

Principles of Technical Medicine in Clinical Practice

Prof. dr. Jouke Tamsma

Technologie is overal. Sondes doorkruisen het heelal. Honderden satellieten draaien om de aarde. Sommige daarvan sturen signalen naar de computer in uw auto. Die zet die signalen om in een route. Vandaag leidde die route naar de prachtige Universiteit in Twente voor deze publieke lessen.



Technologie is overal, ook in de zorg. In de spreekkamer staat een computer. Uw verhaal wordt vastgelegd in het elektronisch patiëntendossier. Als u bloed moet prikken gaat u naar een laboratorium. U kent ander onderzoek met technologie: ECG, Echo's, CT's, MRI's, en moderne OK's lijken technologisch wel de binnenkant van een ruimteschip. Die technologie is er om de kwaliteit van de zorg te verbeteren. Om betere uitkomsten voor patiënten te realiseren.

Als Technologie overal is, in de geneeskunde, zitten we dan goed genoeg in zorgprofessionals die techniek echt begrijpen, zodat we de technologie optimaal benutten? Daarover wil ik het de komende 20 minuten met u hebben. Ik wil u wat meer vertellen over Technische Geneeskunde. Ik zal u laten zien dat Technische Geneeskunde heel natuurlijk past in de ontwikkeling van de geneeskunde tot natuurwetenschappelijk vak. We zullen bespreken hoe het hier, aan de Universiteit van Twente, werd uitgevonden. Hoe techniek en geneeskunde samenkomen in Technische Geneeskunde. En vanuit welke uitgangspunten het vak werkt.

En natuurlijk gaan we het hebben over Technische Geneeskunde in de praktijk en over hoe deze leerstoel daaraan bij wil dragen.

De ontwikkeling van de moderne geneeskunde in Nederland.

Collega Rovers begon in 2040. We gaan 400 jaar terug: 1640. Naar Leiden, naar Descartes¹. Descartes heeft een sterke invloed op het denken en de ontwikkeling van de wetenschap in die tijd. U kent vast de uitspraak van hem: "Ik denk, dus ik besta". Hij was erg geïnteresseerd in wiskunde, vond wiskunde de basis van kennis en wetenschap, en gebruikte dat bij het bestuderen van natuurkunde. Het is de tijd van het denken, het beredeneren, het rationalisme. De Verlichting.

Terwijl de Verlichting in Nederland op gang komt, wordt ene Herman Boerhaave geboren. Hij blijkt erg begaafd, doorloopt de Latijnse school en gaat naar de Universiteit. Hij wordt docent geneeskunde en maakt een lesprogramma waarin hij de kennis van de oude Grieken en Romeinen combineert met moderne inzichten². Hij doet dat geweldig en is geliefd bij studenten

om zijn heldere onderwijs. Omdat er een carrière elders dreigt, in positieve zin, wordt hem een hoogleraarschap beloofd. Er is alleen een probleem. De leerstoel geneeskunde is bezet. Daarom wordt hij eerst benoemd tot hoogleraar botanie en wordt hij directeur van de hortus. Dé plek om geneeskrachtige planten te bestuderen. Uiteindelijk wordt Boerhaave ook hoogleraar geneeskunde en later ook nog in de scheikunde. Hij bezet dan 3 van de 5 leerstoelen.

In de prachtige biografie van Luuc Kooijmans³, die ik als bron heb gebruikt, staat dat Boerhaave zich sterk aangetrokken voelde tot de nieuwe inzichten van Descartes. Boerhaave vond dat geneeskunde gebaseerd moest zijn op experimentele fundamenteën. De natuur volgt wetmatigheden die door onderzoek te achterhalen zijn. Geneeskunde als natuurwetenschap.

Boerhaave veranderde het medisch onderwijs én de geneeskunde zelf. Dat ging hand in hand. Geneeskunde is in die tijd een deftige aangelegenheid. Doktoren blijven het liefste een beetje uit de buurt van patiënten. Het handwerk wordt overgelaten aan chirurgijns. Boerhaave staat echter niet deftig op afstand van zijn patiënten, maar sprak met ze en onderzocht ze – aan hun bed. Met “bedside-teaching” onderwees hij anamnese – het gesprek tussen arts en patiënt – en lichamelijk onderzoek.



