versterking van het onderwijs en onderzoek in BMGT en daarmee ook van de samenwerking van de TUE met de Medische Faculteit in Maastricht. Deze samenwerking bestond ook op andere terreinen, zoals tussen de Rekencentra en de faculteiten Bedrijfskunde en Economie van de TUE en de RL. Het zwaartepunt van de samenwerking lag echter duidelijk op biomedisch terrein, met de faculteit Werktuigbouwkunde als belangrijkste basis en de Eindhovense faculteiten Chemische Technologie, Technische Natuurkunde en Elektrotechniek in een aanvullende en ondersteunende rol.

In het kader van de samenwerking waren er vanaf 1978 twee formatieplaatsen voor promovendi gereserveerd, waarbij de eerste vier jaar Maastricht de personeelslasten droeg en Eindhoven de bijkomende kosten. Om de projecten op gang te brengen en de voortgang te controleren, werden een coördinatiecommissie en een stuurgroep ingesteld. In 1981, echter, werd deze begeleiding als

te zwaar beoordeeld. Door deze opzet moesten de projectaanvragen en de beoordelingen een te lange weg doorlopen, meenden de direct betrokkenen. De coördinatie kwam vanaf 1982 in handen van de voorzitter van de Bestuurscommissie BMGT en het hoofd van de onderzoekscommissie van de Medische Faculteit. Contactpersonen bij beide instellingen gingen zich bezig houden met het opruimen van bestuurlijke, financiële en eventuele juridische barrières.¹⁰

Een ander aspect van de samenwerking was het overleg tussen de Colleges van Bestuur van de twee instellingen. Dit vond vanaf het eind van de jaren zeventig met een zekere regelmaat – meestal eenmaal per jaar – plaats. In een voorbereidend gesprek bracht het Maastrichtse College in september 1981 ter sprake of een ‘formele samenwerkingsovereenkomst’ tussen de twee opleidingsinstituten wellicht nuttig kon zijn. Drie maanden later liet het CvB van de THE echter weten dat dit alleen het geval was ‘op het moment dat daarvan uit oogpunt van middelenverwerving bij het departement resultaten mogen worden verwacht’. Het CvB van de RL accepteerde dit antwoord, maar liet wel weten initiatieven over een samengaan in het vervolg aan de THE over te laten.¹¹

De samenwerking tussen de twee instellingen, waarvan de Eindhovense in 1987 ook een universitaire status kreeg, bleef hierna tot het eind van de jaren tachtig op het hiervoor beschreven niveau bestaan. In 1988 was de coöperatie vooral op het terrein van de biomedische technologie zo toegenomen dat de kwestie van een meer formele regeling opnieuw ter sprake kwam. In het voorjaar reisde een delegatie van de TUE naar Maastricht om, zoals in 1981 was afgesproken, de discussie opnieuw te openen. Een gevolg van deze stap was het instellen van enkele werkgroepen van onder anderen economen en bedrijfskundigen die vanaf het najaar van 1988 inventariseerden of er naast BMT mogelijkheden tot verdere samenwerking waren.

Op 18 januari 1989 vond een informeel gesprek plaats tussen de Eindhovense rector magnificus prof.ir. M. Tels, de voorzitter van het CvB van de RL drs. L.E.H. Vredevoogd en een aantal bij de plannen betrokken hoogleraren. ‘In dit gesprek ... is een beeld opgeroepen van interessante samenwerkingsmogelijkheden tussen (wetenschapsbeoefenaren van) beide instellingen’, kreeg het College van Decanen van de RL te horen. Gezien de relatief geringe afstand tussen de twee instellingen en de ‘verwachte komplementariteit van een aantal onderwijs- en onderzoekprogramma’s’, leek het de twee besturen van de universiteiten ‘zinnig een nader onderzoek naar samenwerkingsmogelijkheden in te stellen’.

Op 23 februari was er een tweede gesprek tussen leden van de twee CvB’s, met onder anderen Vredevoogd en de Eindhovense voorzitter drs. H.J. ter Heege. Hierbij besloten zij een intentieverklaring uit te geven waarin werd geconstateerd dat een vruchtbare samenwerking mogelijk was. De TUE zegde verder toe zich bezig te zullen gaan houden met het opstellen van een formele overeenkomst. Ook zouden ‘vijf duo’s van wetenschappers’ aan de slag gaan om concrete projecten van samenwerking te beschrijven.¹²

Omdat er over de beoogde coöperatie tussen de twee universiteiten geruchten

10 Archief UM, map 9-409, Beknopt verslag van het overleg tussen het CvB van RL en de THE, 10 december 1981.

11 Archief UM, map 9-409, corr. tussen P.G.M. de Rooy en E.F.M. Butter, P.J. Krens en H.J. ter Heege, september- december 1981.

12 Archief UM, map 9-409, brief B.C.M.E. Nissen en L.E.H. Vredevoogd aan het College van Decanen van de RL, 27-1-1989, en brief H.J. ter Heege aan L.E.H. Vredevoogd, 28-2-1989.

Medisch ingenieurs

Het is mijn plan om twee dagen per week in het academisch ziekenhuis van Maastricht te gaan werken aan een goede plek voor de toekomstige medisch ingenieurs. Om te zorgen dat de medisch ingenieur geen klusjesman of -vrouw wordt. Ik ga het op dezelfde manier aanpakken als ik het hier altijd gedaan heb, door met enthousiasme mensen tot samenwerking te pushen.

Wij zijn pas recent richting academisch ziekenhuis opgeschoven. De praktijk wijst uit dat de samenwerking hier een stuk makkelijker loopt. Het lijkt erop dat de onderzoeksvragen waarmee doktoren worstelen en de onderzoeksvragen die door ingenieurs worden aangepakt, goed op elkaar aansluiten. Wanneer je een wetenschapper vraagt waarom hij iets wil weten, zegt hij vaak "daarom".

Voor de goede orde: dat vind ik heel legitiem. Maar in onze ingenieursopleiding laten we ons bij het onderzoek toch vooral leiden door onze dromen over wat we later met die kennis kunnen doen. In het ziekenhuis moeten we een gemeenschap van ingenieurs zien te creëren. Doordat ik daar een paar dagen in de week aanwezig ben en met de studenten werkbesprekingen houd, ontstaat er een klimaat waarin je over en weer kunt praten over waarden en normen. Als het mij lukt om bij zo'n chirurg twee medisch ingenieurs binnen te krijgen die daar een jaar of drie, vier gaan meewerken, is mijn opzet geslaagd.

Patiënten

Ik vermijd het gebruik van het woord *substitutie* voor het overnemen van taken van een chirurg door een medisch ingenieur. Dat is typisch een begrip uit de medische wereld, waarbij het gaat om het overnemen van taken van doktoren door verpleegkundigen. Zo moeten we de rol van medisch ingenieurs niet inschatten. We moeten niet vergeten dat al heel veel topklinische taken zijn overgenomen door de technici. BMT biedt niet meer en niet minder dan een veel betere vooropleiding voor dit soort functies. Ik ben er echt van

de ronde deden, brachten de voorlichtingsdiensten van de instellingen op 4 april 1989 een persbericht uit. Hierin meldden zij dat de twee universiteiten de bestaande samenwerking aanzienlijk wilden uitbreiden. Naast de projecten op het terrein van de biomedische techniek, waarbij vooral de Maastrichtse faculteit Geneeskunde en de Eindhovense faculteiten Werktuigbouwkunde, Natuurkunde en Chemische Technologie betrokken waren, ging het in de eerste plaats om de faculteiten Economische Wetenschappen in Maastricht en de faculteit Technische Bedrijfskunde en het Instituut voor Perceptie Onderzoek in Eindhoven.

Op 'afzienbare termijn' zouden de twee universiteiten een overeenkomst sluiten, meldde het persbericht.¹³ Dat het ernst was met de voornemens, bleek twee dagen later, toen de voorzitters van de cvb's een intentieverklaring tekenden. Hierin spraken zij steun uit voor de samenwerking en gaven zij het traject aan dat zou worden gevolgd.

Naar aanleiding van de bevindingen van de inmiddels tot vier gereduceerde 'wetenschappelijke duo's' vond begin oktober 1989 een inventariserende bespreking plaats tussen de twee Colleges van Bestuur en de hierbij betrokken hoogleraren. De aanwezigen constateerden dat er twee blokken van projectonderwerpen te onderscheiden waren. BMT en alles wat daar in de meest brede zin bij hoorde, en de economen en bedrijfskundigen plus de faculteit Wijsbegeerte en Maatschappijwetenschappen evenals de daarbij behorende, vooral op de op innovatieprocessen gerichte onderzoeksgroep MERIT. Na enige discussie werd besloten deze twee onderdelen bestuurlijk gescheiden te houden. De wat men kan noemen 'economische tak' is verder niet tot ontwikkeling gekomen.

Voor wat betreft benoemingen van aio's en onderzoekers konden er geen toezeggingen worden gedaan. Over de organisatorische vorm van de samenwerking – zwaar of licht, beide hadden voor- en nadelen – zou 'op de hei' nader overleg volgen. De uitwerking van BMT zou hierbij voorrang krijgen. Op personeel terrein werd hierbij gedacht aan dubbelbenoemingen van hoogleraren en eventueel universitair (hoofd)docenten. Wat betreft aio's, was op termijn een achttal benoemingen mogelijk.¹⁴

Namens de beide universiteiten gingen de hoogleraren Reneman en Bouma zich nu bezig houden met het opstellen van de notitie 'Samenwerking TUE-RI'. Deze was eind maart 1990 in concept gereed. Naast een overzicht van de bestaande coöperatie, waren ook de mogelijkheden van toekomstige samenwerking op diverse vakgebieden in kaart gebracht. Verder bevatte de notitie voorstellen voor de organisatorische en juridische opzet en het ter beschikking stellen van financiële middelen – f 300.000 per jaar door beide universiteiten – om de samenwerking te kunnen intensiveren. De notitie was totstandgekomen in overleg met onderzoekers van de beide universiteiten.¹⁵

In hun notitie stelden Reneman en Bouma voor om een 'Stichting Samenwerking tussen de RI en de TUE' op te richten, die op dezelfde wijze als de Stichting Biomedische Techniek de coöperatie organisatorisch in goede banen



Bepalen van de kracht-lengte-relatie van spieren.

overtuigd dat we met de medisch ingenieur een grens overschrijden, want hij zal met zijn vingers aan patiënten komen. De vraag is wat die ingenieur daarvoor aanvullend moet leren. De faculteit Geneeskunde in Maastricht heeft een skills-lab ingericht, waar studenten leren omgaan met simulatie-patiënten. Mijn zoon is specialist en die waarschuwt me ervoor dat sommige patiënten op geen enkele vraag antwoord geven. Vraag je: "Heb je pijn?" Dan zeggen ze geen ja of nee, maar: "Het is niet alles in het leven." We leiden natuurlijk geen mensen op die huisarts worden. Maar medisch ingenieurs moeten wel wat van die vaardigheden leren. De medisch ingenieur moet gevoel ontwikkelen voor ethische problematiek. Want net als de chirurg zal hij voor ethische vragen komen te staan.'

moest leiden. Dit onderdeel van de notitie werd door de beide Colleges echter als te beperkt beschouwd.

Halverwege mei 1990 volgde daarom een door de afdeling Juridische Zaken van de twee universiteiten opgestelde discussienota over de vormgeving van de samenwerking. Hierin werd de vorming van een overkoepelend 'bestuurlijk samenwerkingsorgaan' voorgesteld ter sturing, stimulering en ondersteuning van alle onderwijs- en onderzoeksprojecten die er tussen de TUE en de RL bestonden. Een stichting werd afgewezen, omdat het beleid van de beide universiteiten erop was gericht deze zoveel mogelijk te vermijden. Het bestaande Samenwerkingsorgaan Brabantse Universiteiten (SOBU), waarin de TUE de coöperatie met de Tilburgse Katholieke Universiteit Brabant (KUB) regelde, fungeerde duidelijk als voorbeeld.

Naast het overkoepelende orgaan konden het beste per aandachtsgebied afzonderlijke wetenschappelijke adviesraden worden ingesteld, aldus adviseerden de opstellers van de discussienota. Het stuk bevatte verder een opsomming van de publiek- en privaatrechtelijke mogelijkheden tot coöperatie.¹⁶ De naar aanleiding van de discussienota aangepaste concept-samenwerkingsovereenkomst maakte vanaf september 1990 een ronde langs de verschillende universitaire instanties. Hierbij bracht vooral het Maastrichtse College van Decanen, dat wil zeggen de bestuurders van de faculteiten, nogal wat bezwaren naar voren. Het had onder meer vastgesteld dat de samenwerking met de TUE lang niet voor alle faculteiten van betekenis was. Bij de faculteiten die er niet bij betrokken waren, bestond nauwelijks bereidheid financiële middelen ervoor ter beschikking te stellen. Verder meenden de decanen dat het gevaar bestond dat het samenwerkingsorgaan de autonomie van de faculteiten aantastte. Dit vooral omdat het voor individuele medewerkers mogelijk was afzonderlijk projecten in te dienen zonder voorafgaande toestemming van die faculteiten.

Het Eindhovense College van Decanen liet weten liever een 'lichtere vorm' van een samenwerking te hebben gezien. Ditzelfde gold voor het bestuur, dat met twee leden uit de cvb 's wel erg zwaar was aangezet.¹⁷

Het weerleggen of het wegnemen van dit soort bezwaren door aanpassingen in de concepttekst kostte de nodige tijd. Halverwege februari 1991 was een zevende versie van de overeenkomst gereed. Deze versie, zoals achteraf bleek de laatste, werd naar de Universiteitsraden gezonden. De overeenkomst voorzag in de totstandkoming van een Samenwerkingsorgaan RL-TUE. Het door de cvb 's te benoemen bestuur bestond uit vier personen – twee uit elke universiteit, van wie steeds één lid van het cvb. Verder zouden een adviserende, eveneens uit ten minste vier personen bestaande wetenschappelijke raad en een ondersteunend bureau tot stand moeten komen. Voor de financiering gaven de Universiteitsraden het kader aan waarbinnen het bestuur een begroting kon opstellen.¹⁸

De besprekingen in de Universiteitsraden verliepen over het algemeen positief. In zowel Eindhoven als Maastricht werd nogmaals gewezen op de zware bestuursvorm: twee leden per universiteit, onder wie één cvb -lid. Voorzitter

13 Voorlichtingsdienst TUE, Mededeling voor de pers, 4 april 1989.

14 Archief UM, map 9-409, Kort verslag van de belangrijkste punten van bijeenkomst op 3 oktober 1989.

15 Archief UM, map 9-410, R.S. Reneman, H. Bouma, Notitie Voortgang Samenwerking TUE-RL, 27 maart 1990.

16 Archief UM, map 9-410, J.M.A.M. Gerards e.a., Discussienotitie over vormgeving Samenwerking RL-TUE, 16 mei 1990. Zie voor de geschiedenis van het SOBU: H. Schippers, *Met vallen en opstaan, 25 jaar samenwerking Brabantse universiteiten* (Tilburg 1995).

17 Archief UM, map 9-410, Brief College van Decanen aan het cvb RL, 24 september 1990. ATUE, map Samenwerking RL-TUE, brief van J.H. van Lint aan het cvb, 6 februari 1991.

18 Archief UM, map 9-410, Tekst Samenwerkingsovereenkomst RL-TUE, 21 februari 1991.

Ter Heege kon in Eindhoven deze kritiek eenvoudig pareren. De samenwerkingsovereenkomst met de RL in Maastricht was vrijwel een kopie van die met de KUB in Tilburg. Deze laatste functioneerde volgens Ter Heege 'uitstekend'. In de Maastrichtse raad bestond een zekere beduchtheid over de samenwerkingsovereenkomsten in regionaal verband. Volgens voorzitter Vredevoogd echter, was deze vooral gericht op studenten, terwijl het in de overeenkomst met de TUE met name onderzoek betrof. Beide Universiteitsraden gingen eind maart akkoord. De Maastrichtse raad verzocht het CVB wel om na twee jaar een evaluatie van de samenwerking te willen voorleggen.¹⁹

Voorzien was dat de ondertekening van de overeenkomst zou worden aangegepen voor een zowel interne als externe presentatie van de plannen en enig feestgedruis. De voorbereiding van die bijeenkomst nam echter zoveel tijd in beslag dat daarvan werd afgezien. Dit te meer omdat de samenwerking inmiddels goed op gang was gekomen. Eind oktober tekende het CVB van de RL, halverwege november dat van de TUE. De overeenkomst ging in per 1 november 1991.²⁰

De resultaten van de overeenkomst

De betekenis van de officiële samenwerking was in de eerste plaats van financiële aard. Er kwamen fondsen – circa f 300.000 van elke universiteit – ter beschikking voor onderzoeksprojecten. Zodra duidelijk was dat goedkeuring van de overeenkomst nabij was, ging de Wetenschappelijke Raad, of Commissie, zoals deze in de wandeling meestal werd genoemd, dan ook aan de slag. Van Maastrichtse kant waren de twee leden ervan afkomstig uit de faculteiten Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen. Het aanvankelijk nog als voorlopig aangeduide adviescollege, dat bestond uit de hoogleraren Reneman en dr. R.F.A. Zwaal voor de RL en Bouma en Janssen namens de TUE, keurde in januari 1991 de eerste projectaanvragen goed.

