

AI in de zorg:

Van belofte naar bewijs



Rede, uitgesproken door
Prof. dr. ir. Wouter van Elmpt

Wouter van Elmpt (1981) studeerde Technische Natuurkunde aan de Technische Universiteit Eindhoven, waar hij in 2005 zijn ingenieursdiploma behaalde. In 2009 promoveerde hij aan de Universiteit Maastricht binnen de Faculty of Health, Medicine and Life Sciences (FHML) op onderzoek naar verificatiemethodes van radiotherapiebehandelingen bij Maastricht, instituut voor radiotherapie en oncologisch onderzoek. Aansluitend zette hij zijn carrière aan de Universiteit Maastricht voort met onderzoek naar geavanceerde beeldvorming bij longkankerpatiënten, waarvoor hij in 2011 een persoonsgebonden subsidie ontving van KWF.

In zijn professionele loopbaan ontwikkelde hij zich tot expert op het snijvlak van klinische fysica, beeldvorming, data-analyse en technologische innovaties in de oncologie. Sinds 2016 combineert hij wetenschappelijk onderzoek met de implementatie van innovaties in de klinische praktijk. Binnen Maastricht coördineert hij innovatieprojecten waarin klinisch fysici, artsen, laboranten, innovatiefysici, onderzoekers, programmeurs en technische specialisten samenwerken aan nieuwe methoden om diagnostiek en behandeling van kankerpatiënten verder te verbeteren. Artificiële intelligentie vormt daarbij een van de huidige speerpunten.

Hij is betrokken bij diverse nationale en internationale subsidietrajecten en samenwerkingen met industriële partners. Daarnaast publiceert hij regelmatig over medische beeldvorming, behandeloptimalisatie en innovatie-evaluatie. Hij begeleidt promovendi en draagt actief bij aan onderwijs, professionalisering en kennisdeling binnen én buiten de organisatie. Sinds mei 2025 is hij tevens bijzonder hoogleraar aan Tilburg University, met de leerstoel *'Implementatie van artificiële intelligentie in de gezondheidszorg'*.

AI in de zorg: Van belofte naar bewijs

Prof. dr. ir. Wouter van Elmpt

Rede, uitgesproken bij de openbare aanvaarding van het ambt van bijzonder hoogleraar “implementatie van artificiële intelligentie in de gezondheidszorg” aan Tilburg University op vrijdag 27 maart 2026 om 16.15 uur door prof. dr. ir. Wouter van Elmpt.

© Prof. dr. ir. Wouter van Elmpt, 2026

ISBN: 978-94-6526-699-2

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 op enige andere manier.

www.tilburguniversity.edu/nl

AI in de zorg:

Van belofte naar bewijs

Introductie

Geachte Rector Magnificus en Vice Rector, geachte decanen, beste collega's, lieve vrienden en familie,

In deze inaugurele rede zou ik graag iedereen hier aanwezig willen meenemen in de mogelijkheden van kunstmatige intelligentie in de zorg. Hierbij zal ik enkele veelbelovende toepassingen laten zien maar tegelijkertijd ook de realiteit schetsen hoe uitdagend het is om deze ontwikkelingen op een veilige, efficiënte en zorgvuldige manier te introduceren in de gezondheidszorg. In de samenleving, politiek, media maar ook op de werkvloer bij zorginstellingen, is grote hoop gevestigd op verbetering van de zorg door kunstmatige intelligentie. Zowel om de kwaliteit van zorg omhoog te brengen, maar ook om de administratieve lasten te verlichten. De verhalen momenteel uit de praktijk laten zien dat heel veel enthousiasme is voor deze nieuwe ontwikkelingen. Echter zijn er ook aspecten die moeite zullen gaan kosten, weerstand zullen oproepen en niet vanzelfsprekend zijn. Als maatschappij en in het bijzonder op een universiteit waar u vandaag bent hebben we een plicht om deze **beloftes** te onderzoeken, te bepalen waar ze meerwaarde bieden, randvoorwaarden te stellen om deze te gebruiken, maar ook om samen te werken om het **bewijs** te leveren dat deze toepassingen een toegevoegde waarde hebben. Dit alles is wat in mijn leerstoel samen gaat komen. Hierbij is niet zozeer de aandacht voor de ontwikkeling van nieuwe AI toepassingen zelf, maar het geven van handvatten en duiding hoe deze toepassingen eruit moeten zien. Aandacht besteden aan raamwerken voor het efficiënt implementeren en evalueren van innovaties. En hierbij niet te vergeten het belang van de zorgprofessional en de patiënt in dit proces.

AI op de werkvloer

Om context te geven bij deze inaugurele rede zal ik u een kijkje geven in hoe de medisch specialistische zorg in een ziekenhuis zich al heeft ontwikkeld en wat in de nabije toekomst op ons afkomt. De **belofte** is dat de verregaande digitalisering met als paradepaard de AI toepassingen voor alle belanghebbenden het betaalbarer, beter en aangenamer maakt. Wie zijn die belanghebbenden dan en wat wordt de rol van kunstmatige intelligentie daarin, in het Engels: ‘*Artificial Intelligence*’ oftewel kortweg AI.

Als we in de kleine omgeving kijken is het voornamelijk de patiënt en zijn naasten in relatie tot de zorgverlener: de arts, de verpleegkundige of in het geval van een radiotherapeutisch instituut zoals Maastrou de radiotherapeutisch laborant. Uiteraard zijn hieromheen nog veel meer mensen betrokken bij het in goede banen leiden van de behandeling, zoals klinisch fysici en klinisch fysisch medewerkers, personeel van een IT afdeling, de doktersassistenten en velen anderen.

Laten we het pad van een patiënt bij Maastrou eens volgen. Bij een oncologische patiënt is al veel informatie vergaard voordat hij of zij de diagnose krijgt. Diverse bloedtesten zijn gedaan, lichamelijk en beeldvormend onderzoek verricht, een biopsie genomen. Al deze informatie wordt verzameld om een zo compleet mogelijk beeld te vormen voor de diagnose en het bepalen van het behandeltraject. Zonder dat dit opgemerkt wordt, is al diverse keren AI gebruikt, bijvoorbeeld voor het versnellen van de beeldvorming op een MRI scanner, voor het automatisch detecteren van een tumor in de scan gebruikt voor de screening op kanker, of voor het beoordelen van een biopsie door de patholoog.

BEELDVORMING

Specifiek voor de patiënt die in aanmerking komt voor radiotherapie, en laten we keelkanker nemen als voorbeeld, krijgen patiënten bij de bestraling vaak nog specifieke beeldvorming om de precieze locatie van de tumor en de omliggende weefsels te bepalen. Deze beeldvorming is met sub-millimeter precisie uit te voeren in een fractie van de tijd die er 20 jaar geleden voor nodig was. AI zorgt op dit moment al voor snellere scans, scherper beeld en geautomatiseerde werkwijzen. Bij Maastrou stonden we voorop bij het ontwikkelen van zogenaamde ‘*deep-learning*’ AI technologie voor het automatisch intekenen van organen op een

scan. Ik vind het persoonlijk dan ook nog altijd voldoening geven om terug te kijken naar de eerste innovatie op dit gebied. Samen met een fabrikant hebben we bij Maastricht deze toepassing ontwikkeld en geïmplementeerd (1). Hierna volgden wereldwijd meer toepassingen in dit veld. Dit was al in 2018, lang voordat we dit soort technieken AI noemden. Met behulp van computeralgoritmes wordt een grote hoeveelheid beelden (denk aan 10-100 duizenden foto's uit een CT scan) bij elkaar gebracht waarop eerst handmatig aangegeven moest welk deel van de scan tumorweefsel betrof en welke deel een gezond orgaan zoals hart, longen, slokdarm. Het computeralgoritme leert op een vergelijkbaar manier deze beelden te herkennen als een arts-assistent ook doet: veel beelden bekijken, patronen herkennen en continue bijleren van nieuw gemaakte beelden. Het huidige resultaat is dat waar een mens voor deze taak gemiddeld 20-30 minuten bezig is, de computer momenteel binnen 2 minuten klaar is. Met dezelfde nauwkeurigheid als de mens, weliswaar nog steeds niet 100%, maar dat geldt ook voor de arts of de arts-assistent in opleiding. Dit is een voorbeeld van een AI die van belofte naar bewijs is gegaan. Ik kom hier later op terug hoe dit bewijs uit ziet.