Een onderwijsmethode die tot op de dag van vandaag toegepast wordt. Het zogenaamde klinisch redeneren ontwikkelt zich: logisch redeneren over klachten, symptomen, diagnose en behandeling.

Voor dat denkwerk is kennis van het menselijke systeem nodig en ook die probeerde Boerhaave te vergroten. Een voorbeeld. Op een avond wordt Boerhaave met spoed naar het kasteel van de baron van Wassenaar geroepen. De baron heeft een uitgebreide maaltijd gebruikt, waarna hij een braakmiddel heeft ingenomen, waardoor hij hevig moet braken. Hij krijgt daarbij een intens scheurende pijn links in de borst die steeds erger wordt en onbehandelbaar blijkt. 24 uur later overlijdt hij⁴.

Boerhaave besluit zelf een obductie te verrichten naar de doodsoorzaak. In het kasteel, op de keukentafel. Daarbij vindt hij een scheur in de slokdarm, en voedsel, eend, in de borstholte. Hij kan nu beredeneren hoe klachten, verschijnselen en de doodsoorzaak met elkaar in verband staan. Klinisch redeneren. Hij publiceert de verworven kennis in een wetenschappelijk artikel, dat u nog steeds kunt lezen.

Ondertussen gebeurt er in die tijd nog iets anders. Een revolutie in de technologie. Antoni van Leeuwenhoek vindt de microscoop uit en opent de grote wereld van het kleine. Ineens zijn microscopisch kleine “diertjes” zichtbaar - bacteriën. Van Leeuwenhoek ziet als eerste ooit bacteriën⁵. Dat heeft grote gevolgen voor de geneeskunde: het denken over infectieziekten verandert fundamenteel.

Dit is een patroon. Een doorbraak in de geneeskunde wordt vaak voorafgegaan door een doorbraak in de technologie. Technologie draagt zo sterk bij aan medische kennis en inzichten.

En aan de medische praktijk: betere en snellere diagnoses. Betere behandelingen. Betere uitkomsten.

We zien dat de geneeskunde zich ontwikkelt als natuurwetenschap. Men probeert ziekte te begrijpen op basis van kennis van het menselijke systeem. Een systeem dat men steeds beter leert kennen. Daarbij helpt de vooruitgang in technologie. Geneeskunde en technologie; dat is een mooie bruggetje naar Technische Geneeskunde.

Het begin van Technische Geneeskunde

Daarvoor gaan we naar Twente, deze Universiteit, zo'n 25 jaar geleden. Er gebeurt hier iets bijzonders. Ik denk zelfs "een doorbraak". Er wordt hier een totaal nieuwe studie ontworpen die nergens anders bestaat. Technische Geneeskunde.

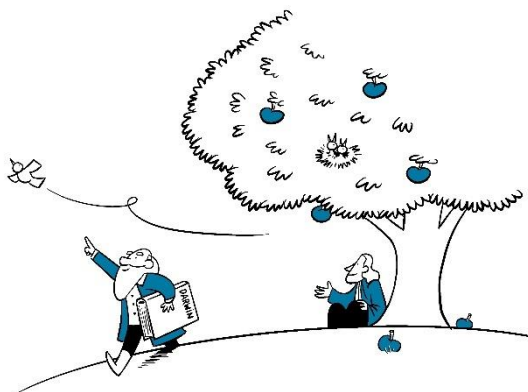
Het concept lijkt simpel. Een opleiding voor een nieuwe academische zorgprofessional met gedegen inzicht in het menselijke systeem en een sterk technologisch profiel. Om de kwaliteit van zorg te verbeteren. Zorg waar technologie overal is. En die steeds sneller verandert. Een zorgprofessional die techniek echt *begrijpt*.

Maar dan komt het: Hoe creëer je zo'n opleiding? Er is geen voorbeeld. Het bestaat niet. Hoe richt je een curriculum in om die professional op te leiden?

Het is dankzij de visie, grote overtuiging en het doorzettingsvermogen van Dr Miedema dat dit tot stand is gebracht. Dat is niet eenvoudig geweest, zowel intellectueel als politiek. Maar het is gelukt. Bij haar afscheid bestond de opleiding 20 jaar en hebben heel veel studenten deze mooie opleiding doorlopen. Het succes wordt in mijn ogen nog onderstreept doordat de opleiding nu ook wordt aangeboden door de Technische Universiteit in Delft, in samenwerking met het ErasmusMC en het LUMC.