Het ging hierbij om een zevental onderzoeken met daarin negen aio-plaatsen en de parttimeaanstelling van een wetenschappelijk coördinator ter bemanning van het bureau. Dit bureau, bemand door Brouwers, Graafmans en Van den Oever, was als het ware de motor van de samenwerking. Het daarvoor benodigde en toegekende bedrag was ruim f 530.000. De goedgekeurde projecten hadden alle betrekking op biomedisch-technisch onderzoek in brede zin. De 'hart-aspecten' waren hierbij nog van groot belang, maar daarnaast waren er andere onderwerpen van onderzoek bij gekomen. Bij twee ervan, waaronder een onderzoek op het nieuwe terrein van het ontwerpen van interfaces voor medische systemen, was het IPO betrokken. De uitwisseling van de hoogleraren Reneman en Janssen werd verder voortgezet. Daarnaast bereidde de wetenschappelijke commissie, zoals zij zich meestal noemde, de uitwisseling van (hoofd)docenten voor.²¹

Voor 1992 keurde de commissie negen projecten goed met in totaal elf aio-plaatsen. Zes hiervan werden in Eindhoven uitgevoerd. De resterende vijf in

Maastricht. Het jaar daarop verzocht de wetenschappelijke commissie om geld voor zes extra promotieplaatsen ter beschikking te stellen. De beide cvb 's honoreerden dit verzoek eind 1993.

Het was een duidelijk teken van het vertrouwen dat de beide universiteiten in de zich ontwikkelende opleiding stelden. Naar aanleiding van de jaarlijkse presentatie van de lopende promotieprojecten in het voorjaar van 1993 constateerde de wetenschappelijke commissie dat die goed verliepen en 'dat de samenwerking duidelijk vruchten afwierp'. De beide Colleges van Bestuur lieten zich eveneens positief uit over de samenwerking en waren graag bereid na te gaan of er mogelijkheden tot verdere uitbreiding waren.²² Al snel vielen nu de woorden 'opleiding en/of faculteit Biomedische Technologie'.

19 Archief UM, Verslagen besprekingen UR's TUE en RL over de Samenwerkingsovereenkomst RL-TUE, 14 en 20 maart 1991, plus besluiten UR'S TUE en RL 25 maart en 8 april 1991.

20 Archief TUE, map Samenwerking RL-TUE, corr. en ondertekende protocollen, oktober en november 1991.

21 Archief UM, map 4-910, Brief met bijlagen van H. Bouma aan de voorzitters van de cvb's RL en TUE, 17 januari 1991.

22 Archief TUE, map Samenwerking RL-TUE, brief van H. Bouma aan cvb-TUE en brief H.P.J.M Roumen, H.J. ter Heege aan H. Bouma, 29 juni 1993, 23 december 1993.



De strijd om een eigen opleiding

Discussies en plannen

Vanaf begin 1994 werd op beide universiteiten gesproken over het opzetten van 'een studierichting (of studierichtingen) biomedische technologie', zoals de Maastrichtse rector magnificus prof.dr. H. Philipsen het omschreef. Uitgangspunt van de gesprekken was een al uit april 1993 daterende notitie over de oprichting van 'een nieuwe natuurwetenschappelijke opleiding' aan de Rijksuniversiteit. Biomedische technologie moest daarvan de kern worden. De notitie, die later verschillende malen werd herzien, was opgesteld door drie wiskundigen die verbonden waren aan de faculteit der Algemene Wetenschappen, met als voornaamste initiatiefnemer prof.dr.ir.dr.s. O.J. Vrieze. In de loop van dat jaar was deze opzet vooral door de inspanningen van de Wetenschappelijke Commissie geëvolueerd tot een gezamenlijke opzet van de Rijksuniversiteit Limburg en de Technische Universiteit Eindhoven.¹ De plaats van vestiging van de nieuwe opleiding bleef aanvankelijk overigens Maastricht. Begin april 1994 stuurde Philipsen een samenvatting van de resultaten van de besprekingen op zijn universiteit aan zijn Eindhovense collega Van Lint. De beste benadering was, zo meende Philipsen, om de Colleges van Bestuur op korte termijn een interuniversitaire commissie te laten instellen. Deze commissie moest vóór 1 juli adviseren over de te volgen procedure om per november van dat jaar een aanvraag voor het instellen van een nieuwe opleiding Biomedische Techniek in te dienen bij de Adviescommissie Onderwijsaanbod (ACO).² Dit was een onafhankelijk adviesorgaan van het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen (oc&w). Het beoordeelde de doelmatigheid van nieuwe opleidingen die universiteiten van plan waren te beginnen. De ACO lette daarbij op de behoeften aan hoger onderwijs en onderzoek. Hierbij van belang zijnde factoren waren het geheel van bestaande voorzieningen en de spreiding ervan. Om tot haar oordeel te kunnen komen raadpleegde de ACO deskundigen van universiteiten en andere wetenschappelijke instellingen.

- 1 Archief UM, map 9/4II, brief van O.J. Vrieze, P. Boekhoudt en R. Luesink aan het College van Decanen van de RL, 21 april 1993. Zie voor een aangepaste versie van het rapport: O.J. Vrieze e.a., *Naar een nieuwe studierichting Biomedische Technologie aan de RL en de TUE*, 25 februari 1994.
- 2 Archief TUE, map Samenwerking TUE-RL, brief van H. Philipsen aan J.H. van Lint, 7 april 1994.
- 3 Archief TUE, map Samenwerking TUE-RL, brief met bijlage van H.A.J. Struijker Boudier aan cvb's RL en TUE, 9 juni 1994.

Interview

Prof.dr. Herman Bouma (68)

emeritus hoogleraar; voormalig directeur IPO

'Zou ik voor de studie BMT kiezen wanneer ik nu achttien was? Een moeilijke vraag. Met mijn achtergrond was ik denk ik niet naar een technische universiteit gegaan. Mijn vader werkte als natuurkundeleraar aan het Christelijk Lyceum in Harderwijk. Dat gaf mij een zet in die studierichting. Aan medicijnen had ik ook gedacht, maar niet vanuit het idee dat ik mensen wilde helpen. Het is heel goed om een achtergrondmotief te hebben voor een keuze, maar je moet allereerst goed zijn in je vak. Ik heb van 1950 tot 1957 in Utrecht experimentele natuurkunde gestudeerd, met als bijvakken meteorologie en scheikunde. Die meteorologie heb ik later in mijn diensttijd op de vliegbasis Soesterberg goed kunnen gebruiken. Ik heb altijd gezocht naar verbreding. Tijdens de studie groeide mijn interesse voor de medische fysica. Ik heb stage gelopen in het laboratorium van professor Burger in Utrecht. Al vóór mijn doctoraal Natuurkunde besloot ik om medicijnen erbij te doen, gedeeltelijk in mijn militaire diensttijd. Kort daarna heb ik mijn kandidaats Medicijnen gedaan. Ik vond het leuk om te doen, maar ik wist absoluut nog niet welke onderzoekskant ik wilde opgaan. In 1959

gen. Ofschoon dezen in naam onafhankelijk waren, was bij hun oordeel deze beroepsachtergrond vaak van belang. Bij de meningsvorming over de aanmeldingen speelden verder de adviezen van de Vereniging van Samenwerkende Nederlandse Universiteiten een belangrijke rol.

Wanneer de ACO een positief advies gaf, moest de nieuwe opleiding worden aangemeld bij het Centrale Registratie Orgaan Hogere Opleidingen (CROHO) in Groningen. Hierna stelde het ministerie van OC&W een beperkt onderzoek in naar de plannen. Wanneer ook dit gunstig uitviel, kon de nieuwe opleiding in het CROHO worden opgenomen, waarna financiële ondersteuning mogelijk was.

Als lid van de commissie die het instellen van een studierichting BMT moest onderzoeken, stelde Philipsen de Wetenschappelijke Commissie voor, aangevuld met een aantal hoogleraren van de beide universiteiten. De Colleges van Bestuur van de twee universiteiten aanvaardden zijn voorstellen om vóór 1 juli een marsroute aan te geven. De werkgroep die zich daadwerkelijk ging bezig houden met de opstelling van een rapport, was echter kleiner.

De secretaris van de Bestuurscommissie BMGT, Brouwers en zijn medewerkster Ine van de Oever kregen de opdracht een rapport over de onderwijskundige aspecten van de samenwerking tussen de RL en de TUE op te stellen. De leden van de Wetenschappelijke Commissie van het Samenwerkingsorgaan, ondersteund door een aantal adviserende hoogleraren en enkele ambtelijke medewerkers, fungeerden onder de naam 'ad-hoc commissie voor onderwijsontwikkeling' als begeleidingsteam van Brouwers en Van den Oever. Namens de RL fungeerde dr. E. Drenthe, een stafmedewerker van het Maastrichtse College van Bestuur, als tegenhanger van Brouwers. Op aangeven van hem en Brouwers zetten twee leden van de commissie, de hoogleraren Bouma en dr. H.A.J. Struijker Boudier uit Maastricht, begin juni 1994 overeenkomstig de richtlijnen van de ACO een militair aandoend stappenplan op, dat moest leiden tot het op tijd indienen van het voorstel bij deze instantie.³

De belangrijkste fases in dit plan waren de voorverkenningen, enkele workshops en de opstelling van het definitieve voorstel. In een notitie wezen Bouma en Struijker Boudier op twee beslissingsmomenten, begin juli en eind augustus, over de voortgang van de procedure. In het eerste geval moesten de twee rectoren in overleg met de betrokken decanen beslissen of de procedure daadwerkelijk kon doorgaan. In het tweede geval dienden de beide Colleges van Bestuur in overleg met de deelnemende faculteiten te bezien of het eindvoorstel kon worden ingediend bij de ACO.

Brouwers en Van den Oever aan de slag

Het rapport Samenwerking RL-TUE. Aspecten van onderwijsontwikkeling was vooral bedoeld voor interne discussie. Brouwers en Van den Oever hadden er een bijzonder grondige studie van gemaakt. Een eerste, inleidend hoofdstuk



Onderzoek naar de effectiviteiten van helmen. Helmen moeten voor goedkeuring volgens een bepaalde norm worden beproefd. Bij valproeven wordt de respons van de zogenaamde hoofdvorm, waarop de helm geplaatst is, gemeten. Het verschil in dynamica tussen een starre hoofdvorm (Europese norm) en een anatomisch meer realistisch gevormde hoofdvorm resulteert in een verschil in interactie tussen helm en hoofdvorm. Dit leidt tot een andere respons van de hoofdvorm. Door de norm te verbeteren (bijvoorbeeld door een meer realistische hoofdvorm te implementeren) zal deze respons veranderen. Dit leidt tot een ander optimaal helmontwerp en ten slotte een betere helm.

- 4 Archief TUE, map Samenwerking TUE-RL, I. van den Oever, T. Brouwers, Rapport: Samenwerking RL-TUE. Aspecten onderwijsontwikkeling, (juli 1994).

kwam ik uit dienst en in die tijd lagen de banen niet voor het opscheppen. Het Herseninstituut bleek geen betaalde baan te kunnen bieden. Toen las ik in de krant dat Philips en de TH het Instituut voor Perceptieonderzoek hadden opgericht. Dat leek op mijn lijf geschreven. Daar heb ik toen gesolliciteerd.

IPO

Begin 1960 ben ik op het IPO begonnen. Het IPO was nog klein in het begin en stond onder leiding van professor Schouten, een dynamische directeur. Ik kreeg als natuurkundige bij het IPO direct met mensen te maken. Het ging immers om de menselijke waarneming. Ik ben in 1965 gepromoveerd bij Schouten, op de lichtreflex van de pupil. Daarna heb ik met een ZWO-beurs een jaar gewerkt op de afdeling Fysiologische Psychologie van McGill University in Montréal. Toen ik terugkwam, ben ik leider geworden van de visuele groep van het IPO en in 1975 werd ik tot directeur benoemd.

Ik was al die tijd in dienst van Philips Natlab en gedetacheerd op het IPO. Binnen het IPO ging het steeds over het onderzoek en werd er geen onderscheid gemaakt naar werkgever. Ik was dus al betrokken bij de universiteit, maar pas na mijn benoeming tot hoogleraar als opvolger van Schouten kreeg ik de kans om de universiteit meer bij het IPO te betrekken. Na mijn pensionering in 1994 als directeur van het IPO ben ik tot 1999 directeur geweest van het nieuwe Instituut voor Gerontechnologie en tevens voorzitter van het samenwerkingsverband "Biomedische en gezondheidstechnologie" (BMGT) aan de TU/e.

BMGT

Mulders, Janssen, Beneken en ik wisselden elkaar in de loop der jaren af als voorzitters van BMGT. Omdat er een zeker spanningsveld tussen Werktuigbouwkunde en Electrotechniek bestond, was ik een mooie neutrale tussenpersoon. De bestuurscommissie BMGT coördineerde een aantal activiteiten binnen verschillende faculteiten. BMGT was een klein

bevatte een overzicht van de geschiedenis van de samenwerking en het te volgen stappenplan. Het tweede hoofdstuk heette 'Convergentie naar een gezamenlijk kader'. Hierin was een stellingsgewijze presentatie opgenomen van een aantal meningen, visies en commentaren bij de samenwerkingsplannen. Uitgangspunt daarbij waren twee 'algemene openingsstellingen'.

De eerste luidde: 'De feitelijkheid van wederzijdse aanvullende disciplines en de gegroeide wezenlijke samenwerkingsverbanden bij onderzoek en onderwijs over vele jaren kunnen een logisch vervolg vinden in een (of meer) gezamenlijke opleiding(en). Het moet als een bijzonder teleurstellende ervaring beschouwd worden, indien beide instellingen hiervoor niet de benodigde voorwaarden tot realisering kunnen brengen.'

De tweede stelling had betrekking op de meerwaarde die het resultaat moest zijn van het totstandkomen van een gezamenlijke opleiding. De stelling luidde als volgt: 'Bij deze onderwijsontwikkeling spelen (mogelijk) met elkaar strijdige belangen tussen beide instellingen. Om een overleg over samenwerking een positieve basis mee te geven, wordt het zinvol geacht vooraf te besluiten in ieder geval te streven naar een gelijkmatige verdeling van lusten en lasten; naar het scheppen van situaties met een duidelijke win-win-uitkomst voor beide instellingen.'⁴

Aan de hand van de naar voren gebrachte stellingen, bijna veertig in totaal, kwamen vier mogelijke controversen naar voren. De eerste was de vraag of de opleiding primair op de markt gericht moest zijn, dan wel op de wetenschapsdynamiek. Na een uitvoerige, opnieuw stellingsgewijs weergegeven discussie konden de opstellers van het rapport slechts concluderen dat de meningen hierover verdeeld waren. Dit vooral omdat harde informatie over potentiële markten niet voorhanden was.

Een tweede tegenstelling betrof de verhouding breedte/diepgang. Hierbij speelden twee opvattingen een rol. De ene opvatting ging uit van die verhouding in de bestaande ingenieursopleiding, waarbij sommige technische vakken konden worden geschrapt voor de inbreng van biomedische. De andere wilde starten met een breed spectrum van technische en biomedische vakken om pas in een latere studiefase de diepgang te zoeken. Van den Oever en Brouwers raadden aan hierover nog eens diep na te denken.

De derde controversen had betrekking op de accenten in attitudevorming en kennisoverdracht. De discussie in stellingen spitste zich hierbij vrijwel volledig toe op het al dan niet toepassen van het Probleem Gericht Onderwijs (PGO), waarmee in Maastricht veel ervaring was opgedaan. Ondanks het arbeidsintensieve karakter hiervan, zag een ruime meerderheid dit als de beste weg om een juiste attitude te realiseren. Het vak Medical Technology Assessment, een stokpaardje van Brouwers, zou hierbij als 'kapstok' voor de nodige contextuele samenhang moeten zorgen.

Nationaal versus internationaal perspectief was de vierde tegenstelling. Ook hierbij hadden de meeste deelnemers een zelfde mening. Men deed er het beste aan 'pragmatisch te beginnen met een oriëntatie op de Nederlandse situatie'. Waar mogelijk konden dan internationale aspecten worden ingebracht.

Voor het ACO zou het verstandig zijn meer internationaal perspectief in de presentatie op te nemen, werd daar evenwel bij opgemerkt.

Het derde hoofdstuk van het rapport bestond uit persoonlijke visies van een aantal Maastrichtse en Eindhovense deskundigen op verschillende deelgebieden van BMT. Uit een overzicht van de reacties bleek dat er een grote mate van overeenstemming bestond in visies op de opleiding. Wel waren er de nodige nuanceringsen, maar nauwelijks echte tegenstellingen.

Enkele aanvullende stellingen luiden dat een opleiding die uitsluitend gebaseerd was op verschillende terreinen van onderzoek, als onvoldoende werd gezien. Voor de samenwerking met Maastricht was verder een duidelijke keus nodig aangaande de vraag met welke faculteit men daar in zee wilde gaan: Geneeskunde, Gezondheidswetenschappen of de Algemene Wetenschappen. Bij het opzetten van plannen voor een eerste fase moest rekening worden gehouden met de mogelijkheden voor een tweede fase, zo luidde de vierde aanvulling.

Als bijlage bij het rapport van Brouwers en Van den Oever was een overzicht van de procedures voor de erkenning van nieuwe opleidingen toegevoegd.⁵

Een volgende stap

De beide Colleges van Bestuur reageerden positief op het werkstuk van de twee BMT-medewerkers. Het rapport 'bevat vele goede ideeën die ons bijzonder aanspreken', kreeg Bouma als voorzitter van de ad-hoccommissie medio juli te horen. 'Het is verheugend en hoopvol dat de commissie in zo'n korte tijd een dergelijk goed doordacht werkstuk kon produceren. Hiervoor zijn wij de leden van de commissie en de schrijvers van het rapport zeer erkentelijk.' De twee rectores magnifici, De Lint en Philipsen, gaven vervolgens formeel opdracht de gemaakte opzet nader uit te werken. Zij verklaarden zich ook bereid goede afspraken te maken over de verdeling van de lusten en de lasten en stelden zich garant voor de betaling van de aanloopkosten van de nieuwe opleiding.⁶

Na deze instemming met de grote lijnen van het onderwijsrapport zette de commissie haar werkzaamheden op volle kracht voort. Vanwege de hoge tijdsdruk werkte men ook in de zomervakantie zoveel mogelijk door. Door Drenthe, Van den Oever en Brouwers werden onder meer enkele 'workshops' in het Noord-Limburgse Weert gehouden. Hierbij ging de aandacht in de eerste plaats uit naar de verdere inhoudelijke invulling van het onderwijscurriculum. Janssen en Reneman, bijgestaan door een aantal Maastrichtse en Eindhovense hoogleraren, onder wie Saris, De Voigt en Huson, bevonden zich daarbij in de voorste gelederen. De inspanningen van Bouma en Struijker Boudier waren in deze periode vooral gericht op het bereiken van een evenwichtige inbreng van zowel de TUE als de RL. Hierbij moest tussen de verschillende docenten het nodige worden bemiddeld.

