

Plenaire lezing vrijdagmiddag 16 december van 14.05 - 14.55 uur

Beeldmakers: ontwikkeling van de medische beeldvormende techniek

Bart Grob

Rijksmuseum Boerhaave, Leiden

De geneeskunde kent een boeiende en veelzijdige visuele cultuur. Wereldberoemd zijn de anatomische schetsen van Leonardo Da Vinci of de Anatomische les van Dr. Tulp, geschilderd door Rembrandt. Als tegenhanger van deze kunstzinnige uitingen van medische verbeelding kennen we vandaag de dag de technologische verschijningsvormen zoals MRI-scans of echo's van het nog ongeborn kind. Aan de technologische ontwikkelingen van deze moderne medische beeldvormende technieken, ook wel medical imaging genoemd, liggen fysische principes ten grondslag. Het is interessant om te zien hoe in de loop van de geschiedenis medici en natuurkundigen elkaar vonden als beeldmakers en zo beeldbepalend werden voor de kijk op het menselijk lichaam.

Keuzelezingen vrijdagmiddag 16 december van 16.00 - 16.50 uur

MREye: de rol van natuurkunde bij de diagnose en behandeling van oogtumoren

Jan-Willem Beenakker

UMC Leiden

Beeldvorming krijgt een steeds belangrijker rol in de medische zorg, in het bijzonder bij oncologische patiënten. Of het nu gaat om het stellen van de diagnose, het accuraat bepalen van het te bestralen gebied, of het vervolgen van de patiënt, vaak staan een of meerdere beeldvormende technieken centraal. Naast dat veel van deze beeldvorming op natuurkundige verschijnselen gebaseerd is, zoals bijvoorbeeld magnetisme bij MRI, speelt bij het optimaal gebruiken van deze technieken de natuurkunde een steeds grotere rol.

In deze lezing zal MRI van oogtumoren centraal staan, een relatief nieuwe toepassing van een wat oudere beeldvormende techniek. Bij de ontwikkeling en de daarop volgende klinische introductie waren een breed scala aan natuurkundige principes en technieken nodig, die stap voor stap belicht zullen worden. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de fysica van een MRI-spoel, optische vervorming in de conventionele beeldvorming of het afschatten van onzekerheden in de uiteindelijke plaatjes voor de radiotherapie. Door dit specifieke voorbeeld van MRI van oogtumoren krijgt u een goed beeld van de verschillende bijdragen die natuurkunde levert aan het huidige medische onderzoek en de zorg. Tenslotte zal ik ook wat persoonlijke ervaringen delen over hoe het is om als (experimenteel) fysicus in een klinische omgeving te werken.

De natuurkunde van Coronaverspreiding

Daniel Bonn

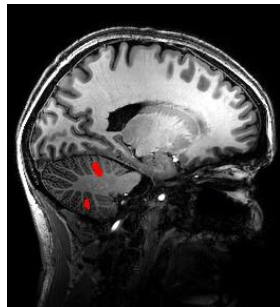
Universiteit van Amsterdam

Er zit veel natuurkunde in de verspreiding van het virus van een geïnfecteerd naar een gezond persoon. De eerste en waarschijnlijk meest directe weg is via grote vloeistofdruppels (van speeksel of slijm): als een geïnfecteerd persoon door bijvoorbeeld te hoesten of niezen zulke grote druppels produceert, kunnen virusdeeltjes terechtkomen op het gezicht van een gezond persoon, en zich zo verspreiden via de slijmvliezen van de ogen, neus of mond, ofwel na inademing in de luchtwegen. Dit kan ook indirect: als zulke druppels op een oppervlak vallen, kan een gezond persoon bijvoorbeeld via hand-gezicht-contact in aanraking komen met de virusdeeltjes. De derde weg is via de lucht door middel van 'aerosolen': veel kleinere vloeistofdruppeltjes die worden geproduceerd door hoesten of praten. Ik zal laten zien dat juist deze aerosolen heel gevaarlijk zijn, omdat ze zo lang in slecht geventileerde ruimtes blijven hangen. Hiermee kan een risico-analyse worden gemaakt van de besmettingskans.

Hersenvunctie in beeld brengen met ultra-hoog veld MRI

Wietske van der Zwaag
Spinoza Centre, Amsterdam

Beeldvorming is een hoeksteen van medische diagnostiek en wetenschappelijk onderzoek. Het meest veelzijdige instrument voor beeldvorming is Magnetic Resonance Imaging (MRI). MRI kan gebruikt worden om anatomische structuren in beeld te brengen, zoals de grijze en witte stof in het brein, maar kan ook gevoelig worden gemaakt voor veranderingen in de zuurstofconcentratie van het bloed, die samenhangt



met hersenvunctie. Zo biedt MRI een unieke functionele en structurele kijk op het menselijk brein.