Dr Miedema beschrijft analyse en het ontwerp van de studie in haar proefschrift. De titel is veelzeggend: "Arts en Ingenieur: and ever the twain shall meet".⁶



De verschillen tussen de werelden van de ingenieur en arts wordt geïllustreerd door Newton en Darwin als voorbeeld te nemen. Newton beschreef in een boek met de verkorte titel *Principia*, principes, natuurkundige "wetten".

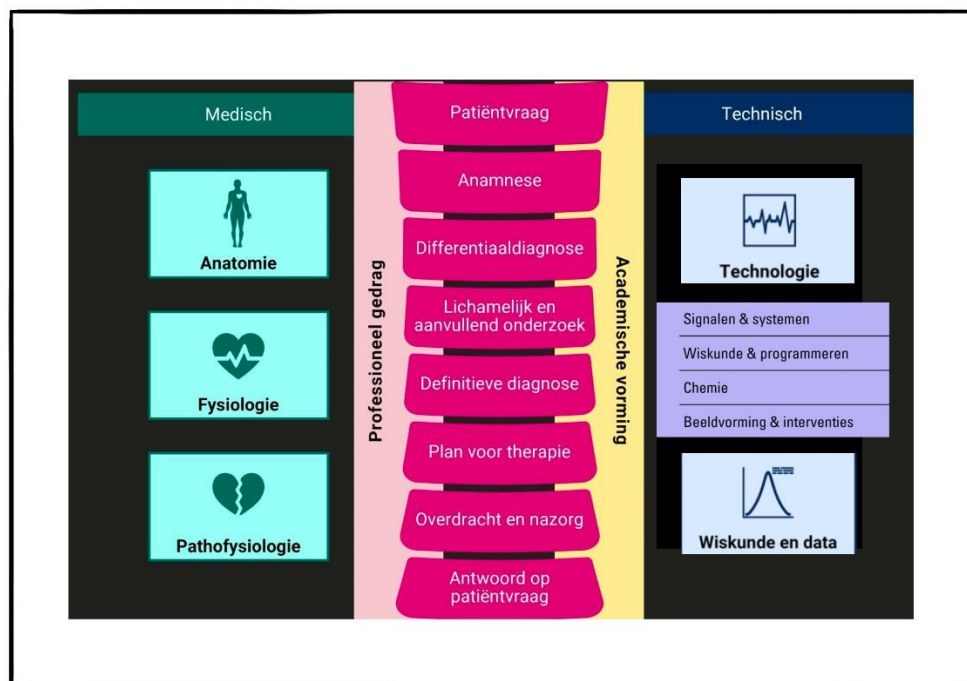
Er bestaat een cartoon over. Newton zit onder een appelboom. Hij heeft zin in een appel. En houdt zijn hand op. Hij doet verder niets. Hij wacht. Hij *weet* dat een rijpe appel uit de boom zal *vallen*. - Niet opstijgen. Zijn genie

was dat hij dit wiskundig kon beschrijven en vastleggen in een natuurkundige “wet”. Een natuurkundige wet die onder dezelfde omstandigheden *altijd* geldt.

U ziet ook Darwin, grondlegger van de evolutietheorie, geniaal in het observeren van verschillen en patronen. De observaties zijn uitgangspunt voor verklaringen en theorieën. De visie van Dr Miedema was dat in Technische Geneeskunde de meerwaarde van beide werelden samen moeten komen. In één opleiding, en in één professional.

Het curriculum

Deze visie ziet u terug in dit schema van het curriculum. Centraal de ruggengraat: het medisch proces. Tijdens de opleiding is er steeds een verbinding tussen de vakken en het medisch proces. Links basisvakken uit de geneeskunde gericht op bouw en werking van het menselijk lichaam in gezonde en zieke toestand. Bij het onderwijs is er een sterke nadruk op begrip van het lichaam als systeem. Begrip van de concepten die ook gebruikt worden bij het klinisch redeneren.



Rechts staan technische vakken. Basisvakken natuurkunde en wiskunde worden onderwezen en toegespitst op technologie die voor geneeskunde relevant is. Inclusief data, programmeren, en modelleren, met en zonder artificiële intelligentie. Hier staan de vakken nog naast elkaar. Na verloop van tijd worden de technische en medische inzichten steeds meer geïntegreerd. En volledig met elkaar verweven. We zien dit, die verwevenheid, als *een belangrijke principe* van het vak.

