

Aanvraagformulier Macrodoelmatigheidstoets Nieuwe Opleiding

1. Basisgegevens Instelling

Naam instelling(en) ¹	Radboud Universiteit Nijmegen
BRIN-code(s)	21PM
KvK-nummer(s)	41055629
Contactpersoon aanvraag	
Contactpersoon CvB	

2. Basisgegevens Opleiding

Kenmerk aankondiging	A25-002
Naam	Medical Data Science
Oriëntatie	WO
Niveau	Master
Vorm	Voltijd
Gemeente(n) waar de opleiding wordt gevestigd	Nijmegen
Taal	Engels
Studielast	120 EC
Studieduur	2 jaar
Beroepsvereisten	N.v.t.
Capaciteitsbeperking	48
Beoogde startdatum	September 2027
ISAT-code (indien bekend)	
RIO-(sub)onderdeel ²	Gezondheidszorg
ISCED-rubriek (optioneel)	

3. Inhoud opleiding en onderwijsprogramma

In de medische praktijk en in biomedisch-wetenschappelijk onderzoek worden grote hoeveelheden data verzameld. Typische bronnen van big medical data waarin AI en data science steeds vaker toegepast worden zijn **1)** beeldvormende disciplines zoals radiologie en pathologie,³ **2)** verschillende diagnostische uitslagen zoals genoom analyse⁴ en **3)** medische interventies en wearables⁵. Deze data zijn onvoorstelbaar rijk aan informatie over patronen van gezondheid en ziekte en daardoor te complex en te omvangrijk om met traditionele methodes geanalyseerd te worden. De snelle ontwikkelingen op het gebied van data science en AI maken het mogelijk om met gebruik van deze data grote stappen te maken in het bevorderen van de gezondheid. Deze stappen betreffen het gehele traject van ziekte en

¹ Vermeld in het geval van een joint degree hier ook welke instelling de penvoerder van de aanvraag is

² Voorheen Croho

³ Litjens et al. A survey on deep learning in medical imaging (2017) DOI: 10.1016/j.media.2017.07.005

⁴ Kernohan & Boycott, The expanding diagnostic toolbox for rare genetic diseases (2024) DOI: 10.1038/s41576-023-00683-w

⁵ Liu, Jason J. et al. Digital phenotyping from wearables using AI characterizes psychiatric disorders and identifies genetic associations (2025) DOI: 10.1016/j.cell.2024.11.012

gezondheid: betere en snellere diagnostiek, doelgerichtere ontwikkeling van nieuwe behandelingen op basis van fundamenteel begrip van ziekteprocessen en effectievere preventie. Deze ontwikkeling veroorzaakt een **toenemende behoefte** aan mensen die data science en AI-tools kunnen ontwikkelen en toepassen op een manier waar het biomedisch onderzoek en de medische praktijk wat aan hebben (zoals verbetering van beeldvorming voor betere diagnostiek, analyse van genetische database, monitoring van gegevens van patiënten op de IC enzovoort, zie ook [paragraaf 9](#)). Radboudumc en de Radboud Universiteit willen met deze masteropleiding in die behoefte voorzien.

Medical Data Science (MDS) is een masteropleiding op het snijvlak van wiskunde en informatica enerzijds en medische wetenschappen anderzijds. De opleiding heeft daardoor zowel een sterk technisch als een interdisciplinair karakter. Gezien de complexiteit van medical data science, die zowel biomedische, technische, ethische als juridische aspecten omvat, is een grondige en veelzijdige opleiding essentieel. Daarom is er gekozen voor een interfacultaire master tussen de faculteit Wiskunde, Natuurwetenschappen en Informatica (FNWI) van de Radboud Universiteit en het Radboudumc. Een **tweejarige opleiding** is noodzakelijk om de benodigde kennis en vaardigheden te ontwikkelen zodat de medische datawetenschappers bij kunnen dragen aan kwalitatief hoogstaande toepassingen in de gezondheidszorg. De opleiding ziet er, *in aanzet*, als volgt uit:

Year 1					Year 2	
Medical Data from molecule to cell (6 ec)	Medical Data from tissue to population (6 ec)	Biostatistics and datascience (6 ec)	Deep learning (6 ec)	Interdisciplinary seminar medical data analysis (3 EC)	Ethics and legal aspects (6 EC)	Personal and professional development (1 EC)
Data science for medical imaging (6 ec)						
Data science for medical omics(6 ec)						Internship 1 including 6 to 9 ec elective courses, either in this internship or in the next one (30 ec)
Data science for medical interventions (6 ec)						Internship 2 including 6 to 9 ec elective courses, either in this internship or in the previous one (30 ec)
Advanced medical data science (for either imaging, omics or interventions) (8 ec)						