Daarnaast kwamen ook meer praktische kwesties ter sprake. Op 10 augustus



Zelfstudieopdracht, uitgevoerd in het Simulatie- en Experimenteer Laboratorium (SEL).

- 5 Archief TUE, map Samenwerking TUE-RL, Van den Oever, Brouwers, Samenwerking.
- 6 Archief UM, map 9/411, brief van J.H. van Lint, H. Philipsen aan H. Bouma, 18 juli 1994.
- 7 Archief TUE, map Samenwerking TUE-RL, correspondentie H.A.J. Struijker Boudier, H. Bouma en K.L.L.M. Dittrich, 10 en 23 augustus 1994.

bureau met een paar leuke en zeer actieve mensen. We hadden de zegen van het College van Bestuur en van de Universiteitsraad. De faculteiten hadden niet zo'n boodschap aan die horizontale overkoepelende activiteiten. Niet dat ze het erg vonden, maar ze stimuleerden het ook niet. Dat bleek later, toen de activiteiten beëindigd werden. Toen was er geen faculteit die riep: "Dat kun je niet maken." Vanuit de BMGT waren we erin geslaagd om binnen vijf jaar tijd het Instituut voor Gerontechnologie behoorlijk op te bouwen, inclusief vele promoties en internationale netwerken. Maar het nieuwe College van Bestuur vond dat de TU/e er niet mee moest doorgaan. Het gerontechnologie-programma kreeg geen geld meer. Dat was vervelend. Na mijn pensionering hebben we zelf een internationaal tijdschrift voor gerontechnologie opgericht, omdat het onderzoeksgebied uiterst relevant blijft en deel uitmaakt van de internationale wetenschappelijke agenda.

Multidisciplinair werken

Multidisciplinair werken is altijd moeilijk. Je moet mensen uit een andere discipline honderd procent serieus nemen, wil het op den duur goed blijven gaan. Een medicus blijft altijd primair naar patiënten kijken. Zo is hij of zij opgeleid. Een ingenieur is er vooral op uit om betere spullen te maken voor bepaalde doeleinden. Dat is een vrij wezenlijk verschil. In een ziekenhuis voelt een ingenieur zich een beetje onwennig tegenover patiënten die in pyjama op de gang lopen, bij wijze van spreken. Omgekeerd voelt een medicus zich niet per definitie thuis in een mechanisch of elektrotechnisch lab. Als je geen speciale aandacht blijft geven aan samenwerking tussen die groepen, bloedt het dood. Dat klopt ook met mijn ervaring. Je moet inzien dat de problemen vereisen dat ze vanuit meerdere disciplines worden aangepakt en dat je eigen bijdrage niet zonder die andere kan. De probleemstelling is dus al multidisciplinair. Binnen Philips was het IPO daarin een buitenbeentje. Bij Philips Natlab gingen ze met spullen om, wij waren binnen het IPO gewend om met

legde Bouma de twee Colleges van Bestuur drie vragen voor: Welk bestuurlijk model moest de nieuwe opleiding krijgen? Welke eisen moesten worden gesteld aan de opleidingscommissie? Welke titel moesten de afgestudeerden gaan voeren?

Ruim twee weken later kwam mede namens het Eindhovense College van Bestuur het volgende verrassende antwoord uit Maastricht. In het elk jaar vernieuwde Hoger Onderwijs en Onderzoek Plan (HOOP), versie 1994, wees de minister erop dat de vestiging van nieuwe ingenieursopleidingen aan algemene universiteiten om zowel inhoudelijke redenen als vanwege de doelmatigheid niet wenselijk was. 'Dit gegeven sluit een gezamenlijke RI/TUE-opleiding met de titel ingenieur aan de RI uit', schreef dr. K.L.L.M. Dittrich, de voorzitter van het Maastrichtse CVB aan Bouma. Volgens HOOP-94 waren beta-opleidingen met een technische component wel toegestaan. Dit maakte een gezamenlijke RI/TUE-opleiding met de titel ingenieur aan de TUE mogelijk. De RI-inbreng kon in dat geval via een overeenkomst tussen de Colleges van Bestuur worden geregeld.

Gelet op de oorspronkelijk geformuleerde uitgangspunten, in het bijzonder het realiseren van een win-win-situatie voor beide instellingen, en mede gelet op het uitbouwbeleid van de Maastrichtse universiteit, wees Dittrich een dergelijke regeling echter af. In plaats daarvan stelde hij een 'gezamenlijke vierjarige opleiding die aan de TUE leidt tot de titel ingenieur en aan de RI tot de titel doctorandus'. Een en ander zou via een 'bestuurlijke overeenkomst' tussen de twee Colleges van Bestuur van de universiteiten moeten worden geregeld. Uit voorgaand overleg was gebleken dat het College van Bestuur van de TUE met dit voorstel akkoord ging, zo liet Dittrich aan Bouma weten.⁷

De opstelling van de RI veroorzaakte de nodige vertraging. Een eind augustus in Weert gehouden workshop, die was bedoeld om de hoofdlijnen in detail uit te werken, werd grotendeels gebruikt om die hoofdlijnen opnieuw bij te stellen. Medio september, echter, was het voor de ACO bestemde rapport *Biomedische Technologie, een gezamenlijke opleiding van RI en TUE* gereed.

De inhoud van het rapport

In de inleiding van het 49 pagina's tellende rapport gingen de opstellers kort in op de motieven om de nieuwe studierichting op te richten. Als inhoudelijke reden voor de oprichting van de gezamenlijke opleiding noemden ze de behoefte om de communicatiekloof tussen ingenieurs- en biomedische wetenschappen te dichten. De maatschappelijke reden was de steeds inniger verwevenheid van de twee wetenschappen, die een integrale benadering dringend noodzakelijk zou maken. Op de integratie van beide vakken was ook de opzet van het onderwijsprogramma gebaseerd.

De studie aan de nieuwe opleiding was gebaseerd op vier onderwijskundige uitgangspunten. In de eerste plaats was dit de probleemstelling bij levensprocessen: wanneer was iets 'normaal' en wanneer kon het worden omschreven

als 'afwijkend'. De opleiding was daarbij vanaf het begin gericht op zowel kwantitatieve modelvorming als op experimentele aspecten.

De eerste jaren verliep de kennisoverdracht verder voornamelijk via hoorcolleges. Daarnaast moest het Probleem Gestuurd Onderwijs (PGO), zoals dat vooral op de RI in Maastricht was ontwikkeld, zorgen voor het groepsgewijs leren oplossen van biomedisch-technische problemen. Hierbij konden de studenten leren zelfstandig in bibliotheek en laboratorium te werken. Tegelijk deden zij hierbij sociale en communicatieve vaardigheden op.

Het derde uitgangspunt was het leren omgaan met technische apparatuur, het zogenaamde vaardigheidsonderwijs. Voorbeelden hiervan waren computer-techniek en fysische, chemische en biomedische laboratoriumtechnieken.

Keuzestages en het maken van een langer durend afstudeerproject vormden de laatste poot onder het onderwijstraject.⁸

In *Biomedische Technologie* was verder ruime aandacht besteed aan het curriculum, de maatschappelijke behoefte en de doelmatigheid van de opleiding. Een gedetailleerde beschrijving van het per semester ingedeelde vierjarige onderwijsprogramma nam het grootste deel van het rapport in beslag. Hieruit bleek dat in de eerste twee jaar onder meer vakken als wiskunde, chemie en mechanica voor biomedische technologie alsmede biostatistiek, moleculaire biologie, fysische basis van experimentele methoden en transportprocessen op het programma stonden. In het derde jaar kon worden gekozen tussen de twee afstudeerstromen Biomedische Systeem- en Informatietechnologie en Biologische Materialen en Structuren. Bij de eerste stroom lag de nadruk op synthese van de biomedische informatie en twee stages. Bij de tweede stonden hoorcolleges en PGO-projecten over weefselreparatie, biomaterialen en therapeutische systemen centraal. Ook bij deze afstudeerstroom hoorden twee stages. In het vierde jaar waren er keuzeblokken gericht op het afstudeeronderwerp en het negen maanden durende afstudeerproject. Per semester werden de doelstellingen genoemd waaraan de studenten BMT dienden te voldoen.⁹ Over de maatschappelijke behoefte was te lezen dat het moeilijk was om die na 2000 kwantitatief te voorspellen. In het rapport werden wel vijf beroeps-categorieën genoemd die konden profiteren van de nieuwe opleiding.

In het hoofdstuk over de doelmatigheid wezen de opstellers van *Biomedische Technologie* op de aan de beide universiteiten aanwezige infrastructuur. In Eindhoven bestond al sinds 1976 het Centrum voor BMT. Hierin werkten alle TUE-faculteiten samen aan onderwijs- en onderzoeksprogramma's op het terrein van biomedische en gezondheidstechnologie. De totale omvang van het onderzoek bedroeg meer dan 10% van het totale onderzoek aan de TUE en was recentelijk uitgebreid met het thema Gerontechnologie. In Maastricht bestond een groot potentieel aan biomedische en bètageriënteerde vakgroepen, voornamelijk verdeeld over de faculteiten Geneeskunde, Gezondheids-wetenschappen en Algemene Wetenschappen. Aan de RI bestonden verder enkele gerenommeerde onderzoeksinstituten op het terrein van biomedische technologie.

In een laatste hoofdstuk van het rapport gingen de schrijvers kort in op de

mensen om te gaan. Zoals Casimir al zag in 1956, moet dit soort onderzoek buiten het technische onderzoek van het Natlab plaatsvinden. Uiteindelijk stopte Philips in 2001 met het IPO.

BMT-opleiding

Aanvankelijk was het de bedoeling van de BMT-opleiding, dat er zowel mensen in Maastricht zouden inschrijven als in Eindhoven. Ik was voorstander van die dubbele aanpak. Dan hadden Maastrichtse studenten in Eindhoven een deel van hun opleiding gekregen en vice versa. Ik ben ervan overtuigd dat de universitaire opleiding die je vóór je vijftiengste jaar krijgt, je houding bepaalt. We zullen binnenkort zien hoe het in de praktijk werkt, wanneer de eerste lichten BMT'ers op de arbeidsmarkt komt.

Curriculum

Ik vond het niet erg dat ik alleen in de planfase bij BMT betrokken ben geweest en niet bij de invulling in de praktijk. Ik stond natuurlijk al aan het eind van mijn loopbaan aan de TU/e. In wezen staat het curriculum waarover we in de jaren negentig hebben gepreut, nog overeind.

Overigens verliepen die gesprekken soms moeizaam. Iedereen stond natuurlijk pal voor de vakken van zijn faculteit. We hebben er altijd naar gestreefd dat het een heel goede exacte opleiding zou worden. De arbeidsmarkt was moeilijk te voorspellen, maar een degelijke opleiding verbreedt de mogelijkheden.

Wat ik graag bij de opleiding had willen betrekken, waren de ingenieursaspecten van de publieke gezondheidszorg: Public Health Engineering. Daar hebben we later ook nog een voorstel voor geschreven, maar daar was men bang voor en dat is in de prullenmand verdwenen. Zoals je in de negentiende eeuw het hygiëneoffensief hebt gehad, zo hadden we het gevoel dat er nu een nieuw offensief nodig is, waarmee je vanuit de technische wereld binnendringt in de gezondheidszorg. Neem bijvoorbeeld de situatie in de wijk Leidse Rijn, waar uit milieuoverwegingen twee soorten water beschikbaar zijn:



Op het lichaam worden markers aangebracht zodat via video-opnamen bewegingsanalyses kunnen worden uitgevoerd, die bijvoorbeeld zijn gericht op het optimaal gebruik van de skeletspieren.

- 8 *Biomedische Technologie. Een gezamenlijke opleiding van RL en TUE,* (Maastricht en Eindhoven, september 1994) 1-7.
- 9 *Biomedische Technologie,* 8-34.

plaats van BMT in de beleidsplannen van de RI en de TUE. Hierbij zal het weinig verwondering wekken dat deze uitstekend paste bij de inmiddels gegroeide samenwerking tussen de twee universiteiten.¹⁰

Op 29 september zonden de voorzitters van de Colleges van Bestuur van de twee universiteiten het rapport Biomedische Technologie plus enkele bijlagen aan voorzitter mr. W.G. Koppelaars van de ACO. De belangrijkste bijlage was een rapport van het Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt (ROA). Het was geschreven in opdracht van de RI en bevatte in de eerste plaats een inventarisatie van de in de Verenigde Staten en Europa bestaande BMT-opleidingen met daarnaast een tiental gesprekken met deskundigen op dit terrein. In de conclusies noemden de onderzoekers Lex Borghans en Jeroen Hoevenberg drie 'probleempunten' die, vanuit het perspectief van de arbeidsmarkt, de opzet van de studierichting BMT 'op basis van 50% biomedisch en 50% techniek' zouden bemoeilijken. Het belangrijkste probleem was de vraag of het mogelijk was in vier of eventueel vijf jaar tijd de studenten voldoende kennis op zowel technisch als biomedisch terrein bij te brengen. De meeste deskundigen, zo stond in het rapport te lezen, 'twijfelen sterk aan de mogelijkheid het niveau voldoende hoog te houden als beide vakgebieden even sterk vertegenwoordigd moeten zijn'. Er zouden accenten in de opleiding moeten komen, maar over de richting ervan – meer (bio)medisch of meer techniek – bestond onder de deskundigen nauwelijks overeenstemming. Mede naar aanleiding van deze onzekerheden konden Borghans en Hoevenberg 'uiteraard geen definitief oordeel' geven over de wenselijkheid van een studierichting BMT vanuit arbeidsmarktperspectief.¹¹ Het rapport was zeker geen ondersteuning van de wenselijkheid van de oprichting van een opleiding BMT, maar eerder een eerlijke poging om de kwetsbare punten ervan aan te geven. Als zodanig was het de vraag of het verstandig was dit rapport naar buiten te brengen. Anderzijds was in de opzet van de opleiding zo goed mogelijk geprobeerd de bezwaren te ondervangen. In de begeleidende brief benadrukten de Colleges van Bestuur dat het hier om een voorstel voor een gezamenlijke opleiding ging. 'Wij zullen een overeenkomst tussen beide instellingen sluiten waarin de doelmatige samenwerking met betrekking tot de opleiding Biomedische Technologie nader wordt geregeld. Deze overeenkomst geeft op het specifieke terrein van de biomedische technologie een nadere invulling aan de Raamovereenkomst die wij in april 1991 ter bevordering van de samenwerking tussen beide instellingen op de gebieden onderwijs, onderzoek en dienstverlening gesloten hebben', zo besloten de voorzitters Dittrich en Ter Heege hun brief.¹²

Het oordeel van de ACO

Eind januari 1995 kwam het antwoord van de ACO. Hieruit bleek dat er bij deze adviescommissie waardering bestond voor het gedegen rapport. 'De

drinkwater en slootwater. Je ziet dat er nu al gedonder over is. Niet eens over het feit dat kinderen elkaar in de zomer gaan besproeien met vies water. Maar dat per ongeluk bij de waterleiding de aansluitingen verwisseld worden, zodat er hele gezinnen ziek worden van het drinken van water. Mijns inziens hoort het tot de verantwoordelijkheden van ingenieurs om daar rekening mee te houden. Als ik nu bij de BMT-opleiding betrokken was geweest, had ik me die kans niet laten ontnemen. Want het is heel erg belangrijk, niet in het minst voor kwetsbare ouderen.

Versmalling

De samenwerking tussen Maastricht en Eindhoven op onderzoeksgebied loopt al jaren goed. Dat is ook de basis geweest voor de opleiding BMT. De invalshoek van Janssen is altijd sterk onderzoeksgericht geweest. Ik ben ook een onderzoeker, maar vanuit Philips heb ik altijd een hang naar toepassingen gehad. Ik zie overigens niet zo'n wezenlijk verschil tussen toepassingsgericht wetenschappelijk onderzoek en wat ze noemen fundamenteel onderzoek.

Je moet ertegen waken dat de opleiding zich niet versmalt, bijvoorbeeld door de rol van Maastricht te beperken of door het hoofddaccent op slechts enkele TUE-faculteiten te leggen. Ik hoop daarom ook dat bio- en medische informatica aanslaan. Er is bij mij geen twijfel dat die onderzoekers lekker bezig zullen zijn, maar de relevantie blijkt pas uit toepassingen in het gezondheidsdomein. Medici krijg je pas geïnteresseerd wanneer je met voorbeelden van toepassingen komt. Zij denken terecht altijd aan de patiënt.'

beschreven opleiding biomedische technologie zal wetenschappelijk gezien zeker een goed niveau behalen', merkte de commissie in haar brief op. Zij vroeg zich echter af of de ontwikkelingen op medisch-technologisch terrein het opzetten van een zelfstandige opleiding rechtvaardigden. Een tweede vraag voor de ACO was of voor de afgestudeerden voldoende plaats op de arbeidsmarkt zou zijn.