VOORSPELLINGSMODELLEN

Ik heb u zojuist een heel technisch voorbeeld van AI toegelicht dat werkt op medische beeldvorming. Maar aangezien AI meer omvat dan alleen dit soort technologie zal ik u ook nog een ander voorbeeld geven van AI en digitale toepassingen die eveneens in opkomst zijn.

Stelt u zich de patiënt nog een keer voor die bij de radiotherapeut-oncoloog komt in de spreekkamer. We hebben bepaald waar de kanker zich in het lichaam bevindt, de kenmerken ervan vastgesteld en zijn klaar om een behandelplan op te stellen. Dit bestralingsplan is in de radiotherapie altijd gepersonaliseerd tot op de millimeter nauwkeurig om de organen die rondom de tumor liggen zoveel mogelijk te sparen. We hebben hiervoor verschillende vormen van radiotherapie beschikbaar. Met brachytherapie kunnen we inwendig radioactieve bronnen plaatsen die heel lokaal hun straling afgeven. Deze techniek is geschikt voor tumoren die nog niet heel groot zijn en waar gemakkelijk toegang tot verkregen kan worden. Met protontherapie kunnen we de tumor precies bestralen van buitenaf en de schade aan het weefsel dat achter de tumor ligt nagenoeg minimaliseren. En met uitwendige fotonen therapie hebben we een efficiënte

robuuste behandeling die geschikt is voor de bestraling van bijna alle vormen van vaste tumoren. Door deze veelzijdigheid aan bestralingsopties kunnen we precies daar bestralen waar nodig is.

Echter alle vormen van een kankerbehandeling, of het nu een chirurgische ingreep, chemotherapie of de bestraling is, hebben bijwerkingen. Wat de volgende stap wordt in een meer gepersonaliseerde behandeling zijn modellen die een individuele voorspelling kunnen geven op de kans van slagen van een behandeling maar ook van de bijwerkingen die kunnen optreden. Zo kan bijvoorbeeld bij patiënten met keelkanker de afweging gemaakt worden tussen de kans op droge mond, slikklachten, maar ook de impact op de stem of tanden. Voorspellingsmodellen geleerd op historische patiëntgegevens kunnen hierbij gebruikt worden om deze kansen in te schatten. Deze modellen worden geleerd op grote hoeveelheid data van behandelde patiënten waarbij de behandeling en de uitkomst nauwkeurig is vastgelegd. Door patronen en relaties te leggen kan deze kans dan voor een nieuwe individuele patiënt bepaald worden. Op zichzelf zijn dergelijke puur kansvoorspellende modellen beperkt bruikbaar; pas wanneer het bestralingsplan hiermee kan worden bijgestuurd om bijwerkingen te minimaliseren, ontstaat echte meerwaarde. Hoewel de het idee hierachter simpel uit te leggen is, zijn nog niet veel van dit soort modellen in gebruik.

DE BELOFTES ZIJN ER, HOE NU VERDER?

De voorbeelden zojuist genoemd zijn denk ik helder en duidelijk, maar de medische wereld draait niet enkel om goede ideeën en aannames. Belangrijk is dat innovaties ook daadwerkelijk bewezen toegevoegde waarde hebben. Ook dit lijkt een open deur, echter om solide bewijs te verkrijgen van de meerwaarde van deze innovaties blijkt in de praktijk lastig. Het bewijs voor al deze mogelijkheden is er nog maar mondjesmaat. Ook wordt de toegevoegde waarde beïnvloedt door niet alleen de nauwkeurigheid van de innovatie maar ook door de implementatie en adoptie in de klinische routine zorg, de kosten van de innovatie, de juiste patiëntengroep bepalen en vele andere oorzaken. AI verandert de zorg niet automatisch, de combinatie van mens en technologie is hierbij de cruciale factor die bepaalt wat de meerwaarde van technologie is. Ik zal in mijn leerstoel de komende jaren hier invulling aan gaan geven om dit te ondersteunen.

Artificial Intelligence

Het woord ‘Artificial Intelligence’ is nu al verschillende keren genoemd, maar de definities van kunstmatige intelligentie zijn vaak verschillend en in de afgelopen jaren veranderd. Waar een aantal jaar geleden, de technisch hoogwaardige ‘deep-learning’ algoritmen vooral bedoeld werden, is de huidige definitie breder geworden en losgetrokken van de onderliggende technologie. De AI-Act is wetgeving van de Europese Unie die in 2024 van kracht is geworden. Deze wet stelt kaders rondom het ontwikkelen en gebruik van AI. De definitie in deze wet is als volgt (2):

(artikel 3(1)) - Engels: ‘AI system’ means a machine-based system that is designed to operate with varying levels of autonomy and that may exhibit adaptiveness after deployment, and that, for explicit or implicit objectives, infers, from the input it receives, how to generate outputs such as predictions, content, recommendations, or decisions that can influence physical or virtual environments;

Vrij vertaald in het Nederlands betekent dit zoiets als: *“een computerprogramma (of apparaat) dat met verschillende niveaus van zelfstandigheid zich kan aanpassen en daarmee voor expliciete of impliciete doelen een uitkomst te genereren. Dit kan een voorspelling of aanbeveling zijn, maar ook het maken van afbeeldingen, samenvattingen of andere beslissingen die de omgeving kunnen beïnvloeden”.*

In deze definitie zitten enkele aspecten die AI anders maken dan traditionele technologie. Het principe dat een computer of apparaat handelingen uitvoert zijn we bekend mee. Echter expliciet wordt benoemd dat dit kan gebeuren met een variërend niveau van autonomie. Hierbij kan de AI dus onafhankelijk werken van directe menselijke sturing. Daarnaast kan het algoritme zichzelf leren en zich eventueel aanpassen aan de omgeving. En afhankelijk van verschillende input kan het een uitkomst maken die verder gebruikt wordt. Deze uitkomsten zijn dan voorspellingen, handelingen, maar ook aanbevelingen, en zelfsturende AI kan zelf ook beslissingen nemen..

AI voor efficiency

Nu de definitie helder is kunnen we inzoomen op de verschillende soorten AI die er zijn. De grootste categorie van AI toepassingen die momenteel gebruikt wordt in de routine zorg is de categorie die efficiency winst oplevert. Dit zijn vaak AI

toepassingen waarvan de uitkomst controleerbaar is. Hierachter kan nog steeds wel een heel complex algoritme zitten. Voor deze categorie is tijdsbesparing een veelgenoemd argument om deze te introduceren. Behalve dat ze een processtap sneller kunnen maken, zoals bijvoorbeeld het detecteren van een tumor, kan dit soms ook de gehele workflow wijzigen. Zo zijn momenteel bij borstkanker-screening al toepassingen op de markt waarbij bijvoorbeeld de taak van de 2e radioloog die deze beelden moet bekijken overgenomen worden door een AI (3). Het voorbeeld dat ik eerder noemde rondom de automatische intekening van organen in het lichaam valt in dezelfde categorie. Samenvattend zijn dit soms complexe algoritmes waarvan het resultaat te controleren is en indien nodig aan te passen.

VOORSPELLENDEN AI

Een andere categorie van AI, is AI die de kans op een gebeurtenis in de toekomst voorspelt. Deze toepassingen zijn veel in ontwikkeling maar worden minder veelvuldig toegepast in de praktijk. Deze categorie is intrinsiek niet of slechts beperkt controleerbaar is. Deze toepassingen voorspellen bijvoorbeeld de meest geschikte behandeling, de kans dat een bijwerking optreedt, of de kans op genezing. De uitkomst kan pas achteraf met zekerheid worden vastgesteld nadat de daadwerkelijk behandeling gegeven is. De correctheid van de uitkomst van deze categorie is dus veel lastiger te controleren dan de AI voor efficiency toepassingen. De toepassing van voorspellende AI wordt gebruikt om de kwaliteit van de zorg beter te maken, bij voorkeur niet alleen op populatie niveau maar ook voor de individuele patiënt.

De acceptatie van dit soort AI is moeilijker en moet dan ook op een andere manier gebeuren. Waar het voor de controleerbare AI vooral het eindresultaat is wat telt en minder de route ernaartoe, is momenteel bij de voorspellende AI vooral de uitleg en het redeneerproces van belang. Momenteel is dan ook veel aandacht voor concepten waarbij termen zoals ‘explainable AI’ en ‘reasoning’ vaak voorkomen: het uitleggen en redeneren hoe de uitkomst tot stand komt zoals een mens ook doet. Ook termen zoals causaliteit: is er een directe oorzakelijke relatie tussen de ingevoerde parameters en de voorspelde uitkomst. Dit soort principes en technieken zijn momenteel in ontwikkeling en het moet nog afgewacht worden hoe goed deze modellen zijn.