In het eerste semester van **jaar 1** lopen er vier cursussen parallel die de studenten **kernbegrippen** zullen bijbrengen van enerzijds biostatistiek, data science en deep learning en anderzijds het moleculaire, cellulaire, anatomische, fysiologische en epidemiologische werkveld. Het **tweede semester van jaar 1** begint met drie cursussen waarin alle studenten aan de slag gaan met data science in de drie (bio)medische werkvelden waarop in deze master de focus ligt: **beeldvorming, 'omics en interventies**. Bij deze drie kerncursussen ligt de nadruk op het verwerven van praktische en technische vaardigheden en de theoretische kennis die daarvoor onontbeerlijk is. Na deze drie kerncursussen doorlopen te hebben kiest de Medical Datascientist (MDSt) voor **verdieping** in een van bovengenoemde drie medische data science domeinen in de vorm van een **8 EC Advanced medical data science cursus** in het tweede semester. Gedurende het gehele eerste jaar wordt binnen de cursussen de **samenwerking tussen studenten met verschillende achtergronden maximaal gestimuleerd en gefaciliteerd**, maar ook middels de **3 EC cursus "Interdisciplinary seminar medical data analysis"** die verspreid over het eerste jaar wordt aangeboden. In deze cursus worden wetenschappelijke artikelen kritisch besproken die exemplarisch zijn voor de toepassing van data science in het (bio)medische werkveld, en waarin het belang van begrip van zowel de data science als van de betekenis van de data duidelijk wordt. Verder komt er, eveneens verspreid over het gehele jaar, een **6 EC cursus over de ethische en juridische**

aspecten van AI en medical data science, die telkens aansluiting zoekt bij thema's uit de andere cursussen (zie [Onderwijsvisie](#)).

Geïntegreerd in de cursussen van jaar 1 is er ook de **1 EC track “Personal and Professional Development” (PPD)**, die is ontworpen om domeinoverstijgende vaardigheden te ontwikkelen. Dit gebeurt via “Meet Your Stakeholder” sessies en via *individuele coaching gesprekken*. Een **belangrijke en onderscheidende doelstelling** van de master MDS is dat de studenten worden **opgeleid om goed met stakeholders te kunnen communiceren**, zodat ze de kern doorgronden van de problemen waarvoor data science kan bijdragen aan de oplossing, en effectief met de stakeholders kunnen delen hoe die oplossing bewerkstelligd wordt en hoe ontwikkelde tools ingezet kunnen worden. Met dit doel zijn er, in verschillende cursussen (en toegespitst op het thema van die cursus), *Meet Your Stakeholder sessies* die zich richten op het analyseren van vraagstukken in medische datawetenschap vanuit verschillende perspectieven (vertegenwoordigd door stakeholders zoals biomedische professionals, consultants uit bedrijven, zorgverzekeraars, en patiënten) en bestaan uit voorbereiding, ontmoeting en reflectie-discussie. De inbedding van deze opleiding in een UMC maakt het mogelijk om deze sessies laagdrempelig te organiseren. Naast de communicatie, is het trainen van projectmatig werken ook een terugkerend thema bij cursussen. De voortgang van iedere student in het ontwikkelen van deze domeinoverstijgende vaardigheden wordt individueel besproken met een coach.

De MDSt zal ook in twee domeinoverstijgende thema's getraind worden: implementatiewetenschappen en planetaire gezondheid. Implementatiewetenschappen, waaronder post-monitoring en ondersteunend daaraan projectmanagementvaardigheden, zijn belangrijk voor de MDSt om tot een bruikbare data science-tool te kunnen komen en deze te kunnen implementeren in de praktijk. Implementatiewetenschappen zijn verweven in de cursus ‘Ethics and Legal Aspects’ en zijn gekoppeld aan een aantal Meet Your Stakeholder sessies. Verder besteden we ook aandacht aan planetaire gezondheid, o.b.v. een visiestuk opgesteld door alle umc's in Nederland⁶. Dit doen we vooral in de cursus Ethics and Legal Aspects, waarbij studenten leren kritisch te reflecteren op mogelijke effecten van ontwikkelde data-science oplossingen op patiënten en de samenleving als geheel. Verder komt de planetaire gezondheid ook als beoordelingscriterium terug in andere cursussen en stages.