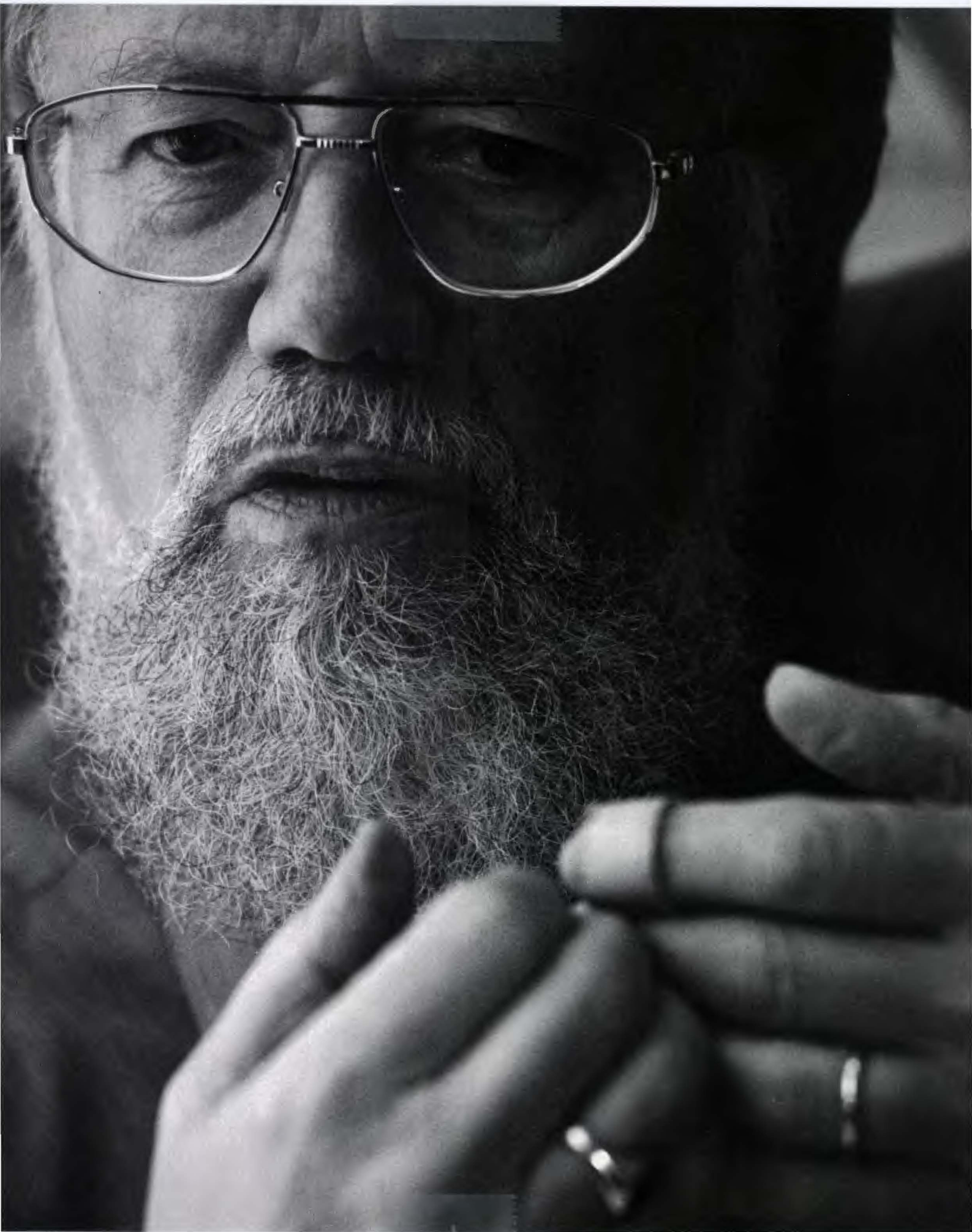
Een ander punt van kritiek van de adviescommissie was dat zij het vrijwel onmogelijk achtte 'het grote gebied van de techniek en dat van de medische wetenschap in een 4-jarige universitaire opleiding te omvatten'. Het resultaat zou zijn dat er noch een medicus, noch een ingenieur werd opgeleid. Hierbij noemde het ACO als voorbeeld de situatie in de Verenigde Staten, waar in de periode 1968-1975 een groot aantal biomedical engineering-opleidingen was gestart. Twintig jaar later zouden deze vrijwel allemaal zijn verdwenen. Overgebleven waren MSc-opleidingen in medicijnen of een technisch vak, gevolgd door promotie in het multi-disciplinaire gebied van de medische technologie. Verder was volgens de ACO het kenmerk van een ingenieursopleiding dat zowel analyse en synthese van technische vakken deel uitmaakte van het curriculum. Aan de analyse werd in het studieprogramma zeker voldaan, maar door ruimte te maken voor de biomedische vakken was de synthese vrijwel geheel afwezig. 'De voorgestelde opleiding rechtvaardigt op grond van het vorenstaande haars inziens niet een ir-titel', meende de ACO.

Uit de brief van de adviescommissie bleek dat ook de Vereniging van Samenwerkende Nederlandse Universiteiten afwijzend had gereageerd op de Eindhoven/Maastrichtse plannen. Een commissie van een overkoepelende sectie, het Discipline-overleg Natuur en Techniek (DNT), had gerapporteerd dat biomedische techniek een wetenschapsgebied was met een groot potentieel. Mede gezien de situatie op de arbeidsmarkt, was het starten van een volledige opleiding echter geen urgente zaak. BMT zou net zoals dat nu het geval was als gezamenlijke afstudeervariant van de bestaande opleidingen kunnen worden verzorgd. Aan deze oplossing gaf DNT de voorkeur.

Op grond van al deze argumenten kon de ACO 'niet tot een positief oordeel over de doelmatigheid van de door u beoogde opleiding biomedische technologie' komen. Dit sloot, volgens de ACO, registratie in het Centraal Register Opleidingen Hoger Onderwijs (CROHO) voor het studiejaar 1996/1997 uit.¹³

- 10 *Biomedische Technologie*, 35-48.
- 11 L. Borghans, J. Hoevenberg, *De arbeidsmarkt voor een studierichting biomedische technologie* (Maastricht september 1994) vooral 57-59.
- 12 Archief TUE, map Studierichtingen BMT, brief van K.L.L.M. Dittrich, J.M.A.M. Gerards, H.J. ter Heege, H.P.J.M. Roumen, aan W.G. Koppelaars, vrzt. ACO, 29 september 1994.
- 13 Archief TUE, map Studierichtingen BMT, brief van W.G. Koppelaars, vrzt. ACO, aan CVB's RI en TUE, 31 januari 1995.

Prof.dr. Rob Reneman emeritus hoogleraar Cardiovasculaire research aan de Universiteit Maastricht
en voormalig president van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen



Moeizaam succes

Maastricht zet door

Het negatieve advies van de Adviescommissie Onderwijsaanbod (ACO) betekende een tegenslag voor de betrokkenen op beide universiteiten. In verband met de vergaande voorbereidingen die inmiddels waren getroffen, besloten de twee Colleges van Bestuur de inschrijving bij de Centrale Registratie Hogere Opleidingen (CROHO) echter door te zetten. Zij kregen hiervoor in de loop van februari 1995 de medewerking van de betrokken faculteiten, de Colleges van Decanen en de Universiteitsraden. Op 10 maart verzond het College van Bestuur van de Rijksuniversiteit Limburg mede namens de collega's van de TUE een verzoek tot inschrijving in de CROHO aan minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen (oc&w), dr.ir J.M.M. Ritzen. In een begeleidende brief, die was geïnspireerd door de onvermoeibare Tonnie Brouwers, schreef voorzitter Dittrich dat de twee universiteiten van plan waren om in het studiejaar 1996/97 te starten met een voltijdse opleiding BMT. Vervolgens ging hij uitvoerig in op het negatieve advies van de ACO. Dit omdat de argumentatie van dit adviesorgaan 'ons van het tegendeel bepaald niet (heeft) overtuigd'. Dittrich hoopte dat de door hem ingebrachte redenen de minister 'ondanks het ACO-advies toch tot een positief oordeel ten aanzien van de opleiding' zouden brengen.

In zijn brief ging Dittrich kort in op de door de ACO genoemde bezwaren. Over het feit dat het om twee afzonderlijke opleidingen zou gaan in plaats van een gecombineerde, merkte hij op dat de ACO in juridisch opzicht gelijk had. Praktisch ging het echter om een gemeenschappelijke opleiding.

Wat betreft de ontwikkeling in de Verenigde Staten, waar veel BMT-opleidingen rond 1970 zouden zijn verdwenen, wees Dittrich erop dat sinds die tijd veel nieuwe gebieden op technisch en biomedisch terrein waren ontwikkeld, zodat 'de contouren van een nieuwe discipline zichtbaar zijn geworden.' Deze verstrengeling van beide studies betekende een trendbreuk, zo was de overtui-

- 1 Archief UM, map9/411, brief van K.L.L.M. Dittrich en M.N.J. Verhulst-Bos aan J.M.M. Ritzen, 10 maart 1995.
- 2 Archief TUE, Studierichtingen: BMT, brief van J.M.M. Ritzen aan CvB's RL, TUE, 24 mei 1995.
- 3 Archief Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen, dossiernr. 10. 172, (Concept) Verslag van het bilateraal overleg met de TUE, Zoetermeer 29 juni 1995.

Interview

Prof.dr. Rob Reneman (67)

*emeritus hoogleraar Cardiovasculaire
research aan de Universiteit Maastricht en
voormalig president van de Koninklijke
Nederlandse Akademie van Wetenschappen*

'Ik ben een geboren en getogen Amsterdammer. In mijn familie hoorde ik tot de eerste generatie die ging studeren. Ik was nogal een moeilijke leerling. Ik heb eerst de MULO gedaan. Mijn vader heeft erachteraan gezeten dat ik toch naar de HBS ging en daarna ging studeren. Hij is een enorme stimulant geweest. Ik was niet het type dat altijd al dokter had willen worden om de mensheid te helpen. Ik had absoluut geen roeping. Ik wilde geologie gaan studeren aan de Universiteit van Amsterdam. Dat kwam goed uit, want ik trok veel op met een vriend die scheikunde wilde gaan doen. Dan zouden we veel vakken samen kunnen volgen en ook nog samen kunnen blijven basketballen. Maar uiteindelijk koos hij voor medicijnen, en ik besloot om die overstap ook maar te maken. Het eerste jaar van de opleiding vond ik vervelend, maar vanaf het tweede jaar had ik een geweldige tijd. Ik heb nooit spijt gehad van die wat toevallige keuze. Ik wilde me aanvankelijk als chirurg specialiseren. Mijn vrouw werkte in die tijd als verpleegster op de operatiekamer. Die zei:

ging van de twee universiteiten, waarvan de betekenis pas in de volgende eeuw duidelijk zou worden. De gezamenlijke BMT-opleiding anticipeerde hierop. De ontwikkeling van de werkgelegenheid voor BMT'ers was inderdaad een wat moeilijk punt, moest ook de voorzitter van het Limburgse College van Bestuur toegeven. Dit vooral omdat er weinig concreets over te zeggen viel.

De verwachte uitbreiding van de arbeidsmarkt op dit terrein en het feit dat het hier om een multidisciplinaire studierichting ging, namen de zorg hierover echter grotendeels weg.

De door de ACO opgeworpen vraag of de voorgestelde opleiding wellicht overbodig was, omdat met afstudeervarianten in BMT-disciplines hetzelfde kon worden bereikt, duidde volgens Dittrich op een zeker conservatisme. Ingenieurs en medici moesten beiden een barrière overwinnen voor ze zich op elkaars beroepsterreinen konden begeven. Het fundamentele uitgangspunt van de nieuwe opleiding was juist dat van meet af aan sprake was van de integratie van de biomedische en technische disciplines. Dit betekende een duidelijk voordeel.¹

Dittrichs poging om het negatieve advies van de ACO ongedaan te maken, had geen resultaat. Eind mei liet minister Ritzen weten dat de argumenten van de Adviescommissie en vooral het advies van het Discipline-overleg Natuur en Techniek van de VSNU hem plausibel voorkwamen. Ook het feit dat over de perspectieven van BMT'ers op de arbeidsmarkt weinig vaststond, was van belang. Ritzen gaf toe dat het mogelijk was nuanceringen aan te brengen bij onderdelen van het advies, maar het geheel leidde bij hem tot de conclusie 'dat de verzorging van deze opleiding... in redelijkheid niet doelmatig kan worden geacht'. Verder was het zo dat de minister bezig was met een stelselherziening van het hoger onderwijs. Mede om die reden wilde hij de grootst mogelijke terughoudendheid betrachten bij het instellen van nieuwe opleidingen.²

Na dit niet onverwachte, maar toch bijzonder onaangename besluit voelde men in Eindhoven weinig meer voor verdere pogingen om de BMT-opleiding van de grond te krijgen. Het oordeel van Ritzen was 'inhoudelijk dermate hard dat de TUE niet verwacht dat de minister dezelfde opleiding het volgend jaar wel goed zal keuren', meende het College van Bestuur van de TUE. Na een gesprek tussen Ritzen en enkele Maastrichtse bestuurders bleken de laatsten toch hoop te hebben op een andere opstelling van de minister.

Tijdens een bespreking op 29 juni 1995 in Zoetermeer van het voltallige Eindhovense College met Ritzen en enkele medewerkers werd duidelijk wat de Limburgers daarmee bedoelden. De minister vertelde dat hij het College van Bestuur van de RL had verteld dat zijn beslissing in de eerste plaats 'in het perspectief van de langere termijn' moest worden gezien. Wanneer de TUE en de RL 'bilaterale meerjarenafspraken' maakten en hun aanvragen voor een nieuwe opleiding op een heel andere manier zouden ontwerpen en aanmelden, bestonden er zeker mogelijkheden. 'De minister wacht zich derhalve voor definitieve uitspraken op dit punt', liet hij de Eindhovense delegatie weten.³

Een tweede poging

Ritzens uitspraken gaven ook de Eindhovenaren moed. Er volgde druk overleg tussen beide universiteiten, waarbij ook menige reis naar Zoetermeer werd gemaakt. Hier kregen medewerkers van de RI te horen dat er inderdaad een mogelijkheid bestond op termijn met de BMT-opleiding te starten. In de jaarlijks door het ministerie gepubliceerde nota Hoger Onderwijs Opleidings Planning over 1996 (HOOP-96) zou een passage worden opgenomen die 'aanknopingspunten bevat op de ingeslagen weg voort te gaan', was de boodschap eind augustus 1995 voor Bouma en zijn collega Struijker Boudier uit Maastricht. De voorzitter en de vice-voorzitter – later zouden zij van functie wisselen – van de ad-hoccommissie Onderwijsontwikkeling werden vervolgens door de Colleges van Bestuur van de RI en de TUE gevraagd om het rapport *Biomedische Technologie* aan te passen. Zij moesten hierbij rekening houden met de kritiek in het ACO-advies en bijzondere aandacht besteden aan de arbeidsmarktprospectieven. De twee Colleges wilden het gezamenlijk karakter van de opleiding echter handhaven.⁴

Bouma, Struijker Boudier en overige medewerkers gingen aan de slag met de nieuwe opzet, die eind oktober 1995 gereed was. In de begeleidende brief wezen de twee Colleges van Bestuur de ACO erop dat het rapport in hoofdlijnen hetzelfde was gebleven, maar dat het op enkele belangrijke punten grondig was aangepast. Vooral op het terrein van het technisch ontwerpen, de diepgang en de eenduidige signatuur van de afgestudeerde alsmede de huidige situatie in de Verenigde Staten was getracht 'de misverstanden' die de vorige aanvraag bleek op te roepen uit de weg te ruimen. Wat betreft de arbeidsmarktprospectieven, waren enkele nota's van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen (KNAW) en de overheid verwerkt.⁵

Baten deden de wijzigingen echter niet. Eind januari 1996 liet de ACO opnieuw weten niet tot een positief advies te kunnen komen. De kritiek spitste zich dit keer toe op twee zaken. In de eerste plaats was dat de door de nieuwe opleiding beoogde integratie van medische en technische wetenschappen in de studierichting BMT. De ACO liet net als een jaar daarvoor weten het 'vrijwel onmogelijk' te achten 'het grote gebied van de techniek en dat van de medische wetenschap in een vierjarige universitaire opleiding te omvatten'. Een oplossing daarvoor zou moeten bestaan in het instellen van een doctorale specialisatie of een postdoctorale ontwerpersopleiding. De Twentse Onderzoeksschool Biomedical Engineering noemde de ACO pijnlijk genoeg als een van de voorbeelden. Ook wat betreft de werkgelegenheid voor biomedische technici bracht de nieuwe versie van het rapport geen duidelijkheid, meende de ACO.

De adviescommissie had de aanvraag van de RI en de TUE opnieuw voorgelegd aan twee discipline-overlegorganen van de VSNU, Natuur en Techniek (DNT) en Medische Wetenschappen (DMW). Hun oordeel was echter zo mogelijk nog negatiever dan de vorige keer. Het DMW liet weten dat het aantal in de BMT-opleiding te behandelen onderwerpen te groot was 'om enige diepgang te verkrijgen'. De medisch-biologische inbreng vanuit Maastricht was 'te vaag'.

jij bent te veel een denker voor een chirurg. Ik heb een jaar de opleiding gevolgd, maar daarna ben ik de cardio-anesthesie ingegaan. Daar ontdekte ik dat wetenschap wel iets voor mij was.