Alle MRI-systemen worden gebouwd rond een supergeleidende magneet. In Nederlands staan nu vier scanners met een magneet van 7 tesla (7T), ook wel ultra-hoog veld MRI genoemd.

In de lezing zal ik toelichten wat de voordelen en uitdagingen zijn van MRI op 7T, en specifiek de effecten op functionele MRI bespreken. Hoge resolutie is belangrijk in de studie naar hersenvunctie, omdat de functionele lagen en kolommen in ons brein slechts enkele honderden microns meten. Met 7T kunnen sub-millimeter resolutie beelden gemaakt worden en komt hersenvunctie op deze meso-schaal in beeld.



De nieuwe mogelijkheden van mechanische manipulatie en beeldvorming van individuele DNA-moleculen en eiwitten

Gijs Wuite
Vrije Universiteit Amsterdam

De genetische informatie van een organisme is gecodeerd in de basenpaarsequentie van zijn DNA. Veel gespecialiseerde eiwitten zijn betrokken bij het organiseren, bewaren en verwerken van de enorme hoeveelheden informatie op het DNA. Om dit snel en correct te kunnen doen, moeten deze eiwitten snel en nauwkeurig langs en/of rond het DNA bewegen en het voortdurend bewerken. Om dit soort processen op te helderen doen we experimenten op modelsystemen zoals enzymen, polymerasen en reparatie-eiwitten. De gegevens gebruiken we om de krachten, energieën en mechanochemie te begrijpen die deze dynamische transacties aandrijven. De resultaten die met deze modelsystemen worden verkregen, worden vervolgens gegeneraliseerd en worden geacht van toepassing te zijn op veel moleculaire interacties.

In de lezing zal ik eerst de speciale instrumentatie laten zien die we in mijn lab hebben ontwikkeld om individuele moleculen op DNA te visualiseren. Deze instrumenten – Correlatieve Optisch Pincet Fluorescentie Microscopen (CTFM's) – zijn in staat om individuele DNA-bindende eiwitten op DNA te filmen. Bovendien kunnen eiwitten op DNA op meerdere DNA-strengen tegelijk worden gevisualiseerd. Vervolgens zal ik de kracht van dit instrument illustreren door een onderzoek naar menselijke niet-homologe recombinatie (NHEJ) te bespreken. NHEJ is de primaire route voor het repareren van dubbelstrengs DNA-breuken in eukarioten. Dergelijke breuken worden bijvoorbeeld gevormd tijdens herschikkingen van gensegmenten in het adaptieve immuunsysteem of door kankertherapeutische middelen.

Ten slotte zal ik Acoustic Force Spectroscopy (AFS) introduceren. AFS is uitgevonden in mijn laboratorium en maakt manipulatie van moleculen en cellen met akoestische golven mogelijk. AFS is een lab-on-a-chip-apparaat dat krachten kan genereren van sub-pN tot honderden pN's op duizenden biomoleculen tegelijk, met een responstijd van minder dan een milliseconde en hoge inherente stabiliteit. AFS onderscheidt zich door zijn relatieve eenvoud, lage kosten en compactheid, die een eenvoudige implementatie in lab-on-a-chip-apparaten mogelijk maken. Ook het gebruik en de toepassing van dit instrument komen aan de orde.

Imagine: beeldgestuurde oncologische behandelingen

Peter Luijten
UMC Utrecht

Chirurgie, aangevuld met radiotherapie, is van oudsher de standaard aanpak voor de behandeling van lokale tumoren. Deze behandelingen zijn meestal verre van optimaal. Chirurgie is invasief en mutilerend en conventionele radiotherapie is beperkt in de mogelijke dosis die gegeven kan worden en moet zodanig gefractioneerd worden dat een behandeling meerdere weken duurt. Binnen de radiotherapie zijn echter grote ontwikkelingen gaande die dit werkveld veranderen. Moderne beeldvorming maakt de tumoren steeds beter zichtbaar, dit niet alleen tijdens de

diagnostische fase maar ook tijdens de actuele behandeling. Steeds betere behandelingsapparatuur wordt ontwikkeld die gebruikmaakt van instantaan verkregen beelden. De radiotherapie MR-versneller is een recent voorbeeld. Met online en real-time MRI-beelden wordt de bestraling zo goed gericht gegeven en geoptimaliseerd dat tumoren beter behandeld kunnen worden met minimale complicaties. Omdat de bestraling zo gelokaliseerd is, wordt minder gezond weefsel meebestraald, kan de tumordosis verbeterd worden en kan de behandeling efficiënt gegeven worden in veel minder fracties. Deze apparatuur betekent een internationale doorbraak in de behandeling van lokale tumoren. Omdat de behandeling zo goed te sturen is, wordt ook de diagnostische fase belangrijker, met aspecten als tumorkarakterisatie, definitie van omliggende kritieke organen, definitie van bewegelijkheid en het kwantificeren van de reactie van de tumor op de behandeling.