Het **jaar 2** van de master bevat **twee stages** van maximaal 30 EC en 6 tot 9 EC aan **keuzecursussen**. Het totaal van de stages en de keuzevakken moet daarbij optellen tot 60 EC. De stages kunnen worden uitgevoerd bij de Radboud Universiteit en het Radboudumc, maar ook bij andere universiteiten of bedrijven, zoals medisch-technische bedrijven, ziekenhuizen of farmaceutische organisaties. Het product van de stages zal laten zien dat de MDSt hun geavanceerde kennis van AI en data science methodes kan toepassen om zinvolle inzichten te halen uit complexe biomedische datasets. Onderdeel van dit product is de opdracht voor de studenten om het onderwerp en de resultaten van hun stageproject ook aan de stakeholders te presenteren. Deze onderdompeling in de praktijk maakt dat ze zich dagelijks volop kunnen ontwikkelen, zowel in de toepassing van hun kennis, alsook in de sociale vaardigheden om deze kennis verder in de organisatie te krijgen. Voor de keuzecursussen kunnen de studenten kiezen uit cursussen die door deze master zelf of door andere masteropleidingen worden aangeboden.

Een gedetailleerde beschrijving van het onderwijsprogramma van de MDS master is opgenomen in de bijlage [Blauwdruk](#). De **kerncompetenties en rollen** van de MDSt worden in het [Beroepscompetentieprofiel](#) beschreven. De **eindtermen**, waarin de kennis, vaardigheden, verantwoordelijkheid en zelfstandigheid van de afgestudeerde MDSt expliciet worden gemaakt zijn opgenomen in de bijlage [Eindtermen masteropleiding MDS](#).

4. Doelgroepen van de opleiding en nadere vooropleidingseisen

De master MDS voorziet een instroom van zowel studenten met een biomedische achtergrond als studenten met een meer technische of informatica achtergrond. Om de brug te kunnen slaan naar medische toepassingen, zal de MDSt over zowel voldoende biomedische kennis als over goede

⁶ [20240516 NFU-Visie PlanetaireGezondheid.pdf](#)

programmeervaardigheden moeten beschikken. Voorbeelden van bacheloropleidingen die toegang verlenen tot de master MDS zijn als volgt ingedeeld:

Direct toegang o.a.	Toegang <u>na</u> het volgen van premaster/minor o.a.:
• Computing Science • Artificial Intelligence • Biomedische Technologie • Bioinformatica (WO) • Wiskunde	• Biomedische Wetenschappen • Geneeskunde • Moleculaire Levenswetenschappen • Medische Biologie • Biofarmaceutische wetenschappen • Bioinformatica (HBO) • Technische Geneeskunde

Vooropleidingen die directe toegang geven tot de MDS master bieden vakken zoals matrix calculations, mathematical structures en imperative programming, waardoor deze studenten over het vereiste startniveau van programmeervaardigheden beschikken. De studenten uit HBO/WO opleidingen die geen directe toegang hebben tot de master zullen voorafgaand aan de opleiding de *Minor Medical Data Science* die in ontwikkeling is bij het Radboudumc (start collegejaar 2026-2027) moeten volgen. Op deze manier zullen deze studenten ook het vereiste startniveau van programmeervaardigheden hebben. Voor studenten zonder biomedische achtergrond zal de benodigde relevante en (doel)gerichte biomedische kennis verworven worden in de opleiding. Zij hoeven dus voorafgaand aan de master geen specifieke biomedische Premaster of Minor te volgen. Anticipatie voorziet in een selectie in het kader van de *numerus fixus* op basis van de gevolgde vakken en stages tijdens de vooropleiding maar zeker ook op basis van affiniteit met het biomedische werkveld.

5. Beroeps-/arbeidsmarktprofiel afgestudeerden

De master MDS leidt professionals op om de volgende rollen, al dan niet gecombineerd, te vervullen:

Data-analist: een MDSt kan door inhoudelijk begrip van medische data effectiever medische data verzamelen en interpreteren dan een algemene data-analist.

Ontwikkelaar: een MDSt kan nieuwe data-analyseprogramma's ontwikkelen, of bestaande programma's uitbreiden of aanpassen die nauw aansluiten bij de behoeftes van medische professionals.

Onderzoeker: door de gecombineerde inzichten in data science en het medisch werkveld kan een MDSt methodes en algoritmes uit de data science en kunstmatige intelligentie effectief inzetten bij fundamenteel of toegepast (bio)medisch onderzoek.