Onderzoek

Vanaf het eerste moment dat ik iets met wetenschap te maken heb gehad, heb ik samengewerkt met bètawetenschappers. In het lab in Utrecht dat ik heb opgezet, werkten ingenieurs, chemici en fysici, naast de biologen en artsen. In 1970 heb ik na vijf jaar anesthesie de knoop doorgehakt. Ik kreeg van ZWO een beurs en daarmee heb ik anderhalf jaar bio-engineering gedaan in de Verenigde Staten. Begin jaren zeventig werkte ik voor Janssen Farmaceutica in België. Daar is mijn samenwerking met de TU/e begonnen, toen ik voor één dag in de week een aanstelling kreeg in Eindhoven. Ik werkte samen met professor Veenstra van de faculteit Werktuigbouwkunde en na diens dood met Jan Janssen. Dat ging om onderzoek naar de mechanica van het hart en later ook om vloeistofdynamica. Een mengeling van ingenieurswetenschappen, geneeskunde en fysiologie.

Maastricht

In 1974 werd ik hoogleraar Fysiologie in Maastricht. Ik mocht het programma Hart- en vaatziekten opzetten, wat in 1987 geresulteerd heeft in de oprichting van het Cardiovasculair Research Institute Maastricht. Bij de oprichting van de capaciteitsgroep Fysiologie binnen dit programma, ben ik naast artsen en fysiologen ook fysici, biochemici en ingenieurs gaan aantrekken.

4 Archief TUE, map Studierichtingen: BMT, brief van K.L.L.M. Dittrich en J.M.A.M. Gerards aan H. Bouma, 29 augustus 1995.

5 Archief TUE, map Studierichting: BMT brief CVB's RI en TUE aan W.G. Koppelaars, voorzitter ACO, 27 oktober 1995.



Derdejaars studenten Biomedische Techniek en Werktuigbouwkunde doen – in het kader van een multidisciplinair onderwijsproject samen onderzoek naar de afkoeling van de hoofdhuid d.m.v. een coldcap van minus 30 graden Celsius. Dit onderzoek maakt deel uit van een groter project gericht op onderzoek naar de relatie tussen afkoeling van de hoofdhuid en vermindering van de haaruitval na chemotherapie bij kankerbestrijding.

De behoefte aan BMT'ers werd bovendien als 'zwaar overschat' betiteld. Het DNT handhaafde zijn bezwaren uit het eerste advies en tilde vooral zwaar aan de onduidelijke arbeidsmarktperspectieven.⁶

Een andere weg

Voor betrokkenen in Maastricht en Eindhoven waren de negatieve adviezen een bevestiging van de al langer bestaande indruk dat concurrentieoverwegingen van andere (technische) universiteiten via de uitgebrachte aanbevelingen een belangrijke rol speelden bij de beslissingen van de ACO. Vooral de expliciete vermelding van de Twentse onderzoeksschool leek te wijzen op revanchegedachten bij sommige adviseurs. Op deze weg doorgaan met de realisatie van de opleiding bood geen perspectief, werd de opvatting.⁷

Omdat de besturen van de twee universiteiten de overtuiging hadden dat de BMT-opleiding een waardevolle zaak was, koos men voor een andere benadering. In februari en maart 1996 reisden medewerkers van de twee universiteiten regelmatig naar Zoetermeer om daar met medewerkers van het ministerie van OC&W te beraadslagen over een doorbraak in de ontstane impasse.

Na enige tijd hadden hun inspanningen succes en kregen zij te horen dat 'de ambtelijke top' aan minister Ritzen zou adviseren de opleiding BMT onder voorwaarden goed te keuren. Voorzitter Dittrich van het Maastrichtse College van Bestuur wist echter nog meer, zoals hij in een 'strikt vertrouwelijke' brief begin april aan het Eindhovense College meedeelde. 'Als wij de berichten juist interpreteren, gaat het om één universiteit waar de opleiding formeel wordt ondergebracht en om één opleiding waaraan de titel ingenieur is verbonden. Dat impliceert dat de voorkeur van het ministerie uitgaat naar een opleiding BMT aan de TUE, met ... een substantiële betrokkenheid van de RI. Wij kunnen in beginsel met deze voorwaarden instemmen. Wel is het zaak dat dan de betrokkenheid van de RI goed wordt vastgelegd.'⁸

Op 16 april 1996 bevestigde het ministerie in de persoon van de waarnemend directeur van het Wetenschappelijk Onderwijs officieel de geruchten. Met deze beslissing, waarvoor naar verluidt de Maastrichtse rector magnificus dr. M.J. Cohen zich zeer had ingezet, was in feite het pleit voor de BMT-opleiding beslecht. Er volgde nog wel een achterhoedegevecht met de ACO waaraan de TUE, op advies van het ministerie, een nieuwe adviesaanvraag toezond. Hierbij was het aangepaste BMT-rapport gevoegd, evenals een verslag van een bezoek dat de hoogleraren Janssen en Huson uit Maastricht eind januari, begin februari 1996 aan een aantal BMT-opleidingen en -instellingen in de Verenigde Staten hadden gebracht.

Uit dit verslag van de USA-reis bleek dat Biomedical Engineering (BME)-opleidingen onderling sterk verschilden. Het waren verder allemaal 'engineering'-studies, ook als ze waren verbonden aan een Medical School. De meeste BME-opleidingen streefden naar een integratie van technische en biomedische vakken. Het idee dat een ingenieursopleiding aan de basis moest liggen van BME,

Notebooks zijn het TUE-onderwijs niet meer weg meer weg te denken.



- 6 Archief TUE, map Studierichtingen: BMT, brief van W.G. Koppelaars aan CvB's RI en TUE, 31 januari 1996.
- 7 Gesprek met Herman Bouma.
- 8 Archief TUE, map Studierichtingen: BMT, brief van K.L.L.M. Dittrich en J.M.A.M. Gerards aan het CvB-TUE, 1 april 1996.
- 9 A. Huson, J.D. Janssen, *Verslag van het bezoek aan enkele opleidingen voor Bio-Engineering in de Verenigde Staten* (Maastricht en Eindhoven 1996) vooral 2-7. Een korte samenvatting van het rapport was ook opgenomen in *Biomedische Technologie*.
- 10 Archief TUE, brief van J.H. de Lint, H.P.J.M. Roumen aan W.G. Koppelaars, 26 april 1996.
- 11 Archief TUE, Studierichtingen: BMT, brief van W.G. Koppelaars aan CvB-TUE, 20 mei 1996.

Veel medici zagen de ingenieur vroeger vooral als een soort loopjongen en een knoppendraaier.

Maar er is veel veranderd. Goede clinici die het wetenschappelijke pad opgaan, werken met ingenieurs en moleculair biologen samen; de revolutie in de levenswetenschappen heeft tot gevolg dat het ondoenlijk is om tegenwoordig iets op eigen houtje te doen. Je bent afhankelijk van elkaars kennis.

Voorgeschiedenis BMT

Ik herinner me dat er rond 1980 aan de UM al een symposium werd georganiseerd over het dreigend tekort aan studenten in de harde bètawetenschappen. De eerste voorstellen voor een gecombineerde opleiding dateren al uit die tijd. Het idee was, dat jonge mensen wél belangstelling zouden hebben voor een opleiding die exacte vakken combineerde met *life sciences*. Begin jaren negentig hebben we de handen echt in elkaar geslagen voor een gezamenlijke BMT-opleiding. De eerste discussies gingen uit van het model dat studenten als doctorandus zouden kunnen afstuderen in Maastricht en als ingenieur in Eindhoven. Daar waren wij als initiatiefnemers niet zo voor. Maar de politieke afweging tussen de twee Colleges van Bestuur speelde ook een rol. Het voorstel werd in eerste aanzet afgewezen, maar een tweede voorstel heeft het later wel gehaald. BMT werd daarin duidelijk als een ingenieursopleiding gepresenteerd.

Werkveld BMT'ers

Binnenkort verschijnen de eerste BMT-ingenieurs op de arbeidsmarkt. Ik verwacht dat een belangrijk deel van hen in de academische ziekenhuizen gaat werken. De technologische ontwikkelingen in disciplines als heelkunde, radiologie en cardiologie wijzen daarop. Daar ontstaat behoefte aan volwaardige ondersteuning. De ontwikkelingen in de beeldverwerking zijn natuurlijk fantastisch. Het interpreteren en herkennen van beelden zal steeds meer onderwerp van wetenschappelijke discussie worden. Als medici naar een beeld kijken, dan kunnen ze razendsnel zien of iets

liet men in de Verenigde Staten steeds meer los, hadden Huson en Janssen geconstateerd. Wat dat betrof, sloot de in Eindhoven en Maastricht toegepaste praktijk, zoals die vooral in de Werktuigkundige Medische Technologie tot uiting kwam, daarbij goed aan. Deze opleiding raadden de Amerikaanse gesprekspartners dan ook aan om als basis te nemen van de te starten studierichting BMT.

Wat betreft de toekomst van BME, konden de Amerika-gangers een positief beeld geven. Over de hele lijn was een opgaande ontwikkeling te constateren. Alle BME-afgestudeerden zouden relevant en interessant werk vinden. Veel studenten specialiseerden zich verder. Dit kwam ook omdat de studie 'gewoon betere studenten aantrok'. Het aantal activiteiten op het terrein van BME, of het nu om congressen, wetenschappelijke tijdschriften of verenigingen ging, vertoonde in de Verenigde Staten een sterke groei.⁹

In de begeleidende brief deelde het Eindhovense College van Bestuur de ACO mee dat de TUE van plan was de BMT-studie in te richten als een vijfjarige voltijdse ingenieursstudie, met twee profielen: Biomedische systeem- en informatietechnologie en Biologische materialen en structuren. Er zouden voorlopig maximaal 60 eerstejaarsstudenten worden toegelaten.¹⁰

De ACO, die zich tegenover de minister bereid had verklaard om tussentijds een nieuw doelmatigheidsonderzoek te doen, wees in haar beoordeling van 20 mei op enkele vermeende zwakke punten in de opleiding. Zo was aan het aankweken van de noodzakelijk geachte communicatieve vaardigheden bij de BMT-ingenieur in de opleiding vrijwel geen aandacht besteed. Ook het beroepsperspectief was nog niet erg duidelijk.

Voor de innovatieve aspecten van de nieuwe studierichting, echter, hadden de adviescommissie tot de conclusie gebracht dat 'de beoogde opleiding het voordeel van de twijfel verdient'. Wel was het aanbevelenswaardig om de BMT-opleiding na vijf jaar te laten visiteren. Dit vooral om duidelijkheid te krijgen over de vraag in hoeverre in Eindhoven rekening was gehouden met de opmerkingen en kanttekeningen van de ACO.¹¹

Naar een virtuele opleiding

Het 'met enige aarzeling' gegeven positieve advies kwam eind mei bij de TUE binnen. Toen bestond er al enige tijd een zogeheten Gemeenschappelijke Commissie, bestaande uit de beide rectores magnifici Van Lint (later prof.dr. M. Rem) en Cohen en de direct betrokken hoogleraren Bouma en Struijker Boudier met enkele ambtelijke medewerkers. De commissie kreeg tot taak de start van de opleiding BMT op vooral organisatorisch en financieel terrein voor te bereiden. In juli 1996 benoemde de TUE de hoogleraren Janssen en de Maastrichtse biofysicus dr.ir. M.G.J. Arts tot leiders van het project 'vormgeving opleiding BMT'. Zij kregen de opdracht een werkplan en een begroting voor de voorbereidingsfase op te stellen. De bedoeling was dat BMT in september 1997 van start zou gaan.¹²



Monitoring van tevroeg geboren. Hoe kom je aan de signalen en hoe interpreteer je ze?

- 12 Archief TUE, Studierichtingen: BMT, correspondentie CVB-TUE met CVB-RI en M. Rem, april, juni 1996.
- 13 Archief TUE, map Studierichtingen: BMT, map BMT 1029857, correspondentie Min. OCenW en CVB-TUE, december 1996-februari 1997.
- 14 Archief TUE, map Studierichtingen: BMT, map BMT 1029857, doc. organisatie BMT, april 1996-juli 1997.
- 15 L. Holl, 'De faculteit is een netwerk', in: *Academia* (september 2000) 11-13.

normaal dan wel afwijkend is. Maar we weten nog niet op basis waarvan het brein die snelle conclusies trekt. Het ontwikkelen van software om die beeldinterpretatie te automatiseren, vraagt nog om veel basale kennis.

Onderzoekers bij het MIT en aan de TU/e zijn bezig met onderzoek dat uitgaat van de veronderstelling dat verbale beschrijvingen van wat je ziet een goed aanknopingspunt vormen om te komen tot programma's voor automatische beeldherkenning. Bart ter Haar Romeny en Peter Hilbers werken denk ik in de frontlinie. En die kennis zal moeten worden overgebracht naar de medicijnenkant. Daar zijn BMT'ers voor nodig. Ook de niet-academische ziekenhuizen zijn een belangrijk afzetgebied voor BMT'ers, omdat daar in toenemende mate wetenschappelijk onderzoek wordt gedaan. Verder merk ik dat de medische industrie graag mensen wil die technisch heel goed ontwikkeld zijn en daarnaast de medische taal spreken.

Beeldverwerking en functional genomics
Ik ben geboeid door de ontwikkelingen in de beeldverwerking. Neem de *vital imaging*, een topper in onze samenwerking. We zijn bijvoorbeeld in staat om in een kloppend muizenhart *in vivo* te bestuderen hoe cellen versterven. Het bestuderen van vitale processen *in vivo* komt binnen handbereik.

Artsen krijgen straks gigantisch veel informatie ter beschikking. Ze waren gewend om een röntgenfoto tegen het licht te houden en dan binnen enkele seconden een diagnose te stellen op basis van patroonherkenning. Een arts is niet geïnteresseerd in 37 mooie plaatjes. Die heeft er twee nodig om zijn diagnose te stellen. Dus zullen datareductie en interpretatie van wezenlijk belang worden.

Toekomst opleiding

De opleiding tot BMT-ingenieur zit wat mij betreft gebeiteld. Een opleiding moet zich niet laten leiden door de waan van de dag die in de samenleving leeft, maar moet goed haar discipline vertegenwoordigen, rekening houden met wetenschappelijke

De voorbereidingen dreigden in december 1996 enige tijd ernstig te worden verstoord toen het ministerie van OC&W liet weten dat de toezegging over een vijfjarige cursusduur van de nieuwe opleiding op een misverstand berustte. Niet alle technische studies hoefden vijf jaar te duren, zo was uit een onderzoek door een commissie en een enquête bij het bedrijfsleven gebleken. Ook voor een nieuwe technische opleiding leek het ministerie een cursusduur van vier jaar voldoende. Pas wanneer in de praktijk zou blijken dat een dergelijke studieduur niet voldeed, wilde het ministerie, zij het na een zorgvuldige toetsing, ertoe overgaan de cursusduur tot vijf jaar te verlengen.

De TUE reageerde de volgende dag al door erop te wijzen dat juist de studieduur van vijf jaar een belangrijke rol had gespeeld bij het laatste positieve advies van de ACO. De vooropleidingseisen voor een studie BMT waren verder Wiskunde B en Natuurkunde. In de СРОНО had de opleiding een studielast van 210 punten gekregen, net als andere vijfjarige ingenieursstudies. De protesten van de TUE hadden succes. In april 1997 maakte het ministerie bekend dat de BMT-studieduur bij de eerstvolgende wijziging in het opleidingsregister vijf jaar zou worden.¹³

De activiteiten tussen het 'groene licht' van minister Ritzen en de start van de opleiding in september 1997 waren verder grotendeels gericht op de organisatie en de financiering ervan. De Gemeenschappelijke Commissie en de projectleiders Janssen en Arts stelden verrekeningsmodellen voor de bijdrage van de twee universiteiten op en werkten aan een overeenkomst waarin de bijdrage van de inmiddels Universiteit Maastricht (UM) geheten Limburgse universiteit was vastgelegd.

Op organisatorisch terrein kon BMT voortbouwen op de bestaande opleiding Werktuigkundige Medische Technologie (WMT). Deze was als vrije studierichting ondergebracht bij de faculteit Werktuigbouwkunde. Ook de personele organisatie sloot daarbij aan. BMT was een 'virtuele' opleiding met een kleine vaste kern van vijf medewerkers en enkele ondersteunende personeelsleden. Het geheel stond onder leiding van de opleidingsdirecteuren Janssen en Arts. De nieuwe studierichting sloot daarnaast zoveel mogelijk detachingscontracten af met onderwijs- en onderzoeksmedewerkers van de in totaal zeven TUE- en UM-faculteiten die BMT ondersteunden.¹⁴

Janssen had voor deze opzet gekozen omdat hij bang was dat de personen om wie het ging voor de keus zouden worden gesteld bij hun oude faculteit te blijven of naar BMT over te stappen. 'Dat is een vervelend en vooral onvruchtbaar proces. Ik vond het veel handiger om te werken met mensen die met hun wortels in hun achterland vast blijven zitten.'

