

## Klinische fysica : het zou beter kunnen

**Citation for published version (APA):**

Wijn, P. F. F. (1992). *Klinische fysica : het zou beter kunnen*. Technische Universiteit Eindhoven.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1992

**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](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

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

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

Klinische Fysica:

Het zou beter  
kunnen

INTREEREDE

Prof.dr.ir. P.F.F. Wijn



Technische Universiteit Eindhoven

# INTREEREDE

Uitgesproken op 18 september 1992  
aan de Technische Universiteit  
Eindhoven.

Prof.dr.ir. P.F.F. Wijn

Mijnheer de Rector Magnificus,  
Dames en Heren,

Vandaag is het 18 september. 18 september is voor Eindhoven een bijzondere dag. Op 18 september 1944 werd Eindhoven door de geallieerden bevrijd van de Duitse overheersing. Ik ben te jong om persoonlijk de oorlog te kunnen hebben meegemaakt. Maar als Eindhovenenaar kan ik U verzekeren dat de festiviteiten rond 18 september vanaf mijn vroegste jeugd grote indruk op mij hebben gemaakt. 18 september is voor Eindhoven en omgeving een dag van vrijheid, van opluchting, van feest, van verlichting, van herinneringen ophalen uit het verleden en vooral van kijken naar de toekomst. Vandaag geldt dit op een bijzondere wijze ook voor mij.

In oktober 1991 heeft het College van Bestuur van de Technische Universiteit Eindhoven een leerstoel "Klinische Fysica" ingesteld. Het is de eerste leerstoel in Nederland met deze naam. Klinische fysica is nog een relatief jonge tak van de fysica. Om deze reden is het mijn bedoeling om u in de komende drie kwartier uit te leggen wat klinische fysica feitelijk inhoudt. Ik zal dit doen door het geven van een algemeen overzicht van het vakgebied en door het presenteren van een drietal voorbeelden. Deze drie voorbeel-

den betreffen steeds een klinische toepassing van fysische meetmethoden en technieken in de gezondheidszorg.

Een definitie van wat klinische fysica is, zou als volgt kunnen luiden:

### *Klinische Fysica*

*Het gedeelte van de individuele gezondheidszorg dat gericht is op handelingen, zowel behandeling als diagnostiek, waarbij fysische en technische kennis toegepast wordt.*

Klinische fysica onderscheidt zich hierbij van de medische fysica en van de medische technologie doordat klinisch fysici in academische, algemene en categorale ziekenhuizen zich met name richten op de praktische toepassingen van onderzoek en behandeling van de patiënt. Dit in tegenstelling tot de medische fysica die doorgaans in een universitair laboratorium toegepast wordt waar fysici met behulp van experiment, model en theorie zich bezig houden met het oplossen van medische vraagstukken van meer fundamentele aard. En ook in tegenstelling tot de medische technologie waar fysici en ingenieurs in onderzoekscentra en bij de industrie zich met name bezighouden met de ontwikkeling van medische apparatuur.

Klinische fysica, medische fysica, medische technologie en in veel gevallen ook medische informatica worden algemeen beschouwd als deel-

gebieden van het veel omvattende terrein van de biofysica: de natuurkunde die zich bezighoudt met de levende materie.

Uiteraard is het in de praktijk niet altijd mogelijk de verschillende deelgebieden strikt te scheiden. Dit is ook niet verstandig. Professor Vendrik, hoogleraar in de medische fysica en een van mijn leermeesters, drukte het belang van interactie kernachtig uit bij zijn afscheidscollege van de Katholieke Universiteit Nijmegen in 1980:

*"De mengeling van fundamenteel onderzoek en op de praktijk gericht onderzoek, waarbij intensief contact bestaat met andere disciplines, is een voortdurende bron van inspiratie."*

A.J.H. Vendrik, 1980

In 1973 werd door een 45-tal fysici die werkzaam waren in de gezondheidszorg de Nederlandse Vereniging voor Klinische Fysica, de NVKF, opgericht. Vanaf 1973 is het aantal klinisch fysici gestaag gegroeid. Op dit moment telt de NVKF zo'n 260 leden. In 1986 werd besloten tot het instellen van een 3- tot 4-jarige postdoctorale opleiding tot klinisch fysicus en het bijhouden van een register van klinisch fysici. Tot eind 1987 gold er een generaal pardon voor de registratie van klinisch fysici die al minimaal 5 jaar als zodanig in de praktijk werkzaam waren. Vanaf die tijd groeide het aantal geregistreerde klinisch fysici harder dan het aantal leden van de NVKF zelf. Op dit moment zijn er zo'n 190 geregistreerde klinisch fysici.