MRI-sturing speelt ook een belangrijke rol bij het gebruik van ultrageluid. Hiermee kan de effectiviteit van kankermedicijnen verbeterd worden door het onder beeldsturing openen van de hersen-bloed barrière (bijvoorbeeld bij hersentumoren) en het stimuleren van de immuunrespons waardoor veel meer kankerpatiënten dan nu responsief worden voor immunotherapie. En ook voor minimaal invasieve behandelingen met beeldgestuurde katheters zal nieuwe beeldvormende technologie de kwaliteit van de behandeling sterk verbeteren.

Essentieel in al deze behandelingen is het online en real-time karakter. Dit type hoog complexe behandelapparatuur kan gezien worden als real-time beeldgestuurde robots. Zeer snelle MR-beelden zijn nodig van zeer hoge kwaliteit. Naast de modernste MRI-technologie zijn vooral nieuwe AI en 'deep-learning' technologieën essentieel om dit mogelijk te maken. Kwaliteitsbewaking is essentieel om veilig en transparant met dit type systemen te kunnen werken.

Plenaire lezing zaterdagmorgen 17 december van 08.45 - 09.35 uur

Nucleaire Geneeskunde: Fysica en klinische toepassingen

Hugo de Jong

UMC Utrecht, Afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde

De nucleaire geneeskunde is een wat minder bekend onderdeel van een ziekenhuis, maar speelt een belangrijke rol in de dagelijkse diagnostiek en therapie van patiënten met verschillende ziektebeelden, waaronder hart- en vaatziekten en kanker. Er is de afgelopen jaren enorme vooruitgang geboekt binnen dit gebied, onder meer op het gebied van de natuurkunde, zodat het belang alleen maar groter wordt in de toekomst. Centraal binnen de nucleaire geneeskunde is het gebruik van radioactieve stoffen. Deze worden gemaakt met een cyclotron of een kernreactor en kunnen vervolgens toegediend worden in zeer lage dosissen. Met bijvoorbeeld PET-scanners kunnen deze stoffen heel nauwkeurig in beeld worden gebracht en tumoren worden opgespoord in een vroeg stadium. Met behulp van hogere radioactieve dosissen kunnen ook tumoren behandeld worden. Dit laatste is enorm in opkomst en gaat veel kankerpatiënten nieuw perspectief bieden.

Keuzelezingen zaterdagmorgen 17 december van 11.30 - 12.20 uur

Natuurkunde op de tast – lesgeven aan een blinde of slechtziende leerling

Ilse Disseldorp

Visio

Natuurkunde gaat vaak over verschijnselen die met het blote oog niet waarneembaar zijn. Om ze toch inzichtelijk te maken, werken we met tekeningen, afbeeldingen en grafieken. Maar hoe doe je dat met leerlingen die helemaal niets zien?

Ik vertel over mijn ervaringen op de VSO-school van Koninklijke Visio in Rotterdam. Daar geef ik als eerstegraads docent natuurkunde les aan blinde en slechtziende leerlingen van vmbo 1 tot havo 5. De meerderheid van onze leerlingen doet examen in het vak natuurkunde of nask1. Ik vertel over mijn leerlingen, hun visuele beperkingen en vooral over hun mogelijkheden.

Ik laat zien hoe mijn leerlingen tekeningen begrijpen én zelf maken. Zo kunnen ook blinde leerlingen krachten optellen met de parallellogrammethode, de lichtstralen door een lens of spiegel construeren en een Minkowski-diagram tekenen.

Optische speckle: als je het begrijpt, ga je ze zien

Wiendelt Steenbergen
Universiteit Twente

Een oplettende waarnemer ziet ze: speckles, of spikkels. Je ziet ze bij laserlicht, maar je ziet ze ook bij zonlicht en halogeenlicht. Bij laserlicht zijn ze meestal niet te missen, maar bij zonlicht en halogeenlicht ga je ze vaak pas zien als je het fenomeen kent en begrijpt.

In de lezing zal ik het fenomeen speckle demonstreren met laserlicht, zodat het niet te missen is. We zullen ontdekken dat je met dit fenomeen zelfs op grote afstand verplaatsingen van slechts enkele golflengten met het blote oog kunt waarnemen. Als je dit gezien hebt, is het een kleine stap naar het bedenken van toepassingen. Eén ervan is het meten van doorbloeding van weefsel. Hiervan zal ik het principe laten zien, en enkele van onze recente resultaten.