Ondersteuner: een MDSt kan biomedische onderzoekers en medische professionals en biomedische bedrijven ondersteunen bij de ontwikkeling en het gebruik van data science tools.

Consultant: een MDSt kan biomedische onderzoekers en medische professionals en biomedische bedrijven adviseren over de ontwikkeling en het gebruik van data science tools

Entrepreneur: een MDSt kan een bedrijf op het gebied van medische data science starten of leiden.

Docent/trainer: een MDSt kan onderwijs en trainingen verzorgen in bedrijven en opleidingsinstellingen over medical data science.

Patiëntgerichte Innovator: een MDSt kan data science toepassingen ontwikkelen die patiënten helpen meer regie te nemen over hun eigen gezondheid, bijvoorbeeld door het gebruik van wearables en digitale platforms.

Data Governance Specialist: een MDSt focust op privacy, ethiek, en wet- en regelgeving rondom het gebruik van medische data.

Regionale Samenwerkingscoördinator: een MDSt kan regionale zorgnetwerken ondersteunen, zoals bijvoorbeeld datawerk-plaatsen bij het delen van en werken met data voor betere samenwerking tussen zorginstellingen, daarbij rekening houdend met de relevante wet- en regelgeving.

Deze rollen kan de MDSt vervullen binnen verschillende werkvelden. De MDSt kan werken bij 1) ziekenhuizen en dan vooral universitair medisch centra, waar veel data gebruikt en/of gegenereerd wordt voor wetenschappelijk onderzoek binnen afdelingen zoals Radiologie, Pathologie, Diagnostiek, enz.; 2)

(inter)nationale onderzoeksinstituten en -bureaus zoals Nivel, Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO); **3)** bedrijven die AI-imaging ontwikkelen en waar medische data worden verzameld/geanalyseerd zoals Heartflow, Paige.AI, Thirona; **4)** bedrijven waar medische toepassingen (geneesmiddelen en medische technologie) of medische apparatuur en gerelateerde software worden ontwikkeld (bv. Philips, Siemens, enz); **5)** (inter)nationale beleidsadviesorganen zoals RIVM, EMA, Nictiz, enz; en **6)** onderwijsinstellingen. Een uitgebreidere beschrijving van deze werkvelden is opgenomen in het [Beroepscompetentieprofiel](#).

6. Analyse verwant (toekomstig) aanbod

Bij het vaststellen van de mate van verwantschap zijn we als volgt te werk gegaan. We hebben de aankondigingen van nieuwe masteropleidingen op de website www.cdho.nl in [maart](#) en [september](#) 2024 geraadpleegd. Op basis van deze aankondigingen vonden we geen inhoudelijke raakvlakken met de MDS master en hebben we daardoor deze nieuwe opleidingen niet nader benaderd. Vervolgens hebben we een inventarisatie gemaakt van mogelijke verwante bestaande masteropleidingen op basis van de inhoud en beschrijvingen van de opleidingen op de websites van de universiteiten. Vertegenwoordigers van deze opleidingen, evenals de opleidingen die zich naar aanleiding van onze aankondiging hadden aangemeld, hebben wij uitgenodigd voor een afstemmingsgesprek.

Tijdens de **afstemmingsgesprekken** hebben we de inhoudelijke overeenkomsten en verschillen tussen de opleidingen besproken, evenals de mate waarin ze voor vergelijkbare beroepen (uitstroom) opleiden. Daarnaast werd besproken of de opleidingen toegankelijk zijn voor vergelijkbare doelgroepen (instroom) en welke onderwijsvormen en toetswijzen worden toegepast. Ook is er gesproken over samenwerkingsmogelijkheden tussen de opleidingen, en werd nagegaan of er ruimte is voor de nieuwe masteropleiding MDS. Van elk gesprek hebben we een verslag opgesteld, dat we vervolgens voor feedback hebben voorgelegd aan de betrokken vertegenwoordigers. De ontvangen feedback is zorgvuldig verwerkt en de aangepaste definitieve versies zijn toegestuurd aan de vertegenwoordigers. De LOK-medewerkers zijn op 13 februari geïnformeerd over deze benchmarkgesprekken. De definitieve versies van de verslagen, een samenvatting van de conclusies uit de afstemmingsgesprekken, en twee schriftelijke reacties zijn opgenomen in [Bijlage 4](#). **Uit onze analyse blijkt dat de meeste opleidingen slechts zijdelings verwant zijn:**