Reeds bij het ontstaan van de NVKF konden er drie stromingen binnen de klinische fysica worden onderscheiden:

- *instrumentatie-fysicus, veelal hoofd instrumentele dienst*
- *stralings-fysicus in een radiotherapeutisch instituut*
- *fysicus-audioloog in een audiologisch centrum*

Door de jaren heen zijn de klinisch fysici die werken op de terreinen radiotherapie of audiologie herkenbare groepen binnen de NVKF gebleven met hun eigen opleidingspakket. Dit gold in veel mindere mate voor de groep instrumentatie-fysici. In deze laatste groep is geleidelijk aan een opdeling helder geworden tussen enerzijds klinisch fysici die zich tot de instrumentele dienst beperken en anderzijds klinisch fysici die zich bezig houden met radiodiagnostiek, met functie-diagnostiek, met nucleaire geneeskunde of met medische informatica. Omdat het niet verstandig is om voor al deze richtingen binnen de klinische fysica een eigen aangepast opleidingspakket te verzorgen, heeft de NVKF uiteindelijk gekozen voor een opleiding tot algemeen klinisch fysicus met mogelijkheden tot variatie binnen de opleiding c.q. tot aanvulling van de opleiding door het behalen van aantekeningen. De naam algemeen klinisch fysicus doet ook meer recht aan de hoofdactiviteit van een groot aantal klinisch fysici in de praktijk: het zich richten op de methodologie van

medische diagnostiek en behandeling. Het zal U duidelijk zijn dat de opleiding van klinisch fysici nog steeds volop in ontwikkeling is. In dit verband past de uitspraak van de cardioloog professor Dunning:

*"De toekomst van de klinische fysica in Nederlandse ziekenhuizen hangt in hoge mate af van de wijze waarop de fysicus zichzelf en zijn taak ziet."*

A.J. Dunning, in: *Zeker Meten, NVKF-uitgave, 1988*

De algemeen klinisch fysicus anno 1992 heeft in zijn ziekenhuis de verantwoordelijkheid voor de juiste methodiek, de nauwkeurigheid en de veiligheid van diagnostiek en behandeling. De basis waarop hij deze verantwoordelijkheid kan dragen, is gelegen in het verrichten van klinisch toegepast wetenschappelijk onderzoek en het ontwikkelen en introduceren van nieuwe technieken, methoden en apparatuur in het ziekenhuis. Uiteraard kan hij dit nooit alleen. Primair staat hierbij een zeer nauwe samenwerking met en een volledige acceptatie door de medische staf en de directie van zijn ziekenhuis. Een volwaardig lidmaatschap van de medische staf is hierbij een absolute voorwaarde. Niet minder belangrijk is een goede ondersteuning vanuit de instrumentele dienst van het ziekenhuis en een gemakkelijk te consulteren netwerk van collega klinisch fysici van andere ziekenhuizen. De KFP, een club van zo'n 25 algemeen Klinisch Fysici uit perifere ziekenhuizen, die al

meer dan 10 jaar maandelijks bijeenkomt, is hiervan een goed voorbeeld.

Dames en Heren,

De ondertitel van deze rede is: "Het zou beter kunnen". Aan de ene kant klinkt deze ondertitel wat negatief als-of "iets" nu nog niet goed zou zijn. Voor een aantal zaken is dat ook zo. Aan de andere kant is deze ondertitel een uitspraak die in zeer veel gevallen van toepassing is en dan een aanmoediging geeft voor verbetering. Deze aanmoediging hebben wij allen hard nodig, zeker als wij ons afvragen of wij wel voldoende tijd investeren in het handhaven en/of verbeteren van de kwaliteit van ons handelen.

"Het zou beter kunnen" op een groot aantal gebieden. Ik noemde al de interactie van klinisch fysici met het meer fundamenteel onderzoek van medisch fysici in universitaire centra. Ik gaf al aan de ontwikkelingen in de opleiding tot klinisch fysicus. Ik ben dan ook gelukkig dat de faculteit Technische Natuurkunde van de Technische Universiteit Eindhoven al in een vroeg stadium heeft ingezien dat een ondersteuning van deze tweede fase-opleiding van groot belang is. Alom wordt al met bewondering gesproken over het Eindhovens model van de opleiding tot klinisch fysicus. Ik had

het niet voor niets over een volledige acceptatie van de klinisch fysicus door de medische staf en de directie van het ziekenhuis. In veel ziekenhuizen is die acceptatie niet aanwezig. In een groot aantal ziekenhuizen is er zelfs helemaal geen klinisch fysicus. En uiteindelijk, en dat moeten we niet vergeten, is er natuurlijk de patiënt die liever zegt: "Met mij gaat het prima" dan "Het zou beter kunnen".

In het vervolg van deze rede wil ik ingaan op de inhoudelijke kant van mijn vakgebied. Het zal U niet verbazen, dat ik hierbij voorbeelden heb gekozen uit mijn eigen ziekenhuis, het Sint Joseph Ziekenhuis in Veldhoven. Uit deze voorbeelden zal herhaaldelijk blijken dat er veel is dat beter zou kunnen. Niet dat het niet goed zou gaan in het Sint Joseph Ziekenhuis, integendeel, het is een fantastisch opleidingsziekenhuis. Maar wel, dat in het Sint Joseph Ziekenhuis het vanzelfsprekend is dat we elkaar aanmoedigen wanneer we werken aan het handhaven en/of verbeteren van de kwaliteit van het medisch handelen. Ik wil het hierbij vandaag kort hebben over een drietal onderwerpen:

- *vaatfunctiediagnostiek*
- *bewaking op een neonatologische intensive care afdeling*
- *magnetische-resonantie-angiografie*

## **Vaatfunctiediagnostiek**

Wanneer men in de medische wereld spreekt over vaatfunctiediagnostiek, dan bedoelt men hiermee het opsporen van verstoringen in de bloedcirculatie met behulp van hemodynamisch functie-onderzoek. Bij het hemodynamisch functie-onderzoek van de arteriële circulatie (dit is de circulatie waarbij het zuurstofrijke bloed vanuit de longen door het hart naar alle delen van het lichaam wordt gepompt, in tegenstelling tot de veneuze circulatie waarbij het zuurstofarme bloed weer teruggevoerd wordt naar hart en longen) onderscheidt men een drietal deelgebieden: het opsporen van vaatobstructies, het beoordelen van orgaanfuncties en de na-controle van interventies.