CO-CREATIE

Nu we een beter beeld hebben bij de categorieën van AI, is de volgende stap de juiste toepassingen te kiezen. In het verleden hebben we gezien dat technologie vaak het ziekenhuis binnenkomt via leveranciers of enthousiaste wetenschappers waarbij de klinische noodzaak of meerwaarde niet altijd direct duidelijk was. Dit soort *'technology push'* is van alle tijden en gebeurt nu ook bij AI. Op zichzelf is dit niet erg, echter we moeten oppassen niet in dezelfde valkuilen te trappen als de afgelopen jaren. Dit betekent dat we de juiste vragen moeten blijven stellen over het nut en meerwaarde. Voor diagnostische toepassingen zijn diverse AI modellen al in gebruik op radiologieafdelingen. Voor de voorspellingsmodellen is dit een ander verhaal. Op de intensive care wordt slechts een fractie van ontwikkelde modellen daadwerkelijk gebruikt aan het bed (4). In de radiotherapie hebben we recent zo'n zelfde literatuur analyse gedaan met vergelijkbare resultaten. Eenzelfde beeld zagen we ook op de werkvloer bij een analyse van de implementatie van voorspellingsmodellen in Maastricht. Waarbij bleek dat de klinische praktijk niet altijd aansluit bij de voorspellingsmodellen die ontwikkeld waren. Conclusie van deze studies is dat het vaak ontbreekt aan een daadwerkelijk advies dat opgevolgd kan worden, een zogenaamd *'actionable insight'*. Momenteel bieden deze voorspellingsmodellen te vaak enkel een prognostische voorspelling die geen concrete handvatten biedt om de behandeling aan te passen.

In een gezamenlijk project gefinancierd door ZonMW met verschillende radiotherapiecentra (OPERA (5)) gaan we verder kijken hoe we nu samen met de eindgebruikers verantwoorde modellen kunnen ontwikkelen en implementeren. Co-creatie is hierbij noodzakelijk om een eindproduct te maken dat gedragen wordt op de werkvloer. Vroegtijdig overleg tussen de ontwikkelaars en eindgebruikers is nodig om bruikbaarheid te garanderen. Hierbij wordt ook verder gekeken dan de ontwikkelaar en de dokter: ook bevragen we de IT-architect voor de technische infrastructuur, een statisticus, de data-scientists die modellen ontwikkelen en alle betrokkenen. Hierbij komen wederom termen zoals causaliteit, uitlegbaarheid, gebruiksgemak, validatie, training, adoptie, scholing allemaal terug. *'Design thinking'* methodologie waarbij in korte sprints naar een prototype gewerkt wordt, kan gebruikt worden om het concept tastbaar te maken en al in een vroeg stadium de ontwikkeling vorm te geven.

RISICO CLASSIFICATIE

Beiden categorieën AI, de AI voor efficiency en de voorspellende AI, worden in de gezondheidszorg toegepast. Maar beide verdienen een andere aanpak voor de selectie, implementatie en evaluatie. Wat wel nodig is voor beide soorten AI is een inschatting van de kans dat een fout gemaakt wordt en de impact die dat heeft.

Voorbeelden van een laag of gemiddeld risico AI zijn bijvoorbeeld de automatische intekening van de gezonde weefsels zoals al eerder besproken. Maar ook AI die efficiëntie of automatisering van roosters bijvoorbeeld kan ondersteunen. Of AI toepassingen om samenvattingen te maken van het gesprek dat de dokter met de patiënt heeft voor verslaglegging in het medisch dossier, kan altijd gecontroleerd worden op correctheid. Een voorbeeld in de patiëntenzorg van een laag of medium risico AI dat we bij Maastrou geïntroduceerd hebben is een voorspellingsmodel dat voorspelt of een sonde voor extra voeding geplaatst moet worden bij een patiënt (6). Op basis van patiëntkenmerken en het behandelplan wordt de dokter ondersteunt om dit samen met de patiënt te bespreken. Dit soort AI heeft naast een goede trainingsdata en controle ook de zwaardere verplichting van de Medical Device Regulation (MDR), de EU wetgeving die toeziet op alle medische hulpmiddelen en toepassingen waarbij er een besluit gemaakt wordt rondom de diagnostiek of behandeling van een individuele patiënt.

Deze MDR wetgeving is ook strenger voor de hogere risico hulpmiddelen waar AI wordt ingezet om medische besluitvorming nog verregaander te ondersteunen. Een voorbeeld van zo'n hoge klasse toepassing (Class III) is bijvoorbeeld de zelfstandige analyse van foto's van mogelijke huidkanker die vaststelt of het plekje goedaardig of kwaadaardig is. Door de grote impact die dit soort systemen kunnen hebben op de patiënt, is het uiteraard belangrijk dat dit goed gevalideerd op de markt komt.

Uit bovenstaande voorbeelden blijkt dat het belangrijk is om naast het soort AI ook het risico niveau van een AI toepassing goed in te schatten. Momenteel zijn we ook aan het onderzoeken of de manier van risico analyse die we jarenlang gebruiken en verfijnd hebben ook toepasbaar is voor AI toepassingen. Dit levert nieuwe uitdagingen op omdat vaak risico inschattingen bepaald worden op basis van uit het verleden geleerde fouten. Voor AI toepassingen hebben we die ervaring slechts mondjesmaat. De radiotherapie gemeenschap en Maastrou

in het bijzonder heeft een lange traditie in methodieken voor risico inschatting, dit vormt ook een gezonde basis om dit voor AI gerealiseerd te krijgen. Voor de automatische intekening software zijn we dit momenteel al aan het onderzoeken. We hebben de eerste stappen rondom een vernieuwde Europese aanpak al gezet en deze zullen we de komende jaren verder uitwerken (7).

Selectie

In het tweede deel van deze rede wil ik ingaan hoe in deze leerstoel aandacht besteed zal worden aan 1) het selecteren van de juiste AI toepassingen, 2) het zorgen voor een efficiënte implementatie en 3) het evalueren van de toegevoegde waarde voor de zorgprofessional, patiënt en organisatie.

Als eerste de noodzaak waarom het belangrijk is dat we zorgvuldig kijken naar de mogelijkheden van AI toepassingen. We worden momenteel geconfronteerd met een dubbele vergrijzing: er komen niet alleen meer ouderen, maar deze populatie leeft ook nog langer. Dit zorgt ervoor dat we een grote zorgvraag krijgen in de toekomst. Daarbovenop komt nog dat de kosten voor de zorg ieder jaar stijgen. Zeker in de laatste levensfase zijn de kosten een veelvoud vergeleken met de kosten in eerdere levensjaren. En om dit doembeeld compleet te maken, leiden we te weinig nieuwe zorgprofessionals op en hebben we te maken met verloop en uitstroom van personeel naar andere werkvelden. Momenteel werken er ongeveer 1 op de 7 mensen in Nederland in de zorg. Met meer scholing en het aantrekkelijker maken van de zorg kunnen we de hoeveelheid personeel nog wat omhoog krijgen, maar de prognoses van de Wetenschappelijk Raad voor Regeringsbeleid (8), laten zien dat we zelfs 1 op de 4 mensen in 2040 nodig hebben. En dit aantal zou oplopen naar 1 op de 3 mensen in 2060 indien de ontwikkelingen zich in het huidige tempo doorzetten. Dit is natuurlijk geen realistisch of werkbaar toekomstbeeld. Hoewel de zorgsector en de politiek zich hier wel al van bewust zijn, heeft het ombuigen ervan nog niet de hoogste prioriteit in de maatschappij gekregen. Bovendien is dit ook geen makkelijke opgave om te realiseren. AI zal een onderdeel van de oplossing worden. Aan ons dan ook de taak om deze tot maximale potentie te laten komen om zo het eerder geschetste scenario af te wenden.

QUADRUPLE AIM MODEL

Om een juiste selectie van de types en soort AI te doen in de zorg is het belangrijk om bovenstaande factoren allemaal mee te wegen. Een model dat we hierbij gaan toepassen is het zogenaamde “*Quadruple Aim Model*”. Hierbij staan 4 doelstellingen centraal; verbeteren van de individuele patiëntervaring, verhogen van gezondheid van de hele patiëntenpopulatie, verlaging van de kosten, en het verhogen van het werkplezier van de zorgprofessional (9).