Beeldvorming met fotonen en protonen voor de planning en verificatie van protontherapie

Emiel van der Graaf
UMC Groningen, Department of Radiation Oncology

Een behandelingsplan voor een protonenbestraling wordt gemaakt aan de hand van gegevens (dichtheid, chemische samenstelling) op voxel-niveau van de verschillende weefsels in de patiënt. Deze gegevens kunnen (gedeeltelijk) worden verkregen door doorstraling van de patiënt met fotonen (X-ray CT) en/of met protonen (protonradiografie). Verificatie van het behandelplan kan alleen plaatsvinden via door de protonen opgewekte secundaire activiteit/straling (positron emitters, prompte gamma's) omdat tijdens een behandeling de protonen in het lichaam stoppen.

De lezing zal ingaan op de techniek van bestralingen met protonen, de huidige stand van de gebruikte beeldvorming en het onderzoek naar nieuwe beeldvormende technieken om protontherapie nog nauwkeuriger te maken.

Artificial Intelligence in medical imaging

Ivana Išgum
Quantitative Healthcare Analysis Group
UMC Amsterdam, location UvA and Informatics Institute, UvA

Medical images play a central role in modern medicine and they are an essential component in patient diagnosis, treatment and prognosis. Consequently, the number of acquired images is growing rapidly, while technological development enables generation of larger images showing more details. These have led to a tremendous increase in the expert workload required for image interpretation. At the same time, growing shortage of medical experts is threatening accessibility of healthcare.

Hence, development of computer algorithms that could assist experts in image analysis and interpretation is intensively investigated. Artificial intelligence (AI) methods have shown the potential to automate the routine analysis and to support clinical research, thereby alleviating expert workload.

In this presentation, first the basics of AI will be presented. Thereafter, application of AI methods for image reconstruction and synthesis allowing e.g. faster reconstruction, improvement in image quality, or reduction of irradiation dose will be shown. Next, AI methods for quantitative analysis of medical images required for diagnosis or prognosis will be discussed. Finally, current challenges towards widespread clinical employment of AI methods that can improve healthcare and make it more accessible will be discussed.

What you see is what you treat

Sandra Heskamp
Radboud UMC Nijmegen, afdeling Beeldvorming

In de nucleaire geneeskunde maken we gebruik van radioactieve stoffen om op een niet invasieve wijze kankercellen en hun immunologische omgeving in beeld te brengen. Deze techniek wordt toegepast om kanker te diagnosticeren, maar ook om fundamentele vragen naar bijvoorbeeld het werkingsmechanisme van nieuwe medicijnen te onderzoeken. Daarnaast kunnen tumor-gerichte moleculen gelabeld worden met therapeutische radionucliden om kankercellen heel specifiek te behandelen. Dit leidt tot stralingsgeïnduceerde celdood en creëert een potentieel immunogene omgeving waarin tumoren gevoeliger worden voor immunotherapie.

In de lezing worden recente (onderzoeks)ontwikkelingen binnen de nucleaire geneeskunde besproken, waarbij de focus ligt op de toepassing bij prostaatkanker.

Afsluitende lezing zaterdagmiddag 17 december van 14.55 - 15.45 uur

Praktische toepasbaarheid van ‘bewegingssensoren’ in de sport

Jo de Ruiter

Vrije Universiteit Amsterdam

In deze presentatie wordt getoond hoe zogenoemde ‘Inertial Measurement Units’ bijdragen aan kennisontwikkeling van het menselijk bewegen op het sportveld. Deze kleine sensoren worden op het lichaam gedragen zonder de sporter te hinderen bij het bewegen. Ze zijn zeer geschikt om metingen te doen buiten het laboratorium, eigenlijk brengen ze het laboratorium naar buiten. Tevens zal aan de hand van een aantal specifieke voorbeelden de praktische toepasbaarheid van deze sensoren voor sporters en coaches worden gedemonstreerd.

In het eerste deel van de lezing ligt de focus op feedback die sporters en coaches krijgen met betrekking tot de uitvoering van de bewegingen. Via het fysiologische verschijnsel van ‘vermoeidheid’ gaat het in het tweede deel van de lezing over het meten van trainingsbelasting van spelsporters. Dit is onder andere van belang om het risico op blessures te verkleinen. Het hoofddoel van deze presentatie is om duidelijk te maken dat Bewegingswetenschappen een heel leuke en interessante studie is voor bèta-georiënteerde scholieren.

Dr. Jo de Ruiter is Universitair docent Bewegingswetenschappen aan de Vrije Universiteit te Amsterdam en heeft daarnaast ook een jarenlange ervaring als atletiekcoach.