### *Hemodynamisch functie-onderzoek van de arteriële circulatie*

1. *Opsporen vaatobstructies*
  - *stenoses*
  - *totale occlusies*
2. *Beoordelen orgaanfuncties*
  - *in rust*
  - *tijdens hyperemie*
3. *Na-controle van interventies*
  - *technische fouten*
  - *effectiviteit*

De tijd staat me niet toe om op alle drie de deelgebieden in te gaan. Ik zal me dan ook beperken tot het opsporen van vaatobstructies, met name in de onderste extremiteiten.

Bij het opsporen van vaatobstructies wordt er een onderscheid gemaakt tussen stenoses, dit zijn arteriën die slechts gedeeltelijk zijn afgesloten, en totale occlusies, arteriën die volledig zijn afgesloten. In de praktijk spreken men van hemodynamisch significante obstructies wanneer met behulp van hemodynamisch functie-onderzoek kan worden aangetoond dat een stenose een belemmering vormt voor het normale, gewenste functioneren van een orgaan of een vaatbed stroomafwaarts van de obstructie en dat dus door die arterie van bloed wordt voorzien. Hierbij kan een abnormale doorbloeding (te weinig bloed) en/of abnormale bloeddruk (bloed lokaal onder te lage druk) aanleiding geven tot de klachten van de patiënt. In veel omstandigheden zal in het geval van een stenose pas bij een vermindering van het dwarsoppervlak van de arterie met meer dan 75% een verminderde doorbloeding en/of een verlaagde bloeddruk optreden die aanleiding kan geven tot klachten. Dit betekent (gelukkig) dat alleen ernstige vaatobstructies hemodynamische consequenties hebben.

Vaatobstructies kunnen worden gevisualiseerd met behulp van een radiodiagnostische techniek, de angiografie. Een obstructie van 75% van het oorspronkelijke dwarsoppervlak van een arterie geeft, in geval van een circelsymmetrische obstructie, een vermindering van de diameter van de arterie van 50%. Radiologen spreken hierbij van een angiografisch aange-

toonde hemodynamisch significante stenose van meer dan 50%. Ze bedoelen daarmee dat op een angiogram de diameter van het afgebeelde bloedvat in een bepaalde projectie, op een bepaalde plaats met meer dan 50% is afgenomen ten opzichte van een niet aangetast vaatsegment. Echter, de hemodynamische significantie van de angiografisch gevonden stenose is zonder hemodynamisch functie-onderzoek niet aangetoond en zeker niet vanzelfsprekend. Men spreekt hierbij wel van de behandeling van foto's versus de behandeling van klachten. De verwarring rondom de kwantitatieve beoordeling van de ernst van een obstructie (o.a. tussen radiologen en vaatchirurgen) is internationaal.

Veel klachten, waaronder de minder ernstige klachten bij beginnende atherosclerose, treden alleen op bij aanzienlijke belasting van een vaatgebied. Een bekend voorbeeld hiervan is de claudicatio intermittens, de "etalage-ziekte" waarbij een patiënt niet verder kan lopen dan enkele honderden meters vanwege opkomende pijn in de benen. Deze pijn verdwijnt na even rustig stil blijven staan (bijvoorbeeld bij een etalage). Om deze reden moet veel functiediagnostiek zowel worden uitgevoerd onder basiscondities (in rust) als gedurende hyperemie (een, al dan niet kunstmatig opgewekte, extra belasting van het vaatgebied). Uit een vergelijking van de meetresultaten in rust en tijdens hyperemie kan bovendien een indruk worden verkregen over de mate waarin het orgaan



zelf in staat is zijn doorbloeding naar behoefte te regelen.

Bij het opsporen van vaatobstructies is de diagnostiek erop gericht om de lokalisaties op te sporen van die obstructies die in een causaal verband kunnen worden gebracht met de (pijn-)klachten van de patiënt. De diagnostiek is er dus niet op gericht om iedere obstructie op te sporen. Wel kunnen verschillende obstructies bijdragen tot dezelfde klachten (multi-level disease). Men dient zich hierbij goed te realiseren dat de (pijn-)klachten van de patiënt een gevolg zijn van verstoringen in de hemodynamica (te lage doorstroming en/of te lage bloeddruk) en niet het gevolg zijn van de obstructie zelf. Met andere woorden de klachten verdwijnen als, op welke manier dan ook, voldoende bloed onder voldoende druk kan worden aangeboden aan het vaatbed waarvan de klachten komen. Ook de chirurgische therapie is in belangrijke mate op dit principe gebaseerd. Om deze reden is ook het hemodynamisch functie-onderzoek de eerst aangewezen onderzoeksmethode.