Deze methodiek kan gebruikt worden om inzicht te geven in hoe innovaties te se-

lecteren en te prioriteren. Het tastbaar en concreet maken welk probleem de innovatie daadwerkelijk oplost is cruciaal in de fase van ontwikkeling en selectie. Dit is geen gemakkelijke opgave, zeker voor de in snel tempo beschikbaar komende AI toepassingen. Toch zullen organisaties keuzes moeten maken, liefst op basis van een objectieve methodiek in lijn met hun strategische doelstellingen. Dit model kan houvast en inzicht geven welk probleem een innovatie adresseert en welke prioriteit daarbij hoort. Voordeel is dat de innovaties dan direct gekoppeld zijn aan de brede eerder genoemde uitdagingen in de gezondheidszorg. Ik zal de individuele componenten van dit model nu bespreken.

PATIËNT ERVARING EN GEZONDHEID VAN DE POPULATIE

Verbetering van de kwaliteit van leven voor patiënten is uiteindelijk het doel van de gezondheidszorg. Voor AI toepassingen die willen bijdragen in deze categorie is het soms moeilijk om direct deze toegevoegde waarde aan te kunnen tonen of te kwantificeren. Het is echter wel belangrijk dat de voordelen voor óf een individuele patiënt óf groepen van patiënten hierbij in kaart gebracht worden. Echter zoals eerder al genoemd zijn veel AI innovaties gericht op efficiency. De AI toepassingen die echt impact hebben op een verbetering van de patiëntbehandeling zijn nog niet beschikbaar op grote schaal. Dit komt onder andere door het type AI dat hiervoor nodig is: het gaat dan vaak om de voorspellende AI. Hierbij hebben we al gezien dat het aantonen van toegevoegde waarde op individueel niveau, uitermate lastig is. Op populatie niveau (dus voor groepen van patiënten) zijn wel al vaak modellen beschikbaar die risico niveaus inschatten en op basis daarvan subgroepen creëren van patiënten. Deze subgroepen kunnen meer of minder baat hebben bij de ene of de andere behandeling. Dit soort methodieken gebruiken we al jaren in de gezondheidszorg en wordt in de oncologie dagelijks gebruikt. Een goed voorbeeld hiervan is de klassieke indeling (TNM classificatie) van tumoren. Hierbij wordt gekeken naar tumorgrootte, of lymf klieren zijn aangedaan en of de tumor al uitgezaaid is. Deze classificatie is gebaseerd op de prognose van een patiënt en hieraan gekoppeld wordt dan de intentie en het type van de behandeling. Echter dit is niet het soort toepassing dat in veel van de huidige AI modellen wordt onderzocht. Vaak wordt op zoek gegaan naar een model voor de prognose van de individuele patiënt waarvan het bewijs leveren lastiger is dan op populatie niveau. In mijn optiek zouden we subgroepidentificatie met AI opnieuw als tussenstap moeten benutten als springplank naar individuele voorspellingsmodellen.

Deze tussenstap geeft dan het vertrouwen in de huidige lichte innovaties zodat op populatie niveau al direct toegevoegde waarde gecreëerd wordt in de overbruggende fase richting individuele patiënt voorspellende AI modellen.

KOSTEN

Met de komst van gratis beschikbaar gestelde chatbots zoals ChatGPT lijkt het verleidelijk te denken dat AI oplossingen gratis of goedkoop zijn. Ook voor deze gratis aangeboden tools wordt de prijs ergens betaald. Bedrijven en organisaties zijn zich momenteel aan het oriënteren op het gebruik van AI maar vaak is nog niet duidelijk wat de financiële impact gaat zijn. Dit geldt op vele gebieden: het maken van business cases voor investeringen, strategische personeelsplanning, opleiding van medewerkers, of de impact op de dagelijks uit te voeren werkzaamheden. Ook in de zorg is het financiële plaatje rondom AI nog niet volledig uitgewerkt. De kosten rondom besparingen in de werklust met AI oplossingen zijn nu vaak net zo hoog als de kosten gemoeid met de investeringen die gedaan moeten worden in infrastructuur, licenties en implementatie. Afhankelijk van het type AI, zijn de business cases puur financieel bekeken vaak niet positief. Zeker als de uren en kosten voor ontwikkeling, implementatie, scholing en beheerskosten in rekening worden gebracht. De verwachting is dat AI voor efficiency in de toekomst wel tot een stabiel kosteneffectief model komt. Zeker voor de veelvoorkomende handelingen zoals rapporteren, verslagvoering, of de technische handelingen zoals het maken van behandelplannen. Voor voorspellende AI is een kosteneffectief verdienmodel op korte termijn zeer uitdagend. Het voorkomen van bijwerkingen, beperken van eerste hulp opnames, of het verhogen van de kwaliteit van leven kan weliswaar uitgedrukt worden in een monetaire waarde maar in de praktijk is dit moeilijk te meten, laat staan te verzilveren. De voorspellende modellen zijn daarnaast op het moment vaak heel specifiek voor een kleine patiëntengroep waarbij schaalbaarheid mist en vaak per toepassing een nieuwe AI getraind moet worden. Ook zijn de ontwikkelkosten hoog door strenge wet- en -regelgeving zoals de MDR. De ontwikkel- en implementatiekosten per voorspellingsmodel zijn momenteel vaak nog vele malen hoger dan de prijs die hiervoor betaald kan worden en is de toegevoegde waarde nauwelijks bekend. Daarom zullen commerciële partijen niet snel deze modellen op de markt brengen. Hiervoor zullen universiteiten en zorgorganisaties dus in eerste instantie zelf de ontwikkeling en implementatie moeten gaan doen om haalbaarheid en toegevoeg-

de waarde aan te tonen.

WERKPLEZIER VAN DE ZORGPROFESSIONAL

De laatste component van het *'Quadruple Aim Model'* is de erkenning van het zorgpersoneel in het hele systeem. Waar de vorige componenten rondom kwaliteit en kosten al in klassieke raamwerken rondom bijvoorbeeld *'Value Based Health-care'* (10) zitten, is de aandacht voor de zorgmedewerker expliciet toegevoegd als component in dit model.

Een van de oorzaken voor vermindering van werkplezier is de (te) hoge werklast. Voor de radiotherapie specifiek zijn we momenteel diverse concepten rondom werklastvermindering aan het uitwerken (11). Hieronder vallen de meer medisch georiënteerde innovaties zoals het minder vaak bestralen met een hogere stralingsdosis per keer (de zogenaamde hypofractionatie), workflow verbeteringen waarbij alleen medische procedures en handelingen verder door geoptimaliseerd worden als ze ook daadwerkelijk waarde voor de patiënt toevoegen, of AI tools voor efficiency en het automatiseren van processtappen.

Een andere werklastvermindering waar AI een grotere rol gaat spelen de komende jaren is het efficiënter uitvoeren van administratieve taken. Een voorbeeld dat de komende jaren verder uitgerold gaat worden is spraak-gestuurd rapporteren en zogenaamd *'ambient listening'* in de spreekkamer. Hierbij wordt het gesprek tussen arts, patiënt en familie opgenomen op de achtergrond waarna de spraak omgezet wordt in tekst, en met behulp van taalmodellen een samenvatting van het gesprek gemaakt wordt. De kansen die dit biedt zijn nog niet allemaal uitgezocht, bijvoorbeeld kan een gedeelte van het elektronisch patiënten dossier automatisch al voor ingevuld worden zodat dit enkel nog gecontroleerd moet worden. Als we nog verder doordenken kan eventueel ook automatisch al vervolgtaken of afspraken ingepland worden, zoals het aanvragen van een extra scan, consult of bloedbepalingen. Samenvattingen van het gesprek kunnen dan door de inzet van deze taalmodellen ook voor de patiënt in begrijpelijke taal worden uitgeschreven. Naast de verhoging van de registratie kwaliteit die dit met zich mee kan brengen, zijn dit allemaal kansen om de zorgprofessional te ontlasten in de administratieve werkzaamheden die vaak gezien worden als een minder leuk onderdeel van het vak.