Verder ziet u in roze een doorlopende leerlijn: Professioneel gedrag met aandacht voor vaardig communiceren, reflectie en klinisch redeneren, een *tweede principe* in de technisch geneeskundige aanpak.

Dan in geel: de academische vorming. Technische Geneeskunde is een *academische* discipline geworden met een wetenschappelijke basis. We zien inmiddels dat er een sterke

wetenschappelijke productie is ontstaan. Er verschijnt iedere dag een wetenschappelijk artikel waar een technisch geneeskundige intensief bij betrokken is. Eén publicatie, iedere dag!

Dr Marleen Groenier heeft de aard van die publicaties in kaart gebracht samen met de doktoren Brands en Verhoeven, en master studenten Kessler en Scheepmaker. De analyse laat een veelheid aan onderwerpen en vakgebieden zien. En dat er een sterke verbinding is tussen verschillende onderwerpen. Een belangrijk thema: Technische Geneeskunde en technologie beperkt zich vaak niet tot één specialisme. Technische Geneeskunde kan over vakgebieden heen een technologische verbinder zijn.

In de 3 jarige masterfase worden TG-schappen gelopen in zorginstellingen. Naast het verder ontwikkelen van vaardigheden en voorbehouden handelingen worden opdrachten gedaan. Het patroon is: analyseer een medisch probleem en ontwerp een technisch geneeskundige oplossing. Een oplossing die vaak nog niet bestaat.

Het door Dr Miedema ontworpen curriculum heeft tot een nieuwe zorgprofessional geleid, die past bij de natuurwetenschappelijke basis waar Boerhaave en Descartes zo in geloofden en één waar Newton en Darwin “samenkomen”. Een zorgprofessional met een sterk technisch-technologische profiel. Een zorgprofessional die de techniek *begrijpt*.

Het begin van de “Principles”

Het nadeel van nieuw is onbekend. Dr Miedema en ik spraken daar regelmatig over, hier via “teams”. U ziet een beeldscherm op twee dikke boeken. Die boeken gaan over Interne Geneeskunde. Een groot vak over bloedsomloop, spijsvertering, lever, nieren, hormonen, infectieziekten, en ga zo maar door. Alle kennis daarover “past niet in één hoofd”. De principes van het vak wel. De principes zijn samen met informatie die je na kunt slaan, op één plek bij elkaar gebracht, in één boek.



Tijdens die online brainstorm – viel mijn oog op de titel van dat boek: de “Principles of Internal Medicine”⁷. En was de vraag snel gesteld. Kunnen we niet een “Principles of Technical Medicine” maken? Om iets van de onbekendheid weg te werken? Met ontstaan en uitgangspunten van het vak aan de ene kant, en op termijn steeds meer inhoud aan de andere kant.

Toen we dit aan groepen Technisch Geneeskundigen voorlegden, was het eerste commentaar: “goed idee maar, een boek is niet meer van deze tijd”. “Het moet digitaal”. Zo ontstond de website “Principles of Technical Medicine”⁸. Het is werk in uitvoering en er is nog heel veel te doen, maar er is een begin. We zijn de fase van het “idee” voorbij. Er is al door flink wat auteurs aan bijgedragen. Om het verder te brengen is er een kernteam dat momenteel bestaat uit de doktoren Groenier, Verhoeven, Miedema, Mocking-Nieuwenhuis, en de twee allerbelangrijkste: de master studenten Lysette Scheepmaker en Jarah



Kessler, die zich “Editorial Assistents” noemen. Dat is veel te bescheiden. Zij zijn de motor van het project en geven veel inhoudelijke input.