Hemodynamisch functie-onderzoek kan op veel verschillende manieren worden uitgevoerd. Een aantal veel gebruikte onderzoeksmethoden die ook in het Sint Joseph Ziekenhuis worden toegepast, zijn:

#### *hemodynamisch functie-onderzoek*

- *aanwezigheid pulsaties*

- *aanwezigheid Doppler-signaal*
- *enkel/arm-index*
- *segmentele bloeddruk*
- *invasieve bloeddruk*
- *Doppler-spectra*
- *kleuren-Doppler*

In de liesstreek zijn pulsaties, indien aanwezig, altijd goed te palperen. Voor de streek rondom de enkel valt het dikwijls niet mee om pulsaties te vinden. Met andere woorden: wanneer men geen pulsaties voelt in de enkelstreek, wil dat nog niet zeggen dat er geen pulsaties aanwezig zijn. Om deze reden wordt er veelvuldig gebruik gemaakt van een pocket-Dopplerapparaat. Een pocket-Doppler is een klein handzaam apparaatje dat gebruik maakt van ultrageluid en waarmee via het Doppler effect aan stromende deeltjes in het bloed bloedsnelheden kunnen worden gemeten. Met de pocket-Doppler kan de onderzoeker aan de hand van de aanwezigheid van het Doppler-signaal bepalen of er op een bepaalde meetplaats al dan niet bloed stroomt. Ook kan hij aan de toonhoogte van het Doppler-signaal enigszins horen hoe snel het bloed stroomt.

In combinatie met een manchet om de enkel kan men op deze wijze ook de enkelbloeddruk bepalen. De techniek is te vergelijken met de bloeddrukmeting aan de arm, alleen wordt in plaats van een stethoscoop (die is op het been van geen enkele waarde) de pocket-Doppler gebruikt. Deze bloeddruk wordt vergeleken met de bloeddruk aan de arm, omdat de bloeddruk

aan de arm representatief is voor de bloeddruk in het hart. Men spreekt hierbij van een enkel/arm-index. Bij een enkel/arm-index wordt de bloeddruk zoals die gemeten is aan de enkel, gedeeld door de bloeddruk gemeten aan de arm. Bij een gezonde proefpersoon is de bloeddruk aan de enkel ongeveer even hoog als de bloeddruk aan de arm en is de enkel/arm-index dus ongeveer gelijk aan 1.0. Bij een patiënt met een hemodynamisch significante obstructie in het been zal de enkel/arm-index lager zijn dan 1.0.

Door een manchet op verschillende plaatsen om het been aan te brengen (hoog bovenbeen, net boven de knie, net onder de knie en aan de enkel) kan men, overeenkomstig de meting aan de enkel, op verschillende plaatsen de bloeddruk in het been bepalen. Men spreekt hierbij van segmentele bloeddrukmetingen. Segmentele bloeddrukmetingen hebben lang een vooraanstaande plaats in de vaatfunctiediagnostiek ingenomen. Toch komt men hier de laatste jaren op terug. Het blijkt namelijk dat segmentele bloeddrukmetingen niet in alle gevallen tot betrouwbare resultaten leiden, omdat deze metingen niet zo specifiek zijn. Gezien de omvang van de manchet weet men namelijk niet exact de lokatie waar is gemeten. Met name geeft dit problemen wanneer een patiënt verdacht is van een obstructie in de arteria femoralis superficialis hoog in het dijbeen. Wanneer men een manchet om het dijbeen aanbrengt,

weet men niet of men de bloeddruk voor of achter de obstructie heeft gemeten.

Omdat het voor de behandeling van de patiënt van essentieel belang is te weten of de patiënt een hemodynamisch significante obstructie heeft in het aorto-iliacale traject (in de buik) of in het femoro-distale traject (in het been), heeft de onzekerheid in de waarde van de segmentele bloeddrukmeting aan het dijbeen er toe geleid dat veelal gekozen moet worden voor invasieve bloeddrukmetingen aan de arteria femoralis communis. Bij een invasieve bloeddrukmeting moet een catheter-manometer-systeem in de arterie worden aangebracht.

Om een dergelijke patiëntbelastende ingreep te kunnen voorkomen is de Doppler-spectrale analysemethode ontwikkeld. In deze methode wordt de frequentie-inhoud geanalyseerd van alle ontvangen Doppler-signalen uit een meetvolume. Hiervoor wordt een hoogwaardige bi-directionele versie van het pocket-Doppler apparaat gebruikt in combinatie met een real-time spectrum analyser. Het principe van dit apparaat is dat men per zeer korte tijdseenheid (2 tot 8 milliseconden) de bloedstroomsnelheden die voorkomen in het te onderzoeken vaatsegment, kan meten. In een grafische representatie van achtereenvolgende bloedsnelheidsmetingen als functie van de tijd is het dan mogelijk de golfvorm gedurende de hartcyclus te meten; dit noemen we het Doppler-spectrum. Met het Doppler-spectrum komt in principe vergelijkbare informatie ter

beschikking als met invasieve bloed-drukmetingen. En zelfs nog meer. Naast informatie over de lokale druk-verhoudingen geeft het ook informatie over hoeveel bloed er eigenlijk stroomt. Met andere woorden: Doppler-spectra geven informatie over doorbloeding en bloeddruk samen.

De klinische toepassing van Doppler-spectra is de afgelopen jaren wat traag op gang gekomen, omdat Doppler-spectra nogal moeilijk zijn te interpreteren en omdat men zowel fysisch als klinisch moest aantonen wat deze informatie waard was. En voor dit aantonen was er geen "gouden standaard", omdat geen enkele andere onderzoeksmethode in staat is om instantaan zoveel informatie te geven. Dat dit een terrein is waarop klinisch fysici goed werk kunnen doen, zal U duidelijk zijn. In mijn Nijmeegse jaren op het Klinisch Vasculair Laboratorium van het Sint Radboud Ziekenhuis heb ik hier veel onderzoek aan verricht.