Naast deze mogelijkheden moeten we ook oog houden voor de impact op de zorgprofessional. Sommige deeltaken worden overgenomen door een computer. Echter dit kunnen ook taken zijn waar de zorgprofessional zelf veel voldoening en plezier uit haalt. Een voorbeeld is het maken van een bestralingsplan. Dit is een tijdrovende taak die voor sommige patiënten soms wel 2 tot 8 uur in beslag neemt. Deze taak zal in meer of mindere mate door een AI overgenomen worden en hiermee kan dus tijd worden bespaard. Dit klinkt mooi, maar dit is ook een taak die voldoening en inhoud geeft aan het werk van radiotherapeutisch laboranten, waarbij ze voelen dat ze echt iets kunnen bijdragen aan de kwaliteit van de behandeling. Niet iedereen is hier direct enthousiast over. Voor het automatisch maken van behandelplannen zal men zich moeten realiseren dat de rol gaat schuiven van een uitvoerende naar een meer controlerende taak. Dit is in principe niet erg maar er moet wel iets in de plaats komen om het werkplezier te behouden. Voor dit voorbeeld van automatisch bestralingsplanningen maken is dat ook het geval. De AI's worden getraind op historische data en het is dus van belang dat deze trainingsdata van hoge kwaliteit is. Hier kan weer een nieuwe uitdaging voor medewerkers ontstaan om zo'n trainings-set zo kwalitatief hoogwaardig te maken dat deze als basis dient voor een goede behandeling van de hele patiëntengroep. Daarnaast blijft meer tijd over voor de complexe patiënten die meer aandacht vragen waarbij de expertise en vaardigheden van de laborant extra uitgedaagd worden. Het is belangrijk dat zorgprofessionals beseffen dat rollen en taken in de toekomst zullen verschuiven. De aard van werkzaamheden zal dus veranderen. Dit is inherent aan het inzetten van technologie in de zorg. Wat op dit moment wel anders is, is dat deze AI innovaties momenteel sneller worden uitgerold dan innovaties in het verleden. We zullen actief aandacht moeten blijven besteden dat iedereen mee kan in deze snelheid en tegelijk zorgen dat we het vak aantrekkelijk houden. Hiervoor oog blijven hebben is dus een belangrijke component voor succesvolle implementatie van deze innovaties.

Implementatie

Implementeren van innovaties is zowel een vak als een wetenschappelijk vakgebied. De wetenschappelijke discipline rondom *'implementation science'* bestudeert de principes achter succesvolle implementaties en de factoren die implementatie beïnvloeden. Het is belangrijk dat de principes uit deze wetenschap ook goed worden overgenomen door het werkveld bij het uitoefenen van het 'vak'. Uit onderzoek weten we dat de implementatie zelf een belangrijk onderdeel is van het wel of niet slagen van een innovatie. Dit onderdeel wordt in de praktijk vaak onderschat. Rondom innovatie implementatie is de laatste jaren in de gezondheidszorg terecht meer aandacht gegeven, o.a. met leerstoelen ook aan deze universiteit. Ook subsidieverstrekkers zoals ZonMW en KWF vragen nu vaak standaard om een implementatieplan. Naast de inhoudelijk facetten die per project of innovatie komen kijken, wil ik me in deze leerstoel richten op de lessen die we kunnen leren uit (vroeg) technologie implementaties. Voor AI moeten we overnemen wat werkt en aanpassen wat nodig is.

AI lijkt in vele opzichten op technologie innovatie, echter toch is op dit moment een andere aanpak wel degelijk vereist omdat enkele uitgangspunten anders zijn dan bij de huidige technologische innovaties. Bijvoorbeeld het niet-deterministische karakter van de AI waarbij niet altijd voorspeld kan worden wat de uitkomsten zijn. Ook in de huidige grote taalmodellen zoals GPT kan de AI gaan hallucineren (waarbij confabuleren trouwens de correcte term is). Hiermee wordt dan met veel overtuiging door het taalmodel onjuiste antwoorden gegeven, iets dat met meer klassiek georiënteerde innovaties niet vaak gebeurde. Ook de snelheid waarmee deze innovaties op de maatschappij afkomen is in veel hogere vaart dan de klassieke technologische ontwikkelingen. Vroeger was meer tijd beschikbaar om aan een nieuwe werkwijze en innovatie te wennen. Maar zo zijn er nog andere gebieden waarop soms net een ander accent gelegd moet gaan worden: voorbeelden hiervan zijn scholing, de risico-inschatting zoals ik eerder al noemde, het grote spectrum aan mogelijkheden waar deze zogenaamde *'foundation models'*, zowel voor beeld als taal, voor kunnen worden toegepast.

Ik zal niet alle gebieden van het implementatie traject hier bespreken die mogelijk anders zijn, maar slechts enkele toelichten waar we momenteel aandacht aan besteden.

GOVERNANCE VAN AI

De governance van AI is momenteel een van deze onderwerpen. Governance is het systeem van regels, processen en beleid aangevuld met de afspraken wie verantwoordelijk is voor de onderdelen. Momenteel hebben zorginstellingen vaak slechts op hoofdlijnen een gekoppelde governance structuur voor aan de ene kant de meer klassieke IT toepassingen, en aan de andere kant de medisch inhoudelijke toepassingen. Beide structuren hebben een lange traditie en zijn ontwikkeld om organisaties veilig en effectief te kunnen besturen. In de IT governance voor de zorg kan uit de ervaringen van de industrie of bedrijfsleven worden geleerd. Voor de medische technologie is de laatste decennia een apart werkveld ontstaan. Dit is voornamelijk het werkterrein van de klinisch fysicus, die verantwoordelijk is voor de veilige en verantwoorde inzet van medische technologie. Hierbij wordt, ook juridisch, het onderscheid gemaakt of technologie een directe impact heeft op de diagnose of de behandeling van de patiënt. Zodra er een directe impact is dan ligt de eindverantwoordelijk voor de technologie mede bij de klinisch fysicus. Is de technologie meer administratief of ondersteunend van aard dan is de IT afdeling vaak de belangrijkste betrokken partij.

Voor AI toepassingen vervagen deze lijnen en wordt het geheel complexer. Laten we het voorbeeld nemen van het automatische samenvatten van een gesprek tussen patiënt en dokter door een GPT algoritme. Zolang het gaat om het maken van deze samenvatting is dit geen medisch hulpmiddel omdat het niet een directe relatie heeft met de diagnose of keuze voor een behandeling. Dit wil trouwens niet zeggen dat de risico's van een verkeerde samenvatting groot kunnen zijn als die niet voldoende gecontroleerd wordt. Bij dit soort gebruik valt de verantwoordelijkheid vaak onder een IT afdeling of de beheerder van de applicatie, en is de applicatie op zich geen medisch hulpmiddel. Als we dezelfde technologie een stapje verder ontwikkelen om naast de samenvatting ook alvast een aanvraag uit te zetten om enkele bloedwaardes te laten bepalen of een scan in te plannen, of nog verder ontwikkeld om op basis van het gesprek alvast een diagnose en een behandeling voor te stellen, dan komen we wel richting een medisch hulpmiddel en wordt de impact van een fout groter. Dit soort technologie valt dan weer onder de striktere wetgeving van de MDR en dus de verantwoordelijkheid van de klinisch fysicus. Deze scheidslijn van toepassingen zal dus iedere keer opnieuw bepaald moeten worden waarbij het ook van belang is goed zicht te houden hoe deze technologie in de praktijk daadwerkelijk gebruikt wordt. Dit kan op termijn

anders zijn dan waar het origineel voor bedoeld was. Hierbij is het dus van belang dat een meer complete AI governance structuur oog heeft voor deze subtiliteiten met betrekking tot deze toepassingen zeker in het grijze gebied tussen de AI voor administratieve en medische doeleinden. In een lopend project onderzoeken we o.a. hoe zo'n AI governance structuur eruit moet komen te zien (12) bij Maastrou en het ETZ hier in Tilburg. Dit zogenaamde Icon project is gefinancierd door deze universiteit vanuit het programma 'Digital Sciences for Society'. Hierbij gaan we een AI governance ontwikkelen vanuit de theoretische kaders en toewerken naar een duidelijke implementatie in de praktijk.

WETGEVING

Voor veilige implementatie van technologie zijn diverse kaders opgesteld, sommige normen worden opgelegd door het veld en de beroepsgroep zelf, anderen bij wet verplicht. De meeste impact op AI in de gezondheidszorg komt voort uit Europese wet- en regelgeving. Voor AI zijn drie grote domeinen van belang. De privacy wetgeving geregeld in de GDPR en de AVG als Nederlandse versie hiervan. De Medical Device Regulation die medische technologie beschrijft, en meer recent de AI-Act die duiding geeft aan hoe de kaders er voor de diverse soorten van AI uitzien.