Janssen moest toegeven dat er ook nadelen aan de virtuele opzet zaten. Er moest veel worden onderhandeld en gecontroleerd. De 'greep op het geld' bleef eveneens een moeilijke zaak. Het was voortdurend oppassen dat de faculteiten waarmee BMT zaken deed niet probeerden hun 'overcapaciteit' aan onderwijs aan de nieuwe opleiding te slijten.¹⁵

De kleine kern, bijgestaan door de Gemeenschappelijke Commissie en exter-

ne deskundigen, hield zich verder bezig met het nader uitwerken van het studieprogramma. Basis hiervan was de nauwe band tussen onderwijs en onderzoek. De opleiding was voortgekomen uit biomedisch-technologisch onderzoek. De medewerkers waren in hoofdzaak onderzoekers. De studenten werden opgeleid om zelf ook weer in meerderheid in het onderzoek aan de slag te gaan. Het studieprogramma werd daarop gebaseerd. Het bestond grofweg uit een brede basisopleiding van twee jaar met hierin vakken als wiskunde en chemie voor biomedische technologie, mechanica voor biologische structuren, biologische metingen en signaalverwerking, materiaalkunde, moleculaire biologie en transportprocessen alsmede biochemie. Het probleemgestuurd onderwijs (PGo) diende om de kennisintegratie tussen de verschillende vakken te bereiken. Via stages in de gezondheidszorg, het bedrijfsleven en de onderzoeksinstituten kon de student kennismaken met de beroepspraktijk. Na het tweede jaar kon een keuze worden gemaakt uit de twee eerder genoemde opleidingsprofielen. Binnen het gekozen profiel moest de student dan een jaar colleges volgen in combinatie met PGo-projecten. De laatste twee jaar waren bedoeld voor specialisatie. Dit gebeurde door het in nauw overleg met de begeleidende hoogleraar volgen van keuzevakken en door stage te lopen bij instellingen van onderzoek, gezondheidszorg en het bedrijfsleven. Het geheel werd afgesloten met een afstudeerverslag.¹⁶

In het najaar van 1996 was de TUE al begonnen met een voorzichtige wervingsactie van studenten. Hierbij benadrukten de voorlichters dat de studie BMT boeiend, maar ook veeleisend was. Deze was in feite slechts geschikt voor 'de betere vwo-B-leerlingen' met minstens wiskunde en natuurkunde in hun pakket en daarnaast bij voorkeur verder nog scheikunde en biologie. Enkele honderden vwo'ers lieten zich niet afschrikken en vroegen informatie.

Bij de vooraanmelding in december 1996 waren er ruim zeventig inschrijvingen. Via een numerus fixus liet de universiteit ten slotte 69 studenten tot de nieuwe opleiding toe.¹⁷ Drie TUE-studenten stapten over van andere faculteiten, zodat de BMT ten slotte in september 1997 begon met 72 studenten. Net zoals dat bij WMT het geval was geweest, was hiervan ruim 36% (26 studenten) vrouw.



Eerstejaarsstudenten aan het werk in het Simulatie- en Experimenteer Laboratorium (SEL).

¹⁶ *Biomedische Technologie* (Eindhoven 1996) 1-21.

¹⁷ Archief TUE, map Studierichtingen: BMT, Persbericht TUE, 30 oktober 1996; correspondentie CVB-TUE en Informatie Beheer Groep, december 1996.

ontwikkelingen en een basaal curriculum aanbieden. Problemen in de gezondheidszorg zijn er natuurlijk te over. Maar een BMT'er moet zich niet buigen over de organisatiestructuur van ziekenhuizen. We moeten bij de inhoud blijven.

Ik maak me wel lichtelijk zorgen over de ontwikkelingen aan de Maastrichtse kant. Ik constateer dat er niet echt de hoogste prioriteit aan BMT wordt gegeven. Dat kan gevolgen hebben voor de samenwerking op de lange termijn. Ik denk dat het Academisch Ziekenhuis Maastricht op dit moment beter begrijpt wat er aan de hand is dan de UM. Natuurlijk heeft een en ander met geld te maken. Het financiële verdeelsysteem zit in Maastricht anders in elkaar dan in Eindhoven. De onderzoeksopslag bij het onderwijs is een heikel punt. Maastrichtse medewerkers geven op dit moment con amore les in Eindhoven, maar ze doen het in de onderzoekstijd van hun instituten. Die klagen dat ze er niks voor terugzien en dat gaat ten koste van de wetenschappelijke output van de instituten.

Ethiek

Ethiek zou in de BMT-opleiding meer naar voren moeten komen, zij het op een wat ander niveau dan in de medische opleiding. Er zullen zich gigantische ethische problemen voordoen. Moet de dokter iemand vertellen dat hij een gendefect heeft? Of alleen als dat defect therapeutische consequenties heeft. Ik vind dat een BMT'er van dat soort ethische afwegingen in de opleiding ook iets mee moet krijgen. Wat onderschat wordt, is dat de individuele verantwoordelijkheid voor patiënten in de toekomst veel en veel groter wordt dan zij nu is. Omdat er zoveel keuzemogelijkheden zijn en omdat we te maken hebben met inschattingen. Ik vind dat de mensen daarover niet voldoende geïnformeerd worden. Daar moet op de middelbare school discussie over komen. Vroeger waren we volgers in de evolutie en nu lijkt het erop dat we zelf het initiatief nemen. De kern is wel dat daarmee onze morele verantwoordelijkheid steeds groter wordt. Daar is onze samenleving absoluut niet op voorbereid.'



Vijf jaar Biomedische Technologie

Een feestelijke start

Het begin van de opleiding Biomedische Techniek kreeg op de TUE veel aandacht. *Cursor*, het blad van de TUE, wijdde er enkele artikelen aan, waarin vooral de 'unieke' samenwerking met de Universiteit Maastricht werd vermeld. Ook de opening van het academische jaar op 1 september 1997 stond in Eindhoven geheel in het teken van de nieuwe studierichting. Tijdens de bijeenkomst spraken de rectores van de twee universiteiten, Cohen en Rem. Zij benadrukten het bijzondere karakter van de samenwerking en vooral het feit dat die 'van onderop' tot stand was gekomen. Andere universiteiten zouden daar een voorbeeld aan kunnen nemen.¹

De voorzitter van de Gezondheidsraad, prof.dr. J.J. Sixma, voerde het woord namens geneeskundig Nederland. Hij ging in op de verschillen tussen de ingenieur, met zijn maakbare wereld en zijn toetsbare resultaten, en de arts, die vaak te maken heeft met pijn en angst en de wetenschap dat hij de strijd om het leven ten slotte zal verliezen. Volgens Sixma zijn het twee verschillende beroepsgroepen, die door de techniek bij elkaar zijn gebracht.

De ontstane samenwerking heeft vele voordelen en verbeteringen opgeleverd. Standaardvoorbeelden zijn de hart-longmachine, de kunstnier en beademingsapparatuur, maar ook vaatprothesen en beeldvormings- en beeldanalyseapparatuur en het gebruik van computers voor het vastleggen van patiëntengegevens zijn niet meer uit de hedendaagse gezondheidszorg weg te denken. De toepassing van techniek in ziekenhuizen en soortgelijke instellingen heeft echter ook 'schaduwkanten', zoals Sixma het noemde. Zo maakte het gebruik van technische apparatuur de gezondheidszorg duurder.

Er was echter nog een andere schaduwkant, en wel het gevoel van onmacht van de kwetsbare mens tegenover de door techniek voortgedreven gezondheidszorg. Bij veel patiënten bestond, volgens Sixma, de idee dat de techniek met hen op de loop gaat. Alles wat kan, dat moet. 'Er is geen tijd voor bezin-

- 1 Redevoeringen gehouden bij de opening van het Academische Jaar 1997/1998 (Eindhoven 1997) 8-28.
- 2 Redevoeringen, 30-43.
- 3 Desiree Meijers, 'Eerste intro voor Biomedische Technologie', *Cursor* (27 augustus 1997).
- 4 Gespreksverslag Joep Huiskamp met Nicole Botterhuis en Nico den Ouden, Eindhoven 2002.

Interview

Dirk den Ouden (22)

student BMT sinds 1998

'Ik kom uit Eersel, niet zo ver van Eindhoven. Als kind was ik altijd in de weer met technisch lego en zo. In de vierde klas koos ik voor een bètapakket met biologie. Bètavakken vond ik leuk en je kon er alle kanten mee op. Ik deed ook andere dingen, zoals schooltoneel. Een van mijn meest verrassende rollen was muis in *Heksen* van Roals Dahl! Het grootste deel van mijn middelbareschooltijd wilde ik Medicijnen gaan studeren. Maar toen ik uitgezocht had hoe die studie in elkaar zat, ging dat over. Te veel weetjes en heel weinig onderzoek. Mijn oudere broer studeerde Scheikundige Technologie aan de TU/e, maar hij heeft me nooit gepusht in die richting. Mijn ouders vonden dat ik moest doen wat ik leuk vond. Ik heb in de keuzegids een aantal studies aangestreept, technische opleidingen, maar ook Biofarmaceutische Wetenschappen en Wiskunde.

Toekomst

Ik wilde vooral een opleiding kiezen waarin ik veel kwijt kon van mijn vakkenpakket uit school.

Puur op grond van de beschrijvingen in het voorlichtingsboekje heb ik voor BMT

ning, en menselijke waarden en normen worden opzij gezet door een optimistisch vooruitgangsgeloof.'

De oorzaak van dit probleem lag volgens hem overigens niet bij de techniek, maar vooral in de houding van arts en verpleegkundigen ten aanzien van de patiënt. De hierbij toegepaste techniek kon echter die negatieve gevoelens wel degelijk versterken. Een stage van BMT'ers in een ziekenhuis, met direct contact met patiënten, was dan ook aanbevelenswaardig, volgens Sixma. Hij benadrukte ten slotte echter de grote behoefte die er in de gezondheidszorg aan biomedische technici bestond.²

De mensen om wie het bij de nieuwe opleiding in de eerste plaats ging, de ruim zeventig studenten BMT, werden aan het begin van het studiejaar evenmin vergeten. De studievereniging Protagoras, die al een aantal jaren de belangen van de studenten Werktuigkundige Medische Technologie (WMT) behartigde, stelde de vereniging ruimhartig open voor inschrijvers van de nieuwe studierichting, die natuurlijk vrij veel overeenkomst vertoonde met de eigen opleiding.

De introweek van Protagoras vond voornamelijk plaats in Eindhoven, maar er was ook een uitstap naar Maastricht georganiseerd, waar de nieuwbakken BMT-studenten de universiteit verkenden en een bezoek brachten aan het academisch ziekenhuis. De excursie werd afgesloten met een kroegentocht. Direct na de start van het studiejaar vond in Maastricht nog een symposium plaats over het onderwijs in biomedische technologie.³

De introductie bereidde de eerste lichter BMT'ers voor op een studie in twee plaatsen: Eindhoven de thuisbasis, en Maastricht, de plaats van de tweejaarlijkse stages van enkele weken. Tijdens die stages kregen de studenten vooral onderwijs in medische onderwerpen en werden zij ingewijd in het medisch en biologisch onderzoek. Daar behoorde ook onderzoek aan proefdieren toe. Daarnaast werkten veel docenten van de Universiteit Maastricht mee aan het onderwijs in Eindhoven. Voor de meeste BMT'ers bleef de Limburgse hoofdstad overigens wat betreft de studie duidelijk een satelliet van Eindhoven. Samenwerking met studenten Medicijnen of Gezondheidswetenschappen komt bijvoorbeeld weinig voor.⁴

Het Probleem Gestuurd Onderwijs (PGO) of zoals het later werd genoemd Ontwerp Gericht Onderwijs (OGO), dat wilde zeggen het groepsgewijs werken aan problemen uit de praktijk, was voor veel studenten de integrerende factor tussen de verschillende studievakken. Het vormde tevens een brug tussen de medische en de technische poot van de studie. Bij OGO is het mogelijk andere aspecten van de studie – zoals maatschappelijke implicaties, het werken met computers en het opzoeken van literatuur – aan de orde te stellen. Per trimester krijgt iedere OGO-groep diverse problemen op te lossen. In het derde jaar wordt in groepen van vier gewerkt aan enkele projecten. Op deze wijze wordt tevens geleerd om groepsgewijs samen te werken aan oplossingen voor problemen op technisch en technisch-medisch terrein.

Scanners vervullen een steeds belangrijker rol in de gezondheidszorg.



gekozen. "Dat wordt de toekomst", dacht ik. Mensen worden ouder. En daar moeten van allerlei gekke dingen voor bedacht worden. Meetmethodieken moeten worden verbeterd. Straks is alles zo complex dat je ook op de mens stroompjes door het lijf kunt gaan meten. Ik vond dat een uitdaging.

Dat beeld dat je bij medicijnen veel met weetjes bezig bent, wordt nu in de praktijk wel bevestigd. Twee vrienden van mij studeren voor arts. Ze moeten de namen van allerlei spieren uit hun kop kennen. Het is veel leuker om spiermodellen te begrijpen. En of zo'n spier nou in je been zit of in je rug...

Studie

Van Eersel naar Eindhoven is natuurlijk niet echt een grote stap. Op zich had ik wel wat verder van huis willen studeren, maar dat was ondergeschikt aan mijn inhoudelijke keuze. Het gevoel is ook belangrijk. Ik liep bij BMT rond en ik dacht "hier zou ik het wel uit kunnen houden". Het eerste jaar woonde ik nog thuis. Ik had een strak studietempo, dus die propedeuse was zo binnen. Toen ben ik op kamers gegaan en heb ik het eens allemaal rustig overzien. Ik koos er toen voor om in het bestuur van de studievereniging te gaan. Dat kostte me een vol jaar en het heeft mijn studieverloop vertraagd, maar ik heb er heel veel contacten aan overgehouden en een veel beter beeld gekregen van de opleiding.

Toekomst

Ik denk wel eens na over mijn toekomst als ingenieur. Hoe zou ik me voelen als

Uitbreiding van de opleiding

De resultaten van het eerste jaar BMT waren zeer bevredigend. Van de 72 studenten die in september 1997 aan de opleiding begonnen, haalde bijna de helft een jaar later het propedeuse-examen. Dit was beduidend meer dan de circa 30% op de andere TUE-faculteiten. Opvallend was het grote verschil tussen mannelijke en vrouwelijke BMT-studenten. Van de 45 mannen slaagden er 17, ruim 37%. Van de 26 vrouwelijke studenten konden er 18 (69%) direct doorstromen. Het feit dat het om goede studenten ging en vooral de pioniersmentaliteit op de opleiding werden als oorzaken van deze goede resultaten genoemd.⁵ Voor het verschil tussen mannen en vrouwen waren deze factoren overigens geen verklaring, of het moest zijn dat vrouwen oververtegenwoordigd waren in het bovenste segment goede studenten.

De tweede lichting, die in 1998 aan de opleiding begon, telde 86 studenten. De verhouding tussen mannen en vrouwen was bij de tweede groep vrijwel gelijk. Er kwamen niet alleen nieuwe studenten, ook ondergingen de onderzoeksfaciliteiten en de apparatuur van BMT een uitbreiding. In september 1998 nam de opleiding een nieuw laboratorium voor celmechanica in gebruik. Hier deden de onderzoekers dr. C. Bouten en dr. C. Oomens onderzoek aan het mechanisch gedrag van biologisch materiaal. Zij gebruikten daarvoor cellen en weefsels van dierlijke oorsprong. Boutens onderzoek concentreerde zich op spierweefsel en het ontstaan van schade in cellen als gevolg van langdurige belasting door met name doorliggen.⁶

BMT kreeg er ook nieuwe docenten bij. Een van hen was de cardioloog dr. N. Pijs, die als deeltijdhoogleraar naast zijn werk in het Eindhovense Catharina Ziekenhuis vanaf het najaar van 1999 voor één dag per week aan de BMT-opleiding was verbonden. Pijs, een bekend onderzoeker op het terrein van ziekteverschijnselen die kunnen optreden in hart en bloedvaten, bracht het jaar ervoor vooral uit nieuwsgierigheid een bezoek aan de opleiding.

Hij had daar 'staan knippen met zijn ogen' bij de confrontatie met de onderzoeksfaciliteiten die hij bij BMT aantrof. Vooral het stromingslaboratorium leende zich uitstekend voor allerlei simulaties met betrekking tot de bloedcirculatie, kon hij vaststellen. Ook het hiervoor beschreven 'cellab' van Bouten en Oomens bood veel toepassingsmogelijkheden voor het soort onderzoek dat Pijs deed. De pas benoemde hoogleraar vond het overigens wel 'absurd' dat vrijwel niemand in het op enkele kilometers afstand gelegen Catharina Ziekenhuis wist welke mogelijkheden voor onderzoek er bij BMT waren.

Wat betreft zijn eigen inbreng bij de opleiding, meende Pijs dat die vooral lag op het terrein van de evaluatie van klinisch onderzoek en bij de toekomstige begeleiding van promovendi. Pijs, wiens aanstelling werd betaald door de particuliere stichting Vrienden van het Hart in Noord-Brabant, was verder van plan de samenwerking tussen BMT en het Catharina Ziekenhuis te stimuleren. De studenten zouden hierbij de mogelijkheid krijgen om te zien hoe hun technische kennis in de praktijk werd toegepast.

De BMT'ers kregen ook de mogelijkheid aan onderzoek mee te werken. Pijs

5 'Bijna helft BMT'ers haalt propedeuse binnen een jaar', *Cursor* (17 september 1998).

6 'Biomedische Technologie opent "cellab"', *Cursor* (24 september 1998).

wilde zich vooral bezig gaan houden met het vinden van een efficiënte en veilige methode om de omvang van meestal door aderverkalking veroorzaakte vernauwingen in de kransslagader te meten. Een dergelijke vernauwing kan via röntgenstraling in beeld worden gebracht, maar de *omvang* van de vernauwing is dan niet vast te stellen. Dit kan echter wel gebeuren door een via een katheter in een ader ingebrachte druk- en stromingssensor. Pijls had een sensor ontworpen die de aard en omvang van de vernauwing eenvoudiger en nauwkeuriger kon bepalen, maar aanvullende research op dit terrein was een noodzaak.⁷

Het al lange tijd lopende onderzoek naar aspecten van menselijk hartfalen, dat in feite aan de basis van de samenwerking tussen Maastricht en Eindhoven had gestaan, ging in de beginperiode van de opleiding eveneens door. Een bijzondere vermelding hierbij verdient de promotie van de Italiaanse onderzoekster Giovanna Cacciola. Zij had aan de Universiteit van Messina op Sicilië natuurkunde gestudeerd. Na haar huwelijk met een Nederlander was Cacciola in Eindhoven komen wonen. Hier had zij aan de *TUE* een aio-plaats gekregen. In 1997 promoveerde zij op een onderzoek naar van kunststof gemaakte hartkleppen.