Door de Doppler-spectrale analyse te combineren met echografisch ultrageluidonderzoek in zogenaamde Duplex-apparatuur is het mogelijk geworden op iedere lokatie en in vrijwel alle bloedvaten de Doppler-spectra te meten, behalve als de bloedvaten te diep liggen om met ultrageluid te bereiken (zoals in de buik) of achter bot zijn verscholen (bijvoorbeeld in de hersenen). Het echografisch beeld wordt hierbij gebruikt als een ondersteuning voor het aangeven van de meetplaats vanwaar onderzoek met

Doppler-spectrale-analyse gewenst is. Met de introductie van kleuren-Doppler werd het zelfs mogelijk in real-time alle plaatsen in het echo-beeld aan te geven waar bloed stroomt. Op deze wijze wordt de zoek-tijd voor het vinden van de juiste meet-lokatie geminimaliseerd. Bovendien is de kleurstelling van het echo-beeld al een indicatie hoe snel het bloed stroomt. Een kleuren-Doppler-apparaat is een hoogwaardig en kostbaar instrument (prijs: enkele honderdduizenden guldens). Binnen het Sint Joseph Ziekenhuis zijn er inmiddels vier van deze apparaten in gebruik voor verschillende toepassingsgebieden. Samengevat heeft kleuren-Doppler enige niet onbelangrijke voordelen:

#### *Voordelen kleuren-Doppler*

- *is niet belastend voor de patiënt*
- *meet direct dat wat klinisch van belang is*
- *maakt het vinden van de meest geschikte meetlokatie voor Doppler-spectra eenvoudig*
- *geeft zekerheid over ja of nee bloeddoorstroming*
- *geeft aanvullende informatie bij afwijkende anatomie*
- *geeft een "overall" indruk van de (hyper-)vascularisatie*

Met andere woorden: kleuren-Doppler is een voorbeeld van in één keer, met grote precisie en met grote zekerheid diagnostiseren.

Wat zou hier nog beter kunnen? Niet de kwaliteit van de kleuren-Doppler-

apparatuur. Wel het klinisch inzicht in de betrouwbaarheid van de interpretatie van Doppler-spectra. En ook de consequenties voor de diagnostiek: niet iedere patiënt behoeft meer alle genoemde functie-onderzoeken te ondergaan en een angiogram te laten maken alvorens een betrouwbare uitspraak kan worden gedaan over diens vaatstatus. Het is met name een taak voor de klinisch fysicus om de klinici in deze problematiek de weg te wijzen.

### **Bewaking op een neonatologische intensive care afdeling**

De neonatologie, de kennis van ziekten van pasgeborenen en de behandeling daarvan, is nog een jong vakgebied dat ontstaan is uit de kindergeneeskunde. De bewaking van ernstig zieke pasgeborenen op een NICU, een Neonatologische Intensive Care Unit, lijkt op het eerste gezicht vergelijkbaar met de bewaking van volwassenen op een intensive care afdeling. Toch zijn er wezenlijke verschillen waarbij grootte en gewicht van de patiënt het meest in het oog springen. Zo heeft een te vroeg geboren baby van ongeveer een kilo nauwelijks meer dan 50 milliliter bloed. Je kunt je daarbij voorstellen dat je dan niet voortdurend bloedmonsters neemt. Verder zijn neonaten bijzonder kwetsbaar, moeten zij intensief verzorgd en op temperatuur gehouden worden in een couveuse en moeten zij in veel gevallen worden beademd.

De bewaking van neonaten is zoveel mogelijk gebaseerd op niet-invasieve onderzoeksmethoden. Alleen de bloeddrukcurve wordt bij sommige ernstig zieke neonaten op invasieve wijze gemeten met een speciaal catheter-manometer-systeem dat ook kan worden gebruikt voor het verkrijgen van bloedmonsters van minimale omvang. De indicatie voor een dergelijke invasieve bloeddrukmeting is doorgaans de absolute noodzaak voor het nemen van bloedmonsters. De belangrijkste meetsignalen zijn:

- *het elektrocardiogram (ECG)*
- *het respirogram (RESP)*
- *de bloeddruk (IBP of NIBP)*
- *de zuurstofsaturatie van het bloed (SaO<sub>2</sub>)*
- *de temperatuur (TEMP)*

De behandeling op de NICU is er uiteraard in de eerste plaats op gericht om de ernstig zieke pasgeborenen in leven te houden. Met name de beademing heeft veel bijgedragen aan het toenemen van de overlevingskans. Het vakgebied neonatologie maakt een snelle ontwikkeling door. Er is veel klinisch wetenschappelijk onderzoek nodig om de behandelingsmethoden te optimaliseren. Het zou dus nog beter kunnen.

Het Sint Joseph Ziekenhuis heeft sinds enkele jaren een NICU. Dit is heel bijzonder voor een algemeen ziekenhuis, omdat daarvoor een speciale vergunning van het ministerie nodig is. Alleen het Sophia Ziekenhuis in Zwolle en de acht academische

ziekenhuizen hebben verder een NICU. Vanwege de behoefte aan klinisch wetenschappelijk onderzoek hebben de afdelingen Neonatologie en Klinische Fysica van het Sint Joseph Ziekenhuis, vanaf de oprichting van de NICU, nauw samengewerkt met de faculteit Technische Natuurkunde van de TUE, bij het opzetten van een informatievoorzieningssysteem waarmee dergelijk toegepast onderzoek kan worden uitgevoerd. Dit project draagt de naam PINO. PINO staat voor Fysiologisch Informatievoorzieningssysteem Neonatologisch Onderzoek. Alle fysiologische signalen en parameterwaarden die door de bewakingsmonitoren van alle couveuses van de NICU worden geregistreerd, kunnen hierbij worden opgeslagen in een door de TUE ontwikkeld computersysteem. Na bewerking kan deze informatie zowel tijdens de behandeling als achteraf dienen als referentiekader voor het optimaal medisch handelen.