De MDR beschrijft aan welke eisen medische software en hulpmiddelen moeten voldoen. Deze wet reguleert voorwaarden voor bedrijven die producten op de markt willen brengen. Indien commerciële producten ontbreken geeft deze wet ook ruimte om innovaties in-huis te ontwikkelen. Vooral voor academische instellingen die zelf medische hulpmiddelen of software ontwikkelen wordt dit volgens een kwaliteitsmanagementsysteem gedaan. Dit is een soort handboek voor de ontwikkeling, validatie en monitoring van de innovatie. Hierin wordt voornamelijk risico-gestuurd gekeken naar de specificaties, het ontwerpen en gebruik. Het ontwikkelen volgens de normen van de MDR levert innovaties op die van goede kwaliteit zijn. Ontwikkelen volgens deze kwaliteitsstandaard kost veel tijd en resources. Echter, de grootste beperking die momenteel door de wetgever is opgelegd zit in de verdere opschaling van de ontwikkelde innovatie. Ziekenhuizen die dit soort innovaties in huis ontwikkelen mogen deze innovaties niet delen met andere ziekenhuizen. De route voor opschaling is via een bedrijf of andere instantie die dit op de markt moet brengen. Voor een aantal AI toepassingen zoals

bijvoorbeeld de voorspellingsmodellen is deze route nog niet commercieel interessant. Dit maakt dat modellen voor typische doelgroepen van 20 tot 200 patiënten per jaar commercieel niet aantrekkelijk zijn. Dit is een uitdaging waar we samen een antwoord op moeten vinden. De vraag die we de komende jaren gaan uitwerken is dan ook hoe we deze in-huis ontwikkelde innovaties toch op een verantwoorde manier gaan opschalen. Daarnaast is voor een goede integratie in de workflow het van belang dat de leveranciers van de elektronische patiënten dossiers ook mee moeten gaan om hun software open te stellen voor dit soort integraties.

Naast de MDR is ook de Europese AI-Act in 2024 van kracht geworden. Deze wetgeving regelt de toepassing en randvoorwaarden van AI voor de hele maatschappij en niet enkel voor de zorg. Belangrijk is dat veel medische toepassingen komen in de zogenaamde hoog-risico klasse, waardoor weer een horde bovenop de ontwikkeling en implementatie kan komen. Om te onderzoeken of dit het geval is, hebben we het afgelopen jaar onderzocht of de intenties om AI te introduceren is vertraagd in de Nederlandse ziekenhuizen als gevolg van deze wetgeving. Uit dit onderzoek blijkt dat deze intenties helemaal niet belemmerd werden. Maar dan wel alleen voor die ziekenhuizen die toch al bekend waren met de MDR en hier een passend kwaliteitsmanagement systeem voor in orde hadden. Het bleek zelfs dat ziekenhuizen die een kwaliteitsmanagement systeem hadden geïmplementeerd zelfs een voorsprong hadden t.o.v. de ziekenhuizen die hier nog niet zo ver in waren (13). Voor de administratieve AI innovaties die vaak ingebouwd zitten in de elektronische patiënt dossier software was dit echter een ander verhaal, hier waren andere factoren zoals de volwassenheid van de AI technologie, de hoeveelheid benodigde veranderingen in de werkwijze en gebruikersadoptie de meest genoemde hordes. Ook hier speelde de strengere wetgeving geen grote rol.

Wat een grotere hoofdbreker is voor snelle innovatie, is de privacy wetgeving. Voor AI is toegang tot grote hoeveelheden hoge kwaliteit data uitermate belangrijk bij het maken van de AI modellen, de zogenaamde training stap. Dit geeft uitdagingen bij het op de juiste manier bij elkaar brengen van de patiëntdata waarop de modellen geleerd worden. Voor implementatie van elders ontwikkelde modellen is het testen van een model op de eigen behandelde patiënten een belangrijke stap voordat naar gebruik overgegaan kan worden. Iedereen is het erover eens dat de privacy gewaarborgd moet blijven. Echter de mate van waarborging, de on-

bekendheid met AI en de snelle opmars van de nieuwe innovaties zorgen ervoor dat door juristen en bestuurders soms al vroeg op de rem getrapt wordt voor het ontsluiten van de data opgeslagen in het EPD of beeldarchief. De zorgen zijn mogelijk valide, echter de risico's op een inbreuk in privacy wordt vaak erg overschat. Richtlijnen, werkafspraken en technisch hulpmiddelen voor het anonimiseren zijn beschikbaar. Vanuit organisatie perspectief zal wel een standpunt ingenomen moeten worden hoe we de patiënt data willen ontsluiten en voor welke doelen. *Privacy-by-design* zal in toekomst een van de principes zijn die gevolgd kan worden bij de ontwikkeling en validatie om zo vertrouwen te krijgen dat zorgvuldig met de privacy van patiënten blijft worden omgegaan.

RICHTLIJNEN

We hoeven dit werk niet allemaal individueel opnieuw te doen. Een brede basis van richtlijnen, leidraden en raamwerken is beschikbaar. Hiervoor is bij uitstek een rol weggelegd voor de professionele organisaties op landelijke en internationaal niveau. In mijn eigen vakgebied de Nederlands Vereniging voor Radiotherapie en Oncologie (NVRO), die middels een opgerichte task force rondom innovatie implementatie ook het AI stuk kan bedienen (14). Andere professionele organisaties zoals de Nederlands Vereniging voor Klinische Fysica (NVKF) vervullen een rol rondom medische technologie zelf, bijvoorbeeld door middel van het kennisplatform AI waarin ikzelf deelneem. Ook is het belangrijk om op internationaal niveau te blijven zoeken naar nieuwe inzichten. Dit is vaak verhelderend en geeft soms nieuw perspectief en duiding voor de nationale of lokale ontwikkelingen. Een sterke Europese vereniging van radiotherapie en oncologie bijvoorbeeld (ESTRO) kan naast internationale richtlijnen ook zorg dragen voor de scholing van nieuwe generatie onderzoekers en zorgprofessionals. Ook hieraan mogen bijdragen is bijzonder waardevol. Bijvoorbeeld door zitting te nemen in gespecialiseerde focus groepen rondom AI, meeschrijven aan de leidraad Klinische Implementatie van Medische Hulpmiddelen gebaseerd op AI (KLIM-AI). Dit alles brengt het veld samen vooruit. De directe terugkoppeling naar de werkvloer maakt het hierbij extra motiverend om in de praktijk uit te voeren wat vanuit de theorie bedacht is.

STAKEHOLDER INVOLVEMENT

Een laatste component die belangrijk is bij de implementatie is het meenemen van alle belanghebbenden in het proces. Deze belanghebbenden, in het Engels ‘*stakeholders*’, zijn heel breed gedefinieerd. Methodieken om informatie op te halen bij stakeholders gebruik makend van bestaande methodes zoals CFIR hebben we ook al succesvol toegepast op AI (15). Zorgprofessionals moeten vroeg betrokken worden bij de eerder genoemde co-creatie sessies zodat de juiste modellen ontwikkeld worden. Ze zijn ook belangrijk met het oog voor het werkplezier bij de inzet van deze tools. Hieraan gekoppeld is ook de AI geletterdheid en scholing zodat medewerkers klaar zijn voor deze digitale transformatie. Hoe deze geletterdheid eruit moet zien en tot welk niveau dit nodig is, is momenteel niet duidelijk en algemene scholing is niet beschikbaar. Gedeeltelijk zullen we deze scholing zelf maken, met als voorbeeld e-learning modules voor medisch specialisten voor de voorspellingsmodellen die we in-huis ontwikkeld hebben (13).

De al eerder genoemde co-creatie met de ontwikkelaars van AI tools is van groot belang voor het maken van de juiste toepassingen. Deze ontwikkelaars zijn de innovatoren die de technisch hoogstaande AI maken. We kunnen hun ondersteunen met richtlijnen en advies, laten zien waar de hiaten zitten in de huidige werkwijze en de problemen en behoeftes aankaarten. Of dit nu de data scientists zijn op de universiteiten of de ontwikkelaars in de industrie, deze groep moeten we input blijven geven uit de praktijk om de optimale innovaties vorm te geven.