Deze kleppen, die overigens op zich al weer tot de derde of vierde generatie kunststofhartkleppen behoorden, functioneerden beter dan de voorgangers. Sommige hiervan maakten bijvoorbeeld een klikkend geluid dat voor de patiënt en de mensen in zijn onmiddellijke omgeving goed hoorbaar was. Verder gebruikte men wel kleppen uit varkensharten. Deze hadden echter een levensduur van zeven tot tien jaar. Daarna was opnieuw een zware operatie nodig. Bovendien moest de patiënt voortdurend medicijnen slikken om een afweerreactie te voorkomen.

Het construeren van een geschikte hartklep van kunststof was overigens een bijzonder moeilijk werk, vertelde Frank Gijsen, medewerker van BMT aan *Cursor*. Eerst moest het geschikte materiaal worden gevonden. Hierbij kwamen vragen naar voren als: welk soort vezelversterkt plastic, een plastic waarin vezels van een andere soort kunststof zijn verwerkt, moet worden gebruikt? Hoeveel vezels – en in welke hoek – moeten er worden bevestigd? Hechten de twee soorten plastic goed aan elkaar? Stoot het lichaam de vreemde materialen niet af?

Wanneer een antwoord op deze vragen was gevonden, begon het testen van kleppen. Als het goed was, moest de klep een mensenleven lang meegaan. Dat wil zeggen een paar miljard keer openen en sluiten. Het ideale materiaal was nog niet gevonden. Na verloop van tijd ontstonden telkens opnieuw scheurtjes in de kunststof. Door het gebruik van computermodellen konden de tests worden versneld, maar daarna waren er nog praktijktests nodig. Hiervoor werden overigens geen mensen, maar varkens en schapen ingezet. De promotie van Cacciola betekende een stapje voorwaarts op de weg naar de ideale kunststof voor de hartklep.⁸

“Dirk BMT”er? Het beeld wordt langzaam meer ingevuld. Het aantrekkelijke van BMT vind ik nog steeds dat je overal raakvlakken hebt. Ik heb net een blok bij scheikunde afgesloten. Dat was hartstikke leuk, maar een blok “MRI” lijkt me ook interessant. Ik vind het moeilijk om een afstudeerproject te kiezen. Eigenlijk is het een luxe probleem.

Ruimtevaarders

We kregen laatst van docent Carlijn Bouten de opdracht om zelf een hoorcollege van een uur over weefselmechanica voor te bereiden. We kozen voor het thema “schade en herstel van weefsels in de ruimtevaart”. We moesten zelf onderzoek doen naar het thema en met zijn vieren onze bevindingen presenteren. Als je er de boeken op naslaat, komen er in gewichtloze toestand heel interessante verschijnselen voor. Ruimtevaarders verliezen spiermassa en gaan zich na een paar maanden pas weer beter voelen. Carlijn heeft ons gepusht om een protocol te schrijven en een onderzoeksofstelling te ontwerpen om te kijken waar nou de drempel voor dat verlies van spiermassa ligt. Dat dwingt je tot echt nadenken en dat vind ik geweldig.

Toekomst

Volgens mij heb je aan drie jaar BMT niet voldoende om uit alle richtingen te kunnen kiezen. Ik weet het nog niet, in ieder geval. Ik hoorde kortgeleden over het plan voor de masteropleiding “Medisch Ingenieur”. Met het ene been in het ziekenhuis en het andere op de universiteit. Dat lijkt me een uitdaging. Zeker vanwege de cultuurverschillen tussen de twee instellingen die er ongetwijfeld zullen zijn. Bij zo’n masteropleiding zou ik me wel happy voelen. Een arts neemt vaak beslissingen op intuïtie of ervaring. Het lijkt me prima om heel rationeel problemen te analyseren. Ik zie zo’n medisch ingenieur aan het werk op een *calculerende* plek.

Studenten

Van de eerste twee jaren BMT zijn er relatief weinig studenten afgevallen. De eerste

Toch een eigen faculteit

Hartkleprothesen: van oud (mechanische hartklep, rechts) naar nieuw (vezelversterkte kunststof hartklep, links).



De hiervoor beschreven uitgroei van BMT was een reden om na te gaan denken over de structuur van de opleiding. Er was echter nog een andere reden, en wel het bij de prognoses achterblijvende aantal studenten die zich voor de opleiding aanmeldde. De eerste twee jaar telde de opleiding respectievelijk ongeveer 70 en 80 studenten. De verwachting was dat er in september 1999 circa 100 inschrijvers zouden zijn, maar dat bleek niet het geval. Bij de voor-aanmeldingen in april waren het er 65, een kwart minder dan het jaar ervoor.⁹ Ten slotte begon de opleiding in het derde jaar met 90 studenten. De studierendementen bleven overigens boven het gemiddelde.

Mede om de belangstelling voor BMT onder vwo-studenten op peil te houden, meende het bestuur van de studierichting dat het beter was voor 'de zichtbaarheid naar buiten, voor de naamsbekendheid' een eigen faculteit te stichten, zoals opleidingsdirecteur Janssen het omschreef. Een ander motief was dat het met die faculteit BMT mogelijk was duidelijk te maken dat het niet alleen om een opleiding ging, maar dat ook onderzoek een voorname plaats innam. Met een eigen faculteit kon verder de voorsprong op andere universiteiten, waar eveneens plannen bestonden om BMT-opleidingen te starten, worden behouden.

Beoogd decaan Janssen van de nieuwe faculteit benadrukte echter dat het 'virtuele' karakter van de opleiding niet zou veranderen. De kleine vaste kern, Janssen zelf, plaatsvervangend opleidingsdirecteur en hoogleraar in Maastricht dr. D.W. Slaaf en Janssens rechterhand dr.ir. F. Sauren, bijgestaan door een handvol andere medewerkers, bleef de faculteit runnen. Een voorname taak was het inhuren van medewerkers van de andere zeven participerende faculteiten in Eindhoven en Maastricht. Om alles in goede banen te leiden, waren onderwijs en onderzoek georganiseerd in achttien units rond belangrijke thema's op hun terrein. Iedere eenheid stond onder leiding van een hoogleraar, die werd geassisteerd door gemiddeld twee universitair docenten en een technisch medewerker. In totaal waren bij de virtuele opleiding/faculteit ongeveer tachtig personen betrokken.

De dienstverlening huurde BMT eveneens in bij andere faculteiten. De studenten- en de personeelsadministratie werden bijgehouden door Werktuigbouwkunde, waar BMT ook een bescheiden onderkomen had. De IT-dienstverlening gebeurde eveneens door deze faculteit, in samenwerking met enkele andere faculteiten. Voor het basisdeel van het onderwijs huurde BMT ruimte van Werktuigbouw.

Nadelen kende dit systeem ook, zo moest Janssen toegeven. De faculteiten probeerden overcapaciteit aan onderwijs aan BMT te slijten. Onderzoekers, toch al vaak egocentrisch ingesteld, bereden bij voorkeur de eigen research-stokpaardjes en waren soms moeilijk in het BMT-gareel in te passen. Janssens voornaamste taak bestond dan ook in het coördineren en overtuigen. Met behulp van een zak geld lukte dat allemaal vrij redelijk.¹⁰

De faculteit BMT ging per september 2000 van start met een budget van circa

- 7 Deeltijdhoogleraar dr. Nico Pijls: 'Nooit geweten dat zo dichtbij zulke faciliteiten waren', *Cursor* (26 mei 1999); ook: 'Bruggenbouwer tussen kliniek en techniek', *Matrix* (voorjaar 2000) 26-28.
- 8 Estella Koppers, 'Hartkleppen. Een paar miljard keer probleemloos openen en sluiten', *Cursor* (23 maart 2000); Brigit Span, 'Van onderzoeker tot ondernemer, de nieuwe Development Unit van BMT', *Cursor* (9 november 2000).
- 9 'Faculteit Biomedische Technologie officieel van start', *Cursor* (14 april 1999).
- 10 Lucy Holl, 'De faculteit is een netwerk', *Academia* (september 2000) 11, 12.

zes miljoen gulden. Naar verwachting zou dit binnen enkele jaren uitgroeien tot 15 miljoen gulden per jaar.

De verdwijning van BMGT

De groei en geleidelijke verzelfstandiging van de opleiding BMT had een onverwacht neveneffect. De positie van het overkoepelende Bureau BMGT kwam er namelijk door in de verdrukking. Het bureau had altijd gestreefd naar een zo breed mogelijke inbreng van technisch en natuurwetenschappelijk onderzoek in de gezondheidszorg. Na de start van de vrije studierichting Werktuigkundige Medische Techniek aan de faculteit Werktuigbouwkunde in 1987 had het bureau aanvankelijk plannen om ook aan enkele andere faculteiten vrije studierichtingen BMGT op te zetten.¹¹ Mede door gebrek aan belangstelling van de betreffende faculteiten was hiervan echter afgezien.

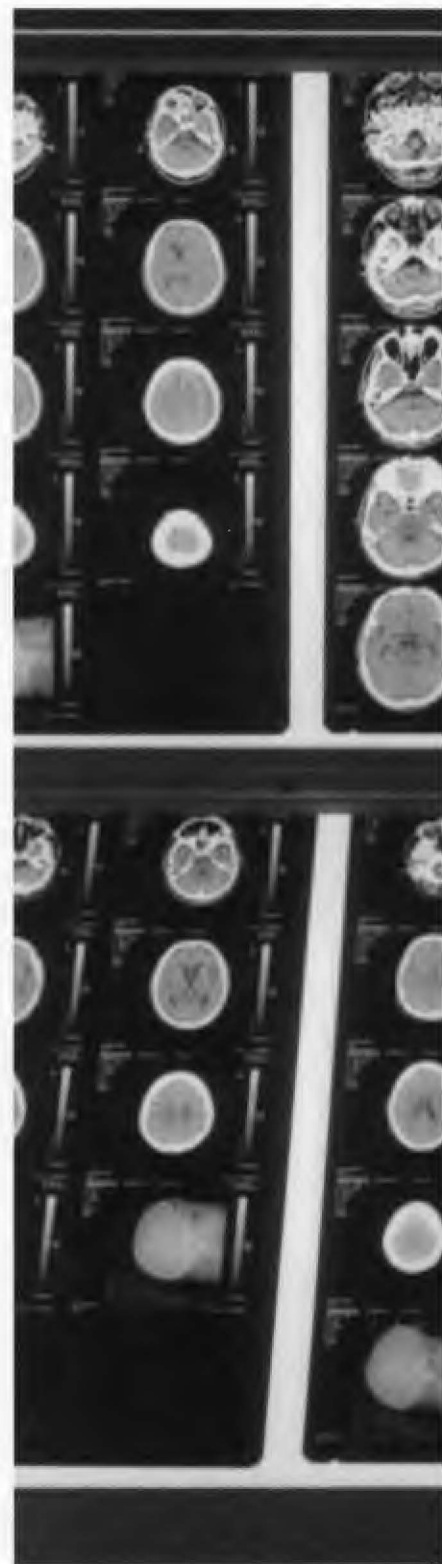
Rond 1990 had het bureau gekozen voor Gerontechnologie als concentratiegebied van onderzoek binnen Biomedische en Gezondheidstechnologie. Gerontechnologie is een afgeleide van Gerontologie. Dit is de studie van verouderingsprocessen bij de mens en als zodanig de wetenschappelijke basis van kennis van en over ouderen. Bij het gerontechnologisch onderzoek wordt deze kennis gericht op verschillende toepassingsgebieden als gezondheid, mobiliteit, informatie/communicatie, bouwen/wonen en werk/hobby's.

Met financiële steun van diverse overheidsinstanties, NWO en de TUE wist het bureau in het begin van de jaren negentig het onderwijs- en onderzoeksprogramma af te bakenen en in te bedden in de universiteit. In het kader hiervan werd in februari 1994 het Instituut voor Gerontechnologie opgericht. Meer regionaal gericht was het Centrum Techniek voor en door Ouderen (CTO).

Hierin werkten onder meer de TUE, de Hogeschool Eindhoven, zorginstellingen in Zuidoost-Brabant en de gemeente Eindhoven samen.

Het CTO organiseerde in de periode mei-augustus 1994 in de hal van het hoofdgebouw van de TUE een tentoonstelling met als middelpunt een prefabwoning 'vol met snufjes die het leven van de ouder wordende mens moeten vergemakkelijken'. Ruim drieduizend ouderen, bouwondernemers, installateurs en direct betrokkenen bij de ouderenzorg bezochten de expositie. Onder hen was minister drs. Hedy d'Ancona van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur. Er was nationale en internationale waardering voor het initiatief. Kortom, voor Gerontechnologie, een, zoals dat heette 'koestergebied' van het College van Bestuur, leek een mooie toekomst te zijn weggelegd.

Daar kwam echter om verschillende redenen weinig van terecht. In de eerste plaats lukte het Gerontechnologie niet zich duidelijk binnen de TUE te profileren. Dit kwam mede door de bestuurlijke constructie waarin het instituut was ondergebracht. Na de invoering van de wet Modernisering Universitair Bestuur (MUB) in 1995 was een nieuw bestuursorgaan, het Instituut BMT/BMGT, totstandgekomen, met Janssen als directeur. Het Instituut voor Gerontechnologie was hierin opgenomen. Deze opzet leidde tot spanningen



11 J. Graafmans, *Onderwijs in de eerste fase*, (Eindhoven 1988) 3, 4.



Een radioloog bekijkt scans van de hersenen op een lichtbak. Drie dimensionale reconstructies zullen de "lichtbak" geleidelijk verdringen.

over de koers van dit instituut. Directeur Janssen had er, vooral vanwege de meer praktische aanpak van Gerontechnologie, weinig affiniteit mee en gaf de voorkeur aan ontwikkeling van BMT. Het College van Bestuur steunde hem hierin.

Hiermee verbonden was de kwestie van financiering van Gerontechnologie. Aanvankelijk gebeurde dit hoofdzakelijk door de TUE, maar in verband met de financiële lasten voor BMT moesten andere bronnen worden aangeboord.

Begin 1997 diende het instituut het onderzoeksproject 'Succesvol ouder worden in een snel veranderende maatschappij' in bij NWO. De begroting voor het project, waaraan naar BMT-model enkele faculteiten van de TUE en een onderzoeksgroep van de UM deelnamen, maar ook bedrijven als Philips en KPN en enkele andere universiteiten, bedroeg 10 miljoen gulden. In het najaar maakte NWO echter bekend dat het project van Gerontechnologie op de tweede plaats was geëindigd. De vijf ton die het instituut een jaar later kreeg om internationaal studiemateriaal te ontwikkelen, betekende daarbij vergeleken een schrale troost.¹²

Begin 1998 had de opheffing van het Instituut BMT/BMGT een poging tot integratie van Gerontechnologie in de opleiding BMT tot gevolg. In het voorjaar stelde directeur Bouma voor om naast de bestaande twee afstudeerprofielen van BMT een derde, Public Health Engineering, op te zetten. Dit leidde echter tot overwegend afwijzende reacties vanuit de Eindhovense en Maastrichtse secties van de BMT-opleiding.

In feite betekende dit het einde van Gerontechnologie. Een poging om vervolgens een samenwerkingsverband aan te gaan met het verwante Instituut voor Perceptieonderzoek kreeg eind 1998 niet het groene licht van het College van Bestuur. Daarna overwogen medewerkers nog enige tijd de mogelijkheid een Centrum voor Gerontechnologie op te richten dat min of meer zelfstandig binnen BMT zou kunnen opereren, maar dit bleef eveneens zonder resultaat. Halverwege 1999 maakte het College goeddeels een eind aan het voortbestaan op de TUE van Gerontechnologie. Een stroom van protesten uit binnen- en buitenland van onderzoeksinstellingen en organisaties op het terrein van gezondheidszorg voor ouderen kon daar niets aan veranderen.¹³

Nieuwe terreinen van onderzoek

Aan het eind van de jaren negentig vonden op de TUE enkele besprekingen plaats tussen de decanen en het College van Bestuur. Thema hierbij was de mogelijkheid enkele veelbelovende wetenschapsgebieden op het terrein van techniek en natuurwetenschappen voor de toekomst aan te geven. Bij de besprekingen kwamen drie onderwerpen naar voren: ICT, nanotechnologie en bio-engineering. Op de eerste twee terreinen deed de TUE al veel aan onderzoek; bio-engineering kwam rond 2000 in de belangstelling.

Het onderzoeksbureau Arthur D. Little kreeg opdracht de situatie op dit terrein in Nederland in kaart te brengen. Uit het onderzoek bleek dat er wat

Een operatie met behulp van een videocamera



- 12 Fred Gaasendam, 'Gerontechnologie, te versnipperd en te marginaal', *Cursor* (2 september 1999).
- 13 Gaasendam, 'Gerontechnologie'; Desiree Meijers, prof.dr. Herman Bouma, 'Biomedische ingenieur moet ten dienste staan van zieke en gezonde mens' *Cursor* (9 april 1998). Voor achtergrondinformatie zie ook: Archief Technische Universiteit Eindhoven, map Studierichtingen: Biomedische en Gezondheidstechnologie BMGT - Algemeen 1987-2000.
- 14 Informatie hoofdzakelijk ontleend aan: Birgit Span, 'Bio-engineering: wetenschap van de toekomst', *Cursor* (5 oktober 2000).
- 15 Lucy Holl, 'BMT werkt hard aan interessante afstudeermogelijkheden', *Cursor* (13 januari 1999).

twee lichten BMT'ers waren serieuze studiebolten. Maar ze houden zeker ook van een beetje lol. BMT'ers zijn wat vrijer en losser in de omgang. De man-vrouw-verdeling wijkt natuurlijk ook af van die in de gemiddelde TU/e-opleiding. Dat maakt het tot een evenwichtige groep. Het is geen jongensbolwerk waar af en toe een verdoemd meisje rondhuppelt.