De uitvoering van het PINO-project berust op drie pijlers:

### *PINO-project*

- *data-acquisitie*
- *signaalbewerking*
- *presentatie van informatie*

De hoeveelheid informatie, die via de bewakingsmonitoren van de pasgeborenen verkregen wordt, is zo groot dat deze zonder computers niet of nauwelijks is te hanteren. Registraties aan pasgeborenen hebben veel hin-

der van zogenaamde artefacten. Dit zijn verstoringen van de meetsignalen ten gevolge van natuurlijke bewegingen van het kind, van de intensieve verzorging en van andere stoorbronnen. Met behulp van de computer kunnen automatisch, o.a. met behulp van leersets, niet-verstoorde signalen onderscheiden worden van artefacten. Bovendien kan de computer de overgebleven betrouwbare informatie comprimeren op een wijze dat deze hanteerbaar blijft en in een gewenst formaat weer gepresenteerd kan worden.

Een aantal voorbeelden van onderzoek, dat nu aan de gang is, zijn:

- slag-op-slag-variabiliteit van het hartritme. Dit zegt mogelijk iets over de algemene conditie van de neonaat.
- de relatie tussen bloeddruk en hartritme. Dit verband zegt mogelijk iets over de ontwikkeling van het zenuwstelsel van de neonaat.
- de correlatie tussen veranderingen in zuurstofsaturatie, hartritme en ademhaling in de tijd. Hieruit verkrijgt men een indruk van oorzaak en gevolg bij veranderingen in de conditie van het kind.
- de coincidentie van verminderde ademhaling (apneu) en afnemend hartritme (bradycardie).
- optimalisatie van diepte en frequentie van beademing.

En zo kan ik nog wel even doorgaan. Maar dat doe ik nu niet, omdat ik ook nog even naar de toekomst wil kijken.

## **Magnetische-resonantie-angiografie**

Ik wil met U nog even kijken naar een spectaculaire nieuwe onderzoeksmethode die in Nederland, om politieke redenen, in de klinische praktijk nog niet de plaats heeft gekregen die deze verdient: Magnetische Resonantie (MR).

MR is een onderzoekstechniek zonder enig stralingsrisico en met ongekende mogelijkheden voor niet-invasieve diagnostiek met een hoge spatiele resolutie. Door het meten van de lokale proton-dichtheid, de spinrooster relaxatietijd T1 en de spin-spin relaxatietijd T2 is het mogelijk om, met name in zachte weefsels, specifieke weefseleigenschappen te meten met een bijzonder hoog contrast. Het maken van twee of drie dimensionale afbeeldingen, de Magnetische-Resonantie-Imaging (MRI) en het identificeren van organische moleculen, de Magnetische-Resonantie-Spectroscopie (MRS) zijn de meest voor de hand liggende toepassingen van deze onderzoekstechniek.

Een belangrijk voordeel van MR is dat verschillende typen onderzoek verricht kunnen worden met hetzelfde MR apparaat, indien voldoende hoge eisen zijn gesteld aan de homogeniteit en de stabiliteit van het aangelegde magneetveld. Dit betekent dat door de keuze van de RF-puls, van de dynamische aansturing van de magnetische gradiënten in x-, y- en z-richting en van de repetitietijd en de echotijd

het type MR-onderzoek kan worden bepaald. Hierbij worden de ruimtelijke resolutie en de signaal/ruis verhouding in de meetsignalen bepaald door de steilheid van de magnetische gradiënten en door de kwaliteit en de plaats van de RF-zend/meetspoel. Een belangrijk gevolg van deze specifieke eigenschappen van MR-apparatuur is dat nieuwe toepassingen van MR in de eerste plaats nieuwe programmatuur ontwikkelingen zijn in de aansturing van de magnetische gradiënten en de RF-puls en in de analyse van de ontvangen RF-meetsignalen. MR heeft in vele gevallen een bewezen meerwaarde boven andere onderzoeksmethoden, zoals de computertomografie, CT, of de diagnostische arthroscopie, en zal deze methoden in toenemende mate gaan vervangen. In recente ontwikkelingen zijn zeer korte scantijden mogelijk geworden (tot meerdere opnamen per seconde toe). Nieuwe ontwikkelingen in RF-spoelen in combinatie met het aanleggen van steile gradiëntvelden maakt zelfs MR-micro-imaging mogelijk. Een resolutie beter dan een tiende millimeter lijkt haalbaar.

Een van de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van MR is Magnetische-Resonantie-Angiografie (MRA). Bij MRI en MRS kunnen meetresultaten ongewenst verstoord worden als gevolg van bewegingsartefacten (ademhaling, hartbewegingen en/of bloeddoorstroming). Bij MRA is juist de verstoring van het meetsignaal ten gevolge van de verplaatsing van bloed

uit het meetvoxel het meetsignaal waar het om gaat. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk om met MRA afbeeldingen te maken van bloedvaten, van de vaatfunctie en van vaatafwijkingen. De meerwaarde van MRA ten opzichte van het eerder genoemde kleuren-Doppler onderzoek ligt met name in de driedimensionale afbeelding, de betere resolutie en de mogelijkheden tot objectivering en kwantificering van de pathologie. Ook kunnen cerebrale, thoracale en abdominale bloedvaten beter worden afgebeeld dan met ultrageluid.