Een andere stakeholder die ik hier wil benoemen en die in de implementatie literatuur ook een grote rol heeft, is de bestuurslaag van gezondheidsorganisaties. Digitale transformatie en AI toepassingen zullen steeds meer op ons afkomen. Onzekerheid waar de meerwaarde zal zitten mag geen rem vormen van de betrokkenheid en koers van management voor de langere termijn. Zeker in deze turbulente tijd is het nodig dat ook hier snel geschakeld wordt in een veranderende omgeving waarbij ondersteuning van boven tot onder in de organisatie nodig is. AI mag dan voor sommige toepassingen als een hype gezien worden, de onderliggende technologie is niet voor niets door de Wetenschappelijk Raad voor Regeringsbeleid uitgeroepen tot een nieuwe systeem-technologie (8). Management zal hier dus actief een rol in moet nemen. De andere component is financiering welke van diverse kanten komen, de eigen zorginstellingen kunnen een deel van hun budget voor innovatie hiervoor aanwenden, maar nadrukkelijk zal breder in

het ecosysteem gekeken moeten worden. Subsidies van de overheid of charitatieve fondsen kunnen een start maken hierin, maar ook zorgverzekeraars en samen ontwikkelen met de industrie is een geschikte vorm die kan zorgen voor robuuste en duurzame opschaling naar commercieel beschikbare toepassingen.

Als laatste, en misschien de belangrijkste belanghebbende in dit hele verhaal is de patiënt. Meer en meer zal van diverse kanten dit perspectief belicht moeten gaan worden. Georganiseerd in patiëntenverenigingen en cliëntenraden wordt hun stem beter vertegenwoordigd en willen ze meer inspraak dan in verleden. Deze groepen integreren vraagt een gestructureerde aanpak, maar ook hier ligt de taak om deze groep te scholen en mee te nemen in de ontwikkelingen.

Evaluatie

Na de juiste selectie en succesvolle implementatie van innovaties wordt vaak direct weer overgegaan tot de orde van de dag. Dit is tot op zekere hoogte prima voor innovaties die bijvoorbeeld elders al hun meerwaarde hebben bewezen. Voor de huidige AI applicaties is een vernieuwd evaluatie raamwerk nodig. De AI-Act schrijft bijvoorbeeld *'human oversight'* of menselijk controle voor bij hoog-risico toepassingen. Het is hierbij nog niet eens zozeer dat dit de belangrijkste drijfveer is om evaluaties te doen. Vanuit de zorgorganisatie zelf kan een goede evaluatie van grote meerwaarde zijn. AI toepassingen zijn nog volop in ontwikkeling en de toegevoegde waarde kan daarom op voorhand niet altijd goed worden ingeschat. Soms wijzigt de manier van werken wat vooraf niet altijd goed te voorspellen is.

Dit zagen we ook al terug in de klassieke risico-analyse die we uitvoeren en waar jarenlang ervaring mee is opgedaan. Ik had het hier aan het begin al even over, de algemene werkwijze om prospectief risico inschattingen te maken zijn zeker te gebruiken, maar de daadwerkelijke inschatting van risico's en impact is lastig wanneer gebruikers en ontwikkelaars te weinig ervaring hiermee hebben. Wijzigingen in de workflow kunnen ervoor zorgen dat het beoogd gebruik, en dus de verwachte risico's, anders zijn dan op voorhand ingeschat. Oog hebben voor de punten waarop AI anders is, denk bijvoorbeeld aan het niet-deterministische karakter van de AI, of de grote hoeveelheden data die nodig zijn om een AI op te trainen, is daarom noodzaak om in een evaluatie mee te nemen.

Zo'n evaluatie raamwerk hoeft geen volledig nieuwe structuur te zijn. Het ligt voor de hand dit in te passen in het eerder genoemde AI governance raamwerk. Bijvoorbeeld door terug te kijken of de verwachte meerwaarde zoals gedefinieerd bij de initiële selectie van de AI behaald is, maar ook te evalueren of het implementatieproces tot een succesvolle introductie heeft geleid. Houvast in de evaluatie kan worden gevonden bij de eerder geïntroduceerde vier componenten van het *'Quadruple Aim Model'*. Levert het daadwerkelijk de efficiëntie winst op die geclaimd werd, zijn de uitkomsten en kwaliteitsverbetering van de patiëntenzorg echt hoger, en wordt de werkdruk verlaagd en het werkplezier verhoogd. Hierbij is het wel goed om te realiseren dat voor huidige zorgpaden, de historische uitgangswaarden niet altijd bekend zijn. Hierdoor worden AI innovaties vaak tegen een strengere lat gelegd dan de huidige procedures. Indien de AI de verwachtingen waarmaakt is dit prima, echter het moet niet zo zijn dat vooruitgang in kwaliteit belemmerd wordt omdat de menselijke perceptie van AI strenger wordt beoor-

deeld dan in de huidige praktijk de norm is.

In mijn leerstoel wil ik ook aandacht besteden aan de ontwikkeling van zo'n integraal selectie, implementatie en evaluatie raamwerk voor AI. Bouwende op decennia van innovatie evaluatie voor meer klassieke technologie en software innovaties kunnen we een vliegende start maken. We zitten voor veel AI technologie in een fase van pilots, proefprojecten en beloftes, belangrijk gaat zijn dat we snel opschalen en over het hele spectrum van de innovatiepijplijn enkele innovaties klaar hebben staan.

In zo'n raamwerk zullen we wel onderscheid gaan maken naar de fase waarin de technologie zich bevindt, de zogenaamde Technology Readiness Levels (TRL). De vroege AI toepassingen met veel potentie zullen we in pilots op een andere manier moeten evalueren dan robuuste bewezen innovaties. Bij deze vroege pilots is het vaststellen van de potentiële meerwaarde met behulp van de juiste surrogaat eindpunten een veelgebruikte methode. Voor technologische ontwikkelingen is een decennium geleden al de methode van *'linked evidence approach'* beschreven door de KNAW (16). Deze richtlijn bevat handvatten om per ontwikkel- en implementatiestap bewijs te verzamelen die de innovatie ondersteund. Is dit bewijs er niet dan zal terug gegaan moeten worden naar de tekentafel om aanpassingen te doen. Zo'n mijlpaal gebaseerde aanpak heeft zijn meerwaarde al bewezen. In het begin van deze rede heb ik de introductie van de automatische intekening van organen in een scan al besproken. Hierbij hebben we een proof-of-concept gelanceerd in een kleine setting samen met de fabrikant, waarna zowel kwalitatieve als kwantitatieve methodes ontwikkeld om de toegevoegde waarde te meten. Bijvoorbeeld de overlap van deze intekeningen met de klinische praktijk werd vastgelegd, maar ook keken we direct al naar de beoogde tijdswinst die opgeleverd werd in een gecontroleerde omgeving. Bij de verdere opschaling werd ook de adoptie in de routine gemonitord, met checklijsten om structureel de kwaliteit te waarborgen. Hierbij wordt dan ook periodiek feedback gegeven aan de fabrikant voor aanpassingen en verbetering. Dit soort stapsgewijze aanpak zullen we ook voor toekomstige AI innovaties doorlopen.

Met deze aanpak kunnen we dan ook het **bewijs** verzamelen van de **beloftes** die AI maakt in de zorg. Dit soort evaluaties maakt de cirkel dan ook weer rond, geeft ruimte aan nieuwe ideeën voor de volgende lichting innovaties waarmee we op-

nieuw de cyclus beginnen om een betere zorg voor morgen te realiseren.

Dankwoord

Hiermee ben ik aan het einde gekomen van mijn inaugurele rede. Zoals de meesten mij kennen in mijn werk houd ik van teamwork. Ik was dan ook aangenaam verrast te lezen dat in het nieuwe hooglerarenbeleid van deze universiteit *team spirit* een van de kernwaarden is geworden. Dank aan het College van Bestuur van de Tilburg University, de benoemingsadviescommissie, de Tilburg School of Economics and Management (TiSEM) en mijn afdeling Information Systems and Operations Management (ISOM) voor het vertrouwen om deze leerstoel te mogen invullen.

Daarnaast ook een woord van dank aan de Raad van Toezicht en de Raad van Bestuur van Maastrou die deze bijzondere leerstoel mogelijk maakt. De discussie rondom academisch leiderschap die momenteel bij Maastrou gevoerd wordt geeft ook hier nadrukkelijk aan dat vooruitgang, innovatie en impact maken een gezamenlijke inspanning is. Ik ben vereerd dat ik met deze leerstoel voor Maastrou hieraan een bijdrage mag leveren.