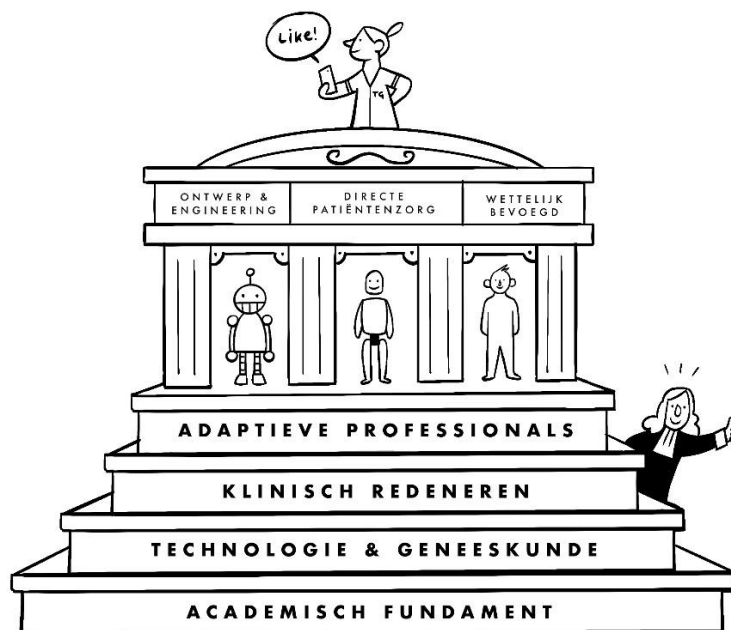
De uitgangspunten

Ik noemde u al een paar uitgangspunten van het vak. U ziet ze terug in de onderstaande figuur. Het academisch fundament, de verwevenheid van technologie en geneeskunde en het klinisch redeneren.

Belangrijk is ook de **adaptieve expertise**, dit betekent als professional flexibel, snel en efficiënt in kunnen spelen op veranderende situaties, op veranderende technologie, een nieuwe aanpak ontwerpen wanneer oude oplossingen niet meer werken. De opleiding besteedt veel aandacht aan deze competentie.

Bovenin de figuur ziet u:

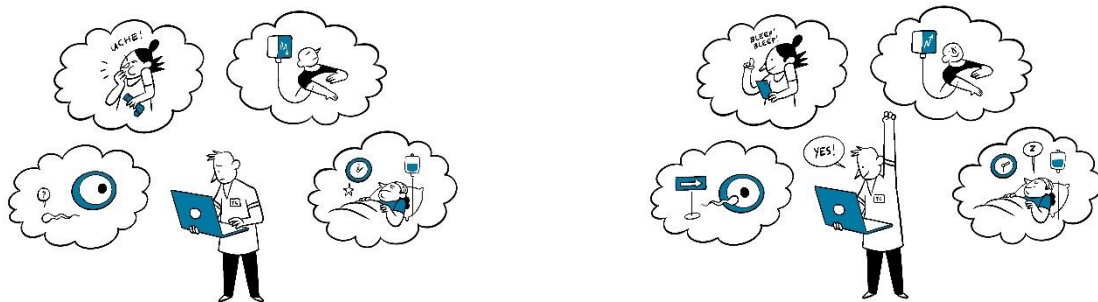
1. **Links: Het principe van ontwerp en ingenieurs-benaderingen.** Een omgeving met ingenieurs is goed om technische kennis te vergaren. Maar ook om een werkwijze te zien: analyse – ontwerp – ontwikkelen – testen, en dat totdat het werkt.
2. **Midden en Rechts:** Een technisch geneeskundige heeft een eigen **onafhankelijke wettelijke bevoegdheid** als BIG geregistreerde zorgprofessionals **in de directe patiëntenzorg**. De patiënt is de basis voor technisch medisch handelen. Technisch Geneeskundigen kunnen optreden als behandelaar en zijn op hun handelen aanspreekbaar. Ze vallen onder het medisch tuchtrecht. Zoals dokters de wettelijk beschermde titel “arts” dragen, zo dragen Technisch Geneeskundigen de beschermde titel Klinisch Technoloog.



We gaan naar de praktijk. “Technical Medicine in Clinical Practice”

Ik zal u een paar voorbeelden geven van Technische Geneeskunde in de praktijk.