Waarom vertel ik U dit allemaal? Op het eerste gehoor klinkt het allemaal alleen maar als toekomstmuziek. Dit is echter niet het geval. De toepassing van MR moet nu plaats vinden en past bijzonder goed in het algemeen gewenste beleid van in één keer, met grote precisie en met grote zekerheid diagnostiseren.

Het overheidsbeleid om de introductie van MR vanwege de relatieve hoge investeringskosten te ontmoedigen, getuigt van een fundamenteel gebrek aan inzicht in de generatie van kosten aan een ziekenhuis. Onzekerheid in diagnostiek is een zeer belangrijke kostengenererende factor in een ziekenhuis. Niet alleen genereert dit ongewenste en overbodige diagnostiek maar ook, en dit is misschien nog wel belangrijker, ongewenste en/of onnodige behandeling. Dit probleem kan slechts met twee wapens worden aangepakt:

- voortdurende aandacht voor het optimaliseren van de kwaliteit van het medisch handelen door klinisch toegepast wetenschappelijk onderzoek, na- en bijscholing en aandacht voor attitude en mentaliteit.
- de beschikbaarheid van onderzoeksmethoden die met een grote precisie en betrouwbaarheid in één keer de juiste diagnose stellen.

Het eerste punt is een voortdurende uitdaging voor de medische staf van een ziekenhuis. Het tweede punt is een grote zorg van de ziekenhuisorganisatie.

Vanuit hun eigen verantwoordelijkheid hebben directie en medische staf van het Sint Joseph Ziekenhuis de conclusie getrokken dat MR-onderzoek, ondanks de politieke tegenwind, noodzakelijk is voor een verantwoord economisch en medisch handelen. In nauwe samenwerking met de faculteit Technische Natuurkunde en de betrokken leverancier bestaat dan ook het voornemen om binnen afzienbare tijd een MR-apparaat te realiseren, zowel ten behoeve van de directe patiëntenzorg als ten behoeve van klinisch toegepast wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de magnetische-resonantie-angiografie.

## Tot besluit

Dames en Heren,

Hiermee kom ik aan het laatste deel van mijn rede, waarin ik U heb laten kennis maken met mijn vakgebied, de klinische fysica. Het zal U duidelijk zijn dat er al veel is bereikt, maar dat er nog meer is dat beter zou kunnen. Het belangrijkste hierbij is de algemene acceptatie van het inzicht, dat een klinisch fysicus onontbeerlijk is voor een ziekenhuis en dat een klinisch fysicus een aanzienlijke bijdrage kan leveren aan de kwaliteit van diagnostiek en therapie. Verder heb ik U voorbeelden gegeven waaruit de conclusie kan worden getrokken dat het aantrekken van een klinisch fysicus voor het ziekenhuis kwalitatief voordeel oplevert dat in het algemeen ook economisch is aan te tonen. Verder, dat de introductie van nieuwe high-tech-meetmethoden geen onverantwoord grote aanslag pleegt op het beperkte budget van het ziekenhuis, maar dat het juist een mogelijkheid biedt om zo economisch mogelijk met dit budget om te gaan. De winst is met name gelegen in het bevorderen van het doelmatig handelen: in één keer, met grote precisie en met grote zekerheid doen wat gedaan moet worden.

## Tenslotte enige woorden van dank

Als eerste dank ik het College van Bestuur van deze universiteit voor mijn benoeming tot hoogleraar in de Klinische Fysica. Het getuigt van inzicht en moed om een eerste hoogleraar in een nieuw vakgebied te benoemen.

Daarnaast dank ik het Bestuur en de Raad van de faculteit Technische Natuurkunde. Zij hebben mij voorgedragen voor deze benoeming. Van het begin af aan heb ik binnen de faculteit Technische Natuurkunde het gevoel gehad dat ik er thuis ben en dat de faculteit voor mij een inspirerende omgeving is voor het starten van nieuwe activiteiten op klinisch fysisch gebied.

Ook wil ik de Directie van het Sint Joseph Ziekenhuis in Veldhoven bedanken. Zonder de enthousiaste medewerking van Peter Nederlof en Roel Steenbergen was deze benoeming niet mogelijk geweest.

Hooggeleerde Vendrik, beste Ton en zeergeleerde Brakkee, beste Fons. Ik noem jullie in een adem, omdat jullie samen gedurende een groot aantal jaren bepalend zijn geweest voor mijn ontwikkeling eerst als medisch en later als klinisch fysicus. Pas achteraf heb ik me gerealiseerd wat voor een fantastische leerschool ik bij jullie heb gehad.



Hooggeleerde Skotnicki, beste Stefan.

Bijna 7 jaar hebben wij nauw samen- gewerkt bij het opzetten en richting geven van het Klinisch Vasculair Laboratorium van het Sint Radboud Ziekenhuis in Nijmegen. Hier bleek eens te meer dat een nauwe samenwerking tussen een wetenschappelijk geëngageerd hart- en vaatchirurg en een klinisch fysicus kan leiden tot grote bloei van een nieuw vakgebied, inclusief nationale en internationale erkenning.