De afgelopen twee decennia heb ik in mijn professionele carrière het genoegen gehad om veelvuldig te mogen samenwerken met diverse mensen. Vanaf de eerste introductie in het vakgebied tijdens mijn afstudeer- en promotieonderzoek: een visionaire promotor (prof. Philippe Lambin) en kundige co-promotoren (prof. Andre Dekker en dr. Ben Mijnheer) waar ik veel van geleerd heb. Bijzonder vind ik het dan ook dat ik, een special issue ter nagedachtenis aan Ben mag coördineren over onderwerpen waar we samen aan gewerkt hebben.

Dit alles op een afdeling Fysica Innovatie waar ik iedereen, van klinisch fysicus tot klinisch fysisch medewerker, van innovatiefysicus tot programmeur, dankbaar ben dat ze mij de ruimte hebben gegeven om me te kunnen ontwikkelen. Pionieren en innovatie zit diep in ons DNA, we geloven in nieuwe technologie of het nu een nieuw bestralingsapparaat, geavanceerde beeldvorming of de huidige AI innovaties zijn die op ons afkomen. Ook dank aan de leden van het innovatieteam de afgelopen jaren, dit was een team waar we allemaal in geloofden en ook successen mee hebben bereikt. Ik heb veel energie gekregen van deze periode maar ook veel geleerd. Dat neem ik allemaal mee in deze leerstoel. Dank ook aan Bas Nijsten en Geert Bosmans voor de steun en ruimte die jullie me hebben gegeven, zeker omdat ik op jullie afdeling geen standaard route bewandelde.

De andere hoogleraren met wie ik veel gespard heb de afgelopen jaren; Prof. Dirk De Ruyscher, ik vind het geweldig dat naast je grote kennis van de literatuur je ook nog de nieuwe AI ontwikkelingen volgt en ons prikkelt met bijbehorende artikelen, ik heb veel geleerd van de soms wel erg lange discussies. Prof. Andre Dekker, bij mijn promotie was je er al bij als co-promotor, daarna hebben we elkaar weer opnieuw gevonden om de auto-contouring bij Maastru te introduceren, laten we de komende jaren de samenwerking voortzetten op het onderwerp dat ons beiden motiveert.

Prof. Maria Jacobs, mede dankzij jou sta ik hier mijn inaugurele rede voor te dragen. We delen hetzelfde enthousiasme voor innovatie en implementatie, zeker zodra we als niet-clinici zien dat ook wij kunnen bijdragen aan een betere patiëntenzorg. In je vorige rol als Raad van Bestuur stond je aan de wieg van deze leerstoel, maar ook nu zie ik een samenwerking die gewoon verder gaat.

Mijn nieuwe collega's bij de afdeling Information Systems en Operations Management (ISOM). Graag wil ik van jullie leren en de diepgang in het onderzoek brengen waarvan ik weet dat jullie dit hebben. Met al jullie expertise kunnen we de gezondheidszorg echt vooruit brengen. In bijzonder prof. Carol Ou, jij was een van mijn eerste contacten hier op de universiteit, je vraagt me soms om geduld te hebben als ik sneller wil, dat zal ik proberen, maar ik hoop dat we samen snel nog vele projecten mogen opzetten.

Vooruit, vandaag dus een keer ook voor familie en vrienden uit de doeken gedaan waar ik me dagelijks mee bezig houd. Zoals jullie weten vertel ik niet zo vaak over mijn werk. Vandaag hoop ik jullie wel mee te hebben genomen in de onderwerpen waar ik mee bezig ben. Bedankt voor de afleiding tijdens het mountainbiken, wandelen, padel of andere gezamenlijke momenten die het werk even doen vergeten.

Lieve Angélique, Daan en Bram. Jullie hebben vandaag een klein beetje pech, normaal ben ik niet zo lang van stof. Soms ben ik in gedachten al een aantal stappen vooruit en denk ik wat teveel na. Maar ik ben blij dat jullie alle 3 op jullie eigen wijze mij bij de les houden. Blijf dat doen en laten we vooral samen plezier maken bij alles wat nog gaat komen!

Ik heb gezegd.

Referenties

1. Lustberg T, Van Soest J, Gooding M, Peressutti D, Aljabar P, Van Der Stoep J, et al. Clinical evaluation of atlas and deep learning based automatic contouring for lung cancer. *Radiotherapy and Oncology*. 2018 Feb;126(2):312–7.
2. European Data Protection Supervisor. AI Act Regulation (EU) 2024/1689 :Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence and amending Regulations (EC) No 300/2008, (EU) No 167/2013, (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 and (EU) 2019/2144 and Directives 2014/90/EU, (EU) 2016/797 and (EU) 2020/1828 (Artificial Intelligence Act) (Text with EEA relevance). [Internet]. LU: Publications Office; 2025 [cited 2026 Feb 11]. Available from: <https://data.europa.eu/doi/10.2804/2823574>
3. Hernström V, Josefsson V, Sartor H, Schmidt D, Larsson AM, Hofvind S, et al. Screening performance and characteristics of breast cancer detected in the Mammography Screening with Artificial Intelligence trial (MASAI): a randomised, controlled, parallel-group, non-inferiority, single-blinded, screening accuracy study. *The Lancet Digital Health*. 2025 Mar;7(3):e175–83.
4. Berkhout WEM, Van Wijngaarden JJ, Workum JD, Van De Sande D, Hilling DE, Jung C, et al. Operationalization of Artificial Intelligence Applications in the Intensive Care Unit: A Systematic Review. *JAMA Netw Open*. 2025 Jul 23;8(7):e2522866.
5. Dekker A. OPERAI: Optimale, Passende en Efficiënte Radiotherapie met AI [Internet]. Available from: <https://projecten.zonmw.nl/nl/project/operai-optimale-passende-en-efficiente-radiotherapie-met-ai>
6. Willemsen ACH, Kok A, Baijens LWJ, De Boer JP, De Bree R, Devriese LA, et al. Development and external validation of a prediction model for tube feeding dependency for at least four weeks during chemoradiotherapy for head and neck cancer. *Clinical Nutrition*. 2022 Jan;41(1):177–85.
7. Reijnders-Thijssen P, van Elmpt W, Portik D, Lucas J, Gilmore M, Rowbottom C. Is HFMEA risk management applicable in the artificial intelligence (AI)

- era? An inter-center study of risk for AI auto-contouring software. In: ESTRO 2026 conference. 2026.
8. Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid. Kiezen voor houdbare zorg. Mensen, middelen en maatschappelijk draagvlak. Den Haag; 2021. Report No.: WRR-Rapport 104.
 9. Bodenheimer T, Sinsky C. From Triple to Quadruple Aim: Care of the Patient Requires Care of the Provider. *The Annals of Family Medicine*. 2014 Nov 1;12(6):573–6.
 10. Porter ME, Teisberg EO. *Redefining Health Care: Creating Value-based Competition on Results*. Boston: Harvard Business Review Press; 2006. 1 p.
 11. Petit S, Franco P, Heukelom J, Callens D. Increasing cancer incidence and workforce shortages – It is time to act now. *Radiotherapy and Oncology*. 2025 Oct;211:111057.
 12. Ou C. *AI Deployment Journey in Healthcare: Governance, Design, and Adoption* [Internet]. 2023. Available from: <https://www.tilburguniversity.edu/about/digital-sciences-society/projects/ai-deployment-journey-healthcare>
 13. van der Leek M. *Development and Evaluation of a Training Program for Radiation-Oncologist (in-training) and Physician Assistants on the Use of Prognostic Models in Clinical Radiotherapy Practice* [Master Thesis]. [Maastricht, The Netherlands]: Universiteit van Amsterdam; 2025.
 14. Jacobs M, Martinussen H, Swart R, Gubbels A, Dirx M, De Boer H, et al. A taskforce for national improvement of innovation implementation in radiotherapy. *Radiotherapy and Oncology*. 2024 Mar;192:110105.
 15. Swart R, Boersma L, Fijten R, Van Elmpt W, Cremers P, Jacobs MJG. Implementation Strategy for Artificial Intelligence in Radiotherapy: Can Implementation Science Help? *JCO Clin Cancer Inform*. 2024 Dec;(8):e2400101.
 16. KNAW. *Evaluation of new technology in health care. In need of guidance for relevant evidence*. Amsterdam; 2014.

Colofon

vormgeving

De Bondt grafimedia

fotografie omslag

Maurice van den Bosch

opmaak en drukwerk

Studio | De Bondt grafimedia