- Kinderen met astma. U weet dat astma van tijd tot tijd erg kan verslechteren. Kunnen die verslechtingen voorkomen worden met technologie, een app en zorg op afstand? Leidt dat ook tot minder polikliniek bezoeken en minder opnames in het ziekenhuis? ⁹
- Dialysepatienten kunnen tijdens dialyse te maken hebben met gevaarlijke bloeddrukdalingen. Kan dat voorkomen worden? Kan met behulp van machine learning op basis van de gegevens honderden dialyseprocedures een model gemaakt worden dat waarschuwt als er een daling aan gaat komen zodat er op tijd gereageerd kan worden? ¹⁰
- IVF, in vitro fertilisatie, lukt helaas nog niet altijd. Kan innovatieve technologie in de laboratoriumfase helpen het succes te verhogen? Zou dat vaker tot een succesvolle zwangerschap te kunnen leiden? ¹¹
- Tijdens neurochirurgische operaties is het soms nodig om MRI's te maken. Dat is complex en het duurt lang. Zou andere technologie, bijvoorbeeld echografie een alternatief kunnen zijn? ¹²



Het klinkt misschien onwaarschijnlijk maar Technisch Geneeskundigen, zelfs al in de master fase van hun opleiding, hebben deze vragen met ja hebben beantwoord. En de oplossingen worden in de praktijk toegepast. Drie van deze voorbeelden waren dit jaar finalisten voor de Prof dr Peter Vooys prijs voor master thesis van de NVvTG. De hooggeleerde Vooys is een belangrijke grondlegger van de opleiding.

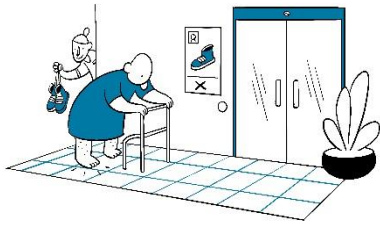
Als u meer wilt weten over gebieden waar Technisch Geneeskundigen in de praktijk actief zijn kijk dan op de website bij: Clusters.¹³ en op de website van de NVvTG¹⁴. Daar ziet u dat het werkteerrein groot is en zich ook uitstrekt over het medtech veld, waar behoefte is aan technisch medische professionals.

Niet alleen in het ziekenhuis.

Eén, nog relatief klein, clusters is de transmurale zorg¹⁵, zorg buiten het ziekenhuis. Dat licht ik er graag kort uit.

De grootste hoeveelheid zorg in Nederland wordt namelijk geleverd buiten het ziekenhuis. Bijvoorbeeld in VVT-sector, Verpleeg- en Verzorgingshuizen en Thuiszorg. Vaak, maar onterecht, ook wel aangeduid als ouderenzorg. De groep ouderen groeit. De zorgvraag groeit.

De groep mantelzorgers neemt af. Het tekort aan medewerkers wordt steeds groter. De uitdagingen waar collega Rovers over sprak, spelen hier volop.



Er wordt veel verwacht van technologie om deze uitdagingen aan te gaan. Er is ook al veel: slimme deuren, slimme vloeren, slimme luiers, sensoren in bed, robots, enz. Ik zou graag de technologische ontwikkeling in de VVT steunen door de inzet van Technische Geneeskunde: “TG in de VVT”.

We hebben eerste signalen dat dit in de praktijk goed uitpakt. Technische Geneeskunde in de VVT wordt positief

ontvangen op ministerie en in de sector. Ik hoop dat we hier met de koepelorganisatie Actiz, een aantal innovatieve VVT instellingen en de NVvTG de komende jaren verdere stappen kunnen zetten. Onder leiding van collega Haijkens, opleidingsdirecteur Technische Geneeskunde, gaat in het vernieuwde curriculum meer aandacht worden besteed aan zorg buiten het ziekenhuis inclusief de VVT.

Hoe zou ik met deze leerstoel willen bijdragen aan Technische Geneeskunde. En waar te beginnen?

Als eerste denk ik aan **onderwijs**.

Met de collega Haijkens en haar team wil ik bijdragen aan vernieuwingen in het curriculum en een actieve rol spelen in het onderwijs voor studenten. Samen met de opleiding, de NVvTG en vele Technisch Geneeskundigen wil ik de ontwikkeling van de “Principles” verder vorm geven. Met Dr Heijblom en haar team wil ik me inzetten voor het post-academische onderwijs. Bijvoorbeeld bij nieuwe modules voor zorg buiten het ziekenhuis zoals de VVT en eerste lijn.

Bij het onderzoek

Wil ik het werk van Dr Marleen Groenier steunen. Het belang van wetenschappelijk inzicht in adaptieve expertise kan moeilijk overschat worden in de toekomstige praktijk en professionele opleidingen. Daarnaast zal mijn bijzondere aandacht uitgaan naar onderzoek dat de kwaliteit van zorg verbetert door technisch geneeskundige expertise. Op diagnostisch en therapeutisch terrein.