Medewerkers van de werkgroep Klinisch Fysische Meettechnieken, KFM. Samen staan we voor de moeilijke taak de werkgroep KFM te laten opbloeien en te laten uitgroeien tot een vruchtendragende nieuwe tak van de faculteit Technische Natuurkunde, uiteraard binnen het universitaire dwarsverband van de BioMedische en GezondheidsTechnologie, BMGT. Twee namen wil ik hierbij in het bijzonder noemen: die van Marijn Gelten en die van Klaas Kopinga. Beste Marijn, we kennen elkaar al heel lang. Samen met professor Steenland begeleidde jij in 1973 mijn afstudeerwerk op deze universiteit. Jij gelooft in mensen en zonder je absoluut vertrouwen in mij en je enthousiasme, zou het niet mogelijk zijn geweest dat het de faculteit al in zo'n vroeg stadium duidelijk werd, dat de aandacht gevestigd moest worden op de klinische fysica. Ik hoop je vertrouwen in mij nooit te beschamen. Beste Klaas, samen met de bedrijfs- groep Laboratorium Automatisering

was jij een van de eersten die een concreet samenwerkingsproject tussen de afdeling Klinische Fysica van het Sint Joseph Ziekenhuis en de faculteit Technische Natuurkunde tot stand brachten. Je stijl van werken spreekt me bijzonder aan. Ik verheug me op een nog nauwere samenwerking in de toekomst.

Medewerkers van de faculteit Technische Natuurkunde.

Klinische fysica is een multidisciplinair vak in een multidisciplinaire omgeving. Maar de basis ligt in de natuurkunde. Om deze reden bent U voor mij een bron van kennis waaruit ik herhaaldelijk hoop te kunnen putten. Ik hoop op Uw steun te mogen rekenen. Op mijn beurt ben ook ik bereid om mijn kennis en ervaring aan U ter beschikking te stellen.

Medische Staf van het Sint Joseph Ziekenhuis.

Het is met name Uw verdienste dat het Sint Joseph Ziekenhuis een opleidingsziekenhuis is en een sfeer ademt van werkelijke interesse in klinisch toegepast wetenschappelijk onderzoek. Ruim 20 jaar geleden onderkende U al het belang van het aantrekken van een klinisch fysicus. Ik prijs me gelukkig om samen met U te kunnen werken in ons ziekenhuis.

Dames en Heren studenten.

Van het begin af aan heeft U een grote belangstelling getoond voor de klinische fysica. Zo zeer zelfs dat er in het ziekenhuis af en toe een stop moest

worden ingesteld. Niettemin, laat U niet afschrikken om te kiezen voor een loopbaan in de klinische fysica. Al ben ik de eerste die toe zal geven dat het niet simpel zal zijn om die te realiseren.

Pa en Ma.

Jullie hebben mij het voorbeeld gegeven hoe je als mensen met elkaar omgaat. Hoe je de sterke punten van elkaar uitbouwt en de zwakke punten gezamenlijk opvangt in een vanzelfsprekend geloof en vertrouwen in elkaar. Ik ben trots op jullie.

Het laatste woord wil ik richten tot mijn vrouw.

Lieve Dinie.

Jij wist, beter dan ikzelf, de werkelijke waarden in ons leven aan te geven. De harmonie die ik samen met jou gevonden heb, maakt het leven tot een feest. Niet alleen voor ons zelf, maar ook voor onze vier kinderen: Maaïke, Helke, Nieke en Rob. Het zou niet beter kunnen.

Ik dank U voor Uw aandacht.

Vormgeving en druk:  
Reproductie en Fotografie van de CTD  
Technische Universiteit Eindhoven

Informatie:  
Academische en Protocolaire Zaken  
Telefoon (040-47)2250/4676



Pieter Wijn werd op 24 maart 1950 geboren in Eindhoven. Na het behalen van zijn HBS-b diploma in 1968, studeerde hij Technische Natuurkunde aan de Technische Universiteit Eindhoven. Na zijn ingenieursexamen in 1973 werd hij wetenschappelijk medewerker bij het Laboratorium voor Medische Fysica en Biofysica van de Katholieke Universiteit Nijmegen in een samenwerkingsproject met de afdeling Dermatologie van het academisch Sint Radboud Ziekenhuis. In 1980 promoveerde hij op een proefschrift over de "Alineaire visco-elastische eigenschappen van de menselijke huid in vivo bij kleine vervormingen". Vanaf eind 1981 maakte hij deel uit van de staf van het Instituut voor Thorax-, Hart- en Vaatchirurgie van het Sint Radboud Ziekenhuis en had hij de dagelijkse leiding over het Klinisch Vasculair Laboratorium. Via de overgangsregeling werd hij in 1987 bij het opzetten van de registratie als algemeen

klinisch fysicus geregistreerd. In 1988 werd hij benoemd tot hoofd Klinische Fysica en lid van de medische staf van het Sint Joseph Ziekenhuis in Eindhoven. In 1990 verhuisde het Sint Joseph Ziekenhuis in zijn geheel naar Veldhoven.

Vanaf 1986 maakt hij deel uit van het bestuur van de Nederlandse Vereniging voor Angiologie (vanaf 1989 als secretaris). Sinds 1989 is hij door de Nederlandse Vereniging voor Klinische Fysica als opleider erkend.

Per 1 oktober 1991 is hij benoemd tot deeltijd-hoogleraar aan de Technische Universiteit Eindhoven binnen de faculteit Technische Natuurkunde met als leeropdracht Klinische Fysica.