Maastricht

Het heeft even geduurd voordat ik begreep wat de rol van Maastricht bij BMT was. In de eerste jaren kwamen de docenten uit Maastricht naar ons toe. Maar waarom dat nou was drong niet zo tot me door. Verderop in de studie ga je vaker naar Maastricht en dan wordt de rol duidelijker. Ik werk nu in een project waar de samenwerking heel nauw is. Een groep bij Scheikunde wil een medicijn ontwikkelen, maar kan niet zonder de toxiciteitsstudies van Maastricht. Overigens hebben we met Maastrichtse studenten nooit echt contact gehad. Binnenkort komen misschien de eerste ontmoetingen, bij een posterpresentatie rond stages en afstuderen. Soms schemert het beeld dat ze in Maastricht van ons hebben wel door: een BMT'er heeft verstand van het menselijk lichaam en komt met een gereedschapskist binnenlopen. Maar we zijn natuurlijk niet de monteurs van de MRI-scanner. Ze weten ook dat wij wél iets van computers afweten. Wanneer ze complexe berekeningen willen uitvoeren, zullen ze een ingenieur erbij vragen vanuit het idee dat die vast beter kan laptoppen.

Vakgebied

De ontwikkelingen gaan heel snel. Straks kunnen we op nanoschaal werken. Die schaalverkleining zal heel veel gevolgen hebben. We kunnen op moleculuschaal interferenties aangaan of röntgenfoto's maken met plasma's. We kunnen een pakhuis vol hoeveelheden data binnenslepen. Maar hoe ga je daarmee om? Dat lijkt me een uitdaging voor de toekomst. Ik kan me voorstellen dat een team van BMT-ingenieurs nieuwe meetmethodes gaat ontwikkelen, die nauwkeuriger, scherper

betreft bio-engineering genoeg gebieden waren waarop de TUE actief zou kunnen zijn.

Het College nam vervolgens het besluit om het onderzoek op dit terrein bestuurlijk te koppelen aan BMT. Dit lag voor de hand, omdat er wat betreft onderzoek zeer duidelijke raakvlakken bestaan tussen bio-engineering en biomedische techniek. BMT werkt bij bio-engineering nauw samen met de hoogleraren dr.ir. B. Meijer van Scheikundige Technologie, dr.ir. F. Baaijens van Werktuigbouwkunde en dr. P. Hilbers van Informatica. Deze drie hoogleraren kregen overigens ook een aanstelling als hoogleraar bij BMT.

Een goed voorbeeld van een raakvlak tussen BMT en bio-engineering is tissue-engineering, naast bio-informatica en proteïne-engineering een van de kernthema's bij bio-engineering. Tissue-engineering houdt zich onder meer bezig met soft tissue mechanics. Hierbij wordt gekeken naar de mechanische eigenschappen van zachte weefsels. In de toekomst is het de bedoeling natuurlijke weefsels op kunststof hartkleppen te laten groeien. Dit heeft grote voordelen bij mechanische belasting. De aansluiting met het al langer lopende hartklep-onderzoek bij BMT is evident.¹⁴

Bij het voorgaande moet worden aangetekend dat het bio-engineering-onderzoek nog in zijn kinderschoenen staat en bovendien wordt gehinderd door een zeer beperkt aanbod van specialisten op dit terrein. Wel is het de bedoeling om ook op ruime schaal studenten erbij te betrekken.

Vorbereiding op het afstuderen

Om de eerste lichting afstudeerders van BMT goed te kunnen begeleiden, begon de faculteit al in een vroegtijdig stadium na te denken over interessante afstudeerprojecten. Daarvoor was personele versterking nodig uit de medisch-technische hoek, omdat die in Eindhoven en Maastricht in onvoldoende mate aanwezig was. De rond 1999 benoemde nieuwe hoogleraren waren in hoofdzaak afkomstig uit de medisch-universitaire wereld, het bedrijfsleven of van gezondheidsinstellingen in de regio als het Veldhovense St. Josephziekenhuis. Ook de organisatie voor fundamenteel natuurwetenschappelijk onderzoek, NWO, leverde een bijdrage. De meeste van deze hoogleraren kregen aan de TUE een deeltijdaanstelling voor één of twee dagen in de week.

Een van de nieuwkomers was dr. Klaas Nicolay. Hij was aan de Utrechtse universiteit hoofd van de landelijke Magnetic Resonance Imaging (MRI)-faciliteit voor dierexperimenteel onderzoek.¹⁵ Bij BMT ging hij zich bezighouden met het gebruik van deze apparatuur bij biomedisch onderzoek. Kenmerkend voor de aanpak van de faculteit was dat men daarbij nauw samenwerkte met Natuurkunde, in het bijzonder met hoogleraar dr.ir. K. Kopinga. In een speciaal ontworpen hal in de B-vleugel van deze faculteit, die vanwege het gewicht van de scanners en de metalen overkapping was voorzien van een extra zwaar fundament, werd een hele afdeling opgezet met MRI-scanners in alle maten en soorten.



en met een hogere resolutie beelden opleveren. Daar komt een veelvoud aan data uit en dat vraagt weer om snellere algoritmen. Want medici willen duidelijke plaatjes in het ziekenhuis, die voorbij moeten flitsen. Snel, duidelijk en makkelijk, dat moet het zijn.

Ethiek

Ik ben nog niet zo bezig met ethische kwesties op medisch gebied. Af en toe wordt het bewust in het onderwijs verwerkt, maar dan steeds ad hoc. De grenzen lijken steeds te verschuiven. Hoe meer we weten, hoe extremer de toepassingen kunnen worden. En als er meer kan, kan er ook steeds meer misgaan. Ik kan me voorstellen dat je bij nieuw onderzoek automatisch ethische vragen stelt.

Maar ik ben er nou niet mee bezig. Ik stel het wel uit totdat de vraag daar is en ik met eigen onderzoek ga beginnen. Voor mij speelt toch vooral de uitdaging om wetenschappelijk verder te komen.'

Operatie-overleg. In de toekomst is hierbij vaak een ingenieur betrokken.

De kleinere MRI-scanners gebruikte de faculteit Bouwkunde voor onderzoek naar harde bouwmaterialen als hout, baksteen en beton. De grotere, waaronder een van het Medisch Spectrum Twente afkomstige, zogeheten 'whole body scanner', waren bedoeld voor onderzoek aan biologische weefsels.

Nicolay legde in het voor TUE-alumni bestemde blad *Matrix* uit waarom BMT geïnteresseerd was in de MRI-scans. Zij namen volgens hem 'een geweldige vlucht in de medische diagnostiek. Ook voor biomedisch onderzoek wordt er veel gebruik van gemaakt. Met deze techniek kunnen veel zaken worden gemeten, zoals de structuur van weefsels, maar ook de functie ervan bij de pompfunctie van het hart. Eigenlijk ligt MRI op het snijvlak van technologie en BMT, daarom is het core-techniek binnen BMT.'¹⁶

Het onderzoek naar hart- en vaatziekten, botstructuren en de skeletspierfunctie wordt grotendeels uitgevoerd op ratten en muizen. Deze proefdieren zijn afkomstig van de Universiteit Maastricht. De BMT-studenten zijn betrokken bij dit onderzoek. Daarnaast echter, leren ze ook omgaan met de zeer gecompliceerde MRI-apparatuur.

De voorbereidingen waren niet tevergeefs. Begin juli 2002 studeren de eerste vijf BMT-ers af. In het najaar en de winter zullen daar nog ongeveer 10 studenten bijkomen. Zij hielden zich bezig met onderwerpen als aspecten van weefselonderzoek, biomaterialen voor contactlenzen, hart- en ademhalingsonderzoek bij kleine proefdieren en de bepaling van toxische eigenschappen uit de molecuulstructuur. Van de 70 studenten van de generatie 1997 plus wat overstappers van andere studierichtingen en universiteiten zullen er waarschijnlijk nog zo'n 40 in de daarop volgende twee jaar bij BMT afstuderen.

¹⁶ Birgit Span, 'Meten van molecuul tot mens', *Matrix* (winter 2000) 30, 31; Martijn Hover, 'Proefmuizen in een supermagneet', *Utrechts Nieuwsblad* (30 juni 2001).

De toekomst: de medisch ingenieur

Het overgrote deel van de eerste generatie aan de TUE opgeleide BMT'ers komt waarschijnlijk na het afstuderen terecht in een functie als onderzoeker op de universiteit, in de gezondheidszorg of in het bedrijfsleven. Bij academische ziekenhuizen en andere vooraanstaande instellingen van gezondheidszorg bestaat echter al geruime tijd een grote behoefte aan op de universiteit opgeleide (biomedische) ingenieurs die in staat zijn om, werkend in een medisch team, een deel van het werk van artsen over te nemen. Deze behoefte vloeit direct voort uit de in de voorgaande hoofdstukken beschreven toename van technisch-medische apparatuur en ingenieursmethoden in de gezondheidszorg.

Om aan de vraag naar in ziekenhuizen en soortgelijke instellingen inzetbare ingenieurs te kunnen voorzien, werd bij BMT al geruime tijd nagedacht over een eigen, meer praktisch-technische afstudeervariant. De plannen voor een dergelijke opleiding waren al in een vergevorderd stadium toen twee vooraanstaande Brabantse ziekenhuizen, het Tilburgse Elisabeth Ziekenhuis en het Eindhovense Catharina Ziekenhuis, een initiatief namen dat hier in zekere zin op aansloot. Om het tekort aan medici in de provincie te verminderen, lanceerden de ziekenhuizen in 2000 een plan om samen met enkele medische faculteiten van universiteiten zelf artsen te gaan opleiden. Dit zou dan vooral om het klinische deel van de studie gaan. De ziekenhuizen zetten daartoe de Stichting Medical School Brabant op.

Kort hierna namen de ziekenhuizen contact op met de Tilburgse KUB en de TUE met het verzoek na te willen denken over een mogelijke bijdrage aan de medische opleiding.

Decaan Janssen van BMT, op wiens bureau de vraag ten slotte belandde, meende aanvankelijk dat zijn faculteit en de TUE hierin geen rol konden spelen. BMT heeft weliswaar een duidelijke band met de medische wereld, maar een opleiding tot arts is het niet. Bij nader inzien bleek het voor zijn faculteit echter toch mogelijk een (beperkte) bijdrage te leveren aan het initiatief van de Medi-



Op de achtergrond een magnetic resonance apparaat. Hoe leer ik de aansturing?

cal School Brabant. Ofschoon er, zoals beschreven, al vergevorderde plannen waren om aan de TUE een masteropleiding tot medisch ingenieur te starten, besloot de leiding van BMT deze opzet wat aan te passen. Het doel hiervan was om de afstudeerders, zoals Janssen het omschreef, 'dichter bij de patiënt' te brengen.

Wat houdt die opleiding tot medisch ingenieur nu precies in? Deze nieuwe beroepsgroep moet in staat zijn een specifiek technologische inbreng te leveren bij de dagelijkse praktijk van de gezondheidszorg. Hun voornaamste betekenis voor de problemen in de gezondheidszorg is dat de medisch ingenieurs de taak van artsen en specialisten in belangrijke mate kunnen verlichten. De basis van de opleiding is de driejarige bachelorfase Biomedische Techniek. Daarna kunnen de studenten overstappen naar de nieuwe afstudeerrichting – masterfase in het laatste universitaire jargon – die in september 2002 van start gaat.

De studenten van deze richting zullen hun werk vinden in het klinische vlak, dat wil zeggen op de ziekenhuisvloer. Een deel van de opleiding bestaat dan ook uit het opdoen van praktijkervaring in medische instellingen. Hiervoor heeft BMT afspraken gemaakt met het Academisch Ziekenhuis in Maastricht, het Catharina Ziekenhuis en het Máxima Medisch Centrum (voorheen het St. Joseph Ziekenhuis) in Veldhoven.

Dit betekent overigens niet dat de medische ingenieurs met het mes in de hand bij de operatietafel te vinden zullen zijn. Ze moeten vooral een belangrijke rol gaan spelen bij de technische voorbereiding van medische behandelingen. De medisch ingenieur zal bijvoorbeeld nauw met een medisch specialist kunnen samenwerken bij het bestralen van kankerpatiënten. Ditzelfde geldt voor het maken van scans of bij het onderzoek en de behandeling van hart- en vaatziekte. Bij al deze zaken zullen simulatietechnieken met gebruikmaking van computers een belangrijke rol spelen.

Hiermee kan bijvoorbeeld vooraf worden bekeken wat het effect is van een voorgestelde behandeling op een vernauwing in een ader in het been van een patiënt. Op grond van de simulatie kan de medisch ingenieur adviseren wat de beste behandeling is voor deze aandoening.

De computermodellen die worden gebruikt, zijn afgeleid van de modellen die worden toegepast bij bijvoorbeeld materiaalonderzoek. Hierbij wordt echter rekening gehouden met het feit dat het menselijk lichaam een oneindig veel complexer mechanisme is. Het lichaam reageert op ingrepen en maakt bijvoorbeeld, als dat nodig is, cellen aan om bepaalde zaken te corrigeren. Bij het ontwerpen van de computermodellen moet met deze menselijke reacties rekening worden gehouden. Dit is zonder meer een extra complicatie.

In de Verenigde Staten is op het terrein van het maken van dergelijke medische computermodellen grote vooruitgang geboekt. Onder meer om die reden bracht BMT-hoogleraar dr.ir. F. van de Vosse in het najaar van 2001 een bezoek aan de Stanford Universiteit in Californië om zich daar van de laatste ontwikkelingen op dat terrein op de hoogte te stellen.

Decaan Janssen zelf en Reneman vanuit Maastricht bezoeken de laatste jaren regelmatig ziekenhuizen in de regio om daar 'het conservatisme' dat onder specialisten en artsen vaak bestaat ten aanzien van het aanstellen van ingenieurs in de gezondheidszorg, te bestrijden. Op deze manier hopen zij de weg vrij te maken voor de nieuwe ziekenhuismedewerkers.¹ De eerste medische ingenieurs zullen naar verwachting medio 2004 afstuderen.

¹ De informatie voor dit hoofdstuk is in hoofdzaak ontleend aan Monique van de Ven, 'Ingenieur als brug tussen specialist en wetenschap', *Cursor* (25 oktober 2001) en mededelingen van prof.dr.ir. J.D. Janssen.

Verantwoording bronnen

Zoals aangegeven in het notenapparaat is de geschiedschrijving van de opleiding/faculteit Biomedische Techniek in hoofdzaak gebaseerd op materiaal afkomstig uit de archieven van de Technische Universiteit Eindhoven, de Universiteit Maastricht en het archief van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen te Zoetermeer.

Het gehele manuscript is van commentaar voorzien door prof. dr. H. Bouma en prof dr. ir. J.D. Janssen.

Aanvullende informatie is verkregen van dr.ir C.W.J. Oomens, dr.ir. A.A.H.J. Sauren en drs. J.G.M.H. Huiskamp.

Colofon

Hans Schippers, *hoofdstukken 2 - 8*
Joep Huiskamp, *interviews*
Eddy Houwaart, *hoofdstuk 1*
Harry Lintsen, *redactie*
Paul Scheider, *taalkundige adviezen*
Henk Treur, *tekstuele verwerking*
Rob Stork, *fotografie*
Comma-S ontwerpers, Den Bosch, *Grafisch vormgeving*
Lecturis bv Eindhoven, *druk*

Met dank aan:

Anneke Litjens, *Bibliotheek TM*
Peter Smits, *Bibliotheek TM*
Jos van den Heuvel, *Bibliotheek W, BMT*
Marianne van den Broek, *Archief Technische Universiteit Eindhoven*
Richard Heuperman, *Archief Universiteit Maastricht*
Huib Sauter, *Archief Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen*
Marieken Althuizen, *Faculteit BMT*
Joke Rediker, *Faculteit BMT*

© 2002 Stichting Historie der Techniek, Eindhoven.

ISBN: 90.73192.26.9

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Voorzover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet junctio het Besluit van 20 juni 1974, Stb. 351 zoals gewijzigd bij Besluit 23 augustus 1985, Stb. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 882, 1180 AW Amstelveen). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.



'In feite heb ik als een soort huwelijksmakelaar geopereerd. We stapten op goede onderzoekers af en confronteerden ze met de stelling dat de verschijnselen die ze in de techniek onderzochten, zich ook voordeden in het menselijk lichaam. Daarna werden ze uitgenodigd om samen in een of ander Maastrichts lab te gaan kijken, vanuit het idee dat er wellicht een vonk zou over slaan. En dat gebeurde vaak.' *Prof. dr.ir. Jan Janssen*

'En toen kwamen er onafhankelijk van elkaar ineens twee mensen aanzetten met een krantenadvertentie over een nieuwe opleiding BMT in Eindhoven. Ik heb het boekje aangevraagd en op basis daarvan heb ik me ingeschreven. Een technische studie over de mens dat leek me perfect.' *Nicole Botterhuis, student BMT*

'Overigens was het een echte cultuurschok toen ik hier op mijn vijftiengste tussen de ingenieurs kwam werken. Ik liep door de gang en zag veel mannen met baarden, die de hele dag achter de pc zaten... Nu voel ik me als een vis in het water. Het feit dat er bij BMT meer vrouwen zijn, is heel belangrijk voor de sfeer. Die wordt daardoor anders, meer "multicultureel" kun je bijna zeggen.' *Dr. Carlijn Bouten*



STICHTING

Historie der Techniek

Stichting Historie der Techniek
p/a Technische Universiteit Eindhoven
Postbus 513, 5600 MB Eindhoven