Organisatie

Qua organisatie draag ik graag bij aan de gedachtenvorming over Technisch Geneeskundigen op de UT. Mogelijk in duale aanstellingen met zorginstellingen, in en buiten ziekenhuizen. Dit leidt voor studenten tot meer zichtbare rolmodellen hier op de UT. En tot nog meer actieve participatie van Technisch Geneeskundigen in het onderwijs. Voor zorginstellingen een prachtige mogelijkheid tot korte lijnen met de UT. Voor de UT een kans voor nog meer verbinding met het gezondheidszorgdomein.



Tenslotte – twee dingen

Ten eerste



Ik ben waarschijnlijk de enige hoogleraar bij wie men tijdens het benoemingsgesprek al begon over het emeritaat. Het is mijn ambitie om deze toga over een aantal jaren over te dragen aan een Technisch Geneeskundige. Ik heb aan de binnenkant vast het logo “Technical Medicine” laten printen. Wie weet, wordt het een doorgeefexemplaar.

Ten tweede

Door de creatie van Technische Geneeskunde hier aan de Universiteit van Twente is een ongelofelijke en visionaire prestatie geleverd. Met deze leerstoel “Principles of Technical Medicine in Clinical Practice” aan de faculteit Technische Natuurwetenschappen wil ik met volle overtuiging bijdragen aan de verdere ontwikkeling en emancipatie van Technische Geneeskunde met als overstijgend doel om met technologie de kwaliteit van onze zorg te verbeteren. Door mensen die techniek *begrijpen*.

Ik heb gezegd.

1. H van Ruler. Inleiding. De meditatie van Descartes. P19. In: EJ Bos, H van Ruler (ed). Rene Descartes. Meditaties over de eerste filosofie. Vertaald door C.L. Claassen. 2022. Boom Uitgeverij Amsterdam. Boom Grote Klassieken. ISBN 978 90 8506 660 6.
2. <https://www.rijksmuseumboerhaave.nl/artikel/herman-boerhaave>.
3. Luuc Kooijmans. Het Orakel. De man die de geneeskunde opnieuw uitvond: Herman Boerhaave (1668-1738). 2011. Uitgeverij Balans, Amsterdam. ISBN 978 94 600 3344 5.
4. J.A.M van Son, Th Wobbes, F.M.J. Heystraten. Het Syndroom van Boerhaave. Ned Tijdschr Geneesk 1989; 133:1201-4.
5. <https://www.knvm.org/outreach/mijlpalen-in-de-microbiologie/de-microscoop-van-antoni-van-leeuwenhoek#>:
6. H.A.Th Miedema. Arts en Ingenieur: and ever the twain shall meet. Analyse en ontwerp van de opleiding Technische Geneeskunde. 2015. Proefschrift Universiteit Twente, Enschede, Nederland. ISBN 978-90-365-3948-7.
7. Fauci et al (ed) Harrison's Principles of Internal Medicine.. 14th ed., 1998. McGrawHill. New York USA. ISBN 0-07-116244-5.
8. <https://principles-of-tm.nl>.
9. M.R. van der Kamp. eHealth in pediatric asthma care: From smart home-monitoring tot implementing a new care standard. Thesis. 2023. Biomedical Signals and Systems. University of Twente. Enschede, The Netherlands. ISBN: 978-90-365-5564-7.

10. S Josemans. Machine learning for real-time prediction of intradialytic hypotension. Master Thesis. Sept 2023. Dept of Nephrology, LUMC.
11. K. Kwakkenbos. Predicting Blastocyst Viability: a machine learning approach using automated blastocyst expansion measurements, clinical variables and images. Master Thesis. July 2024. Dept of Biomechanical Engineering. TUDelft.
12. K.Klein Gunnewiek. Cutting-edge neurosurgical technology: working towards new surgical strategies in pediatric neuro-oncology. Master Thesis. September 2023. Faculty of Science and Technology. University of Twente. September 2023.
13. <https://principles-of-tm.nl/clusters>
14. <https://www.nvvtg.nl/technische-geneeskunde/clusters/>
15. <https://www.nvvtg.nl/technische-geneeskunde/clusters/extramurale-zorg/>