Zijdelings verwant opleidingsaanbod

Maastricht University: M Health and Digital Transformation, M Artificial Intelligence, M Data Science for Decision Making. **Universiteit Leiden:** M Statistics & Data Science. **Erasmus University Rotterdam:** M Health Sciences. **Eindhoven University of Technology:** M Biomedical Engineering, M Artificial Intelligence and Engineering Systems. **Rijksuniversiteit Groningen:** M Molecular Medicine and Innovative Treatment, M Medical Pharmaceutical Sciences. **Universiteit van Amsterdam (UvA):** M Health Informatics. **Universiteit Utrecht:** M Applied Data Science, M Bioinformatics and Biocomplexity, M Selective Utrecht Medical Masteropleiding (SUMMA). **Tilburg University:** M Data Science & Society. **Universiteit Twente[#]:** M Computer Science, M Business Information Technology, M Electrical Engineering, M Technische Geneeskunde, M Biomedical Engineering.

Uit de afstemmingsgesprekken met bovenstaande opleidingen is duidelijk geworden dat deze opleidingen zijdelings verwant zijn, die een zekere maar beperkte inhoudelijke overlap vertonen, waarbij de focus en opzet minder direct met de MDS master verwant zijn. Geen van de opleidingen focust specifiek op de analyse van medische data. Deze opleidingen leggen verschillende accenten, bieden aanvullende vakken aan en/of zijn gericht op andere toepassingsgebieden. De instroomdoelgroepen overlappen deels, maar we zien meer variatie in de profielen van studenten die instromen. Dat geldt ook voor de uitstroom. De beroepen waarvoor opgeleid wordt vertonen gelijkenissen, maar zijn vaak breder en/of diverser. In de onderwijsvormen bestaan overeenkomsten, maar zien we ook verschillen.

#De vertegenwoordigers van Universiteit Twente (UT) zien inhoudelijk overlap en sterke concurrentie tussen de beoogde MDS masteropleiding en hun masteropleidingen [Biomedical Engineering \(BE\)](#) en [Health Sciences \(HS\)](#) (zie het [verslag van het afstemmingsgesprek met Universiteit Twente](#)).

Wij hebben inhoud en focus van BE en HS t.o.v. MDS geanalyseerd:

1) BE focust op het verbeteren van de gezondheidszorg met technologische innovaties zoals het ontwikkelen van nieuwe of betere medische apparatuur. MDS biedt geen vakken om medische apparatuur te ontwikkelen en/of verbeteren. BE biedt o.a. een specialisatie over medische beeldvorming die deels overlapt met de 6EC cursus Data Science for Medical Imaging in jaar 1 van MDS.

2) HS is een eenjarige master die focust op beleid en organisatie in de gezondheidszorg, met aandacht voor de rol van technologie en innovatie rondom uitdagingen zoals personeelstekorten. MDS heeft een geheel andere focus, namelijk de analyse van medische data en het identificeren van patronen die tot betere behandelingen en/of preventie van ziektes kunnen leiden.

3) Een kernpunt dat de hier voorgestelde MDS van deze opleidingen onderscheidt is dat de studenten getraind worden in het communiceren met verschillende stakeholders zoals de medische professionals en de patiënten. Zo zullen de studenten de vragen die in het biomedische werkveld leven begrijpen, met oplossingen komen die rekening houden met de ethische en juridische randvoorwaarden van het gebruik van medische data en die oplossingen kunnen overdragen. Daarvoor is het nodig dat de opleiding volledig is ingebed in een universitair medisch centrum. Dit zorgt voor een aantal essentiële verschillen t.o.v. bovengenoemde opleidingen aan UTwente: i) Er kan gebruik worden gemaakt van de grote stroom van echte patiënten-data (na anonimiseren) die in de patiëntenzorg wordt gegenereerd; ii) De studenten maken kennis met de werkvloer van de medische professionals, zodat zij de taal van die professionals en hun behoeftes leren te begrijpen; iii) De studenten ervaren de ethische en juridische randvoorwaarden voor het werken met medische data in de praktijk; iv) Door contacten met real-life patiënten worden de studenten bewust van de maatschappelijke impact van hun werk.

Na zorgvuldige analyse van BE en HS t.o.v. MDS, concluderen wij dat er voldoende accentverschillen zijn om onderling onderscheidend te zijn en zijn wij van oordeel dat BE zijdelings verwant is en dat HS niet zijdelings verwant.

De respondenten van UT geven verder aan dat zij een daling in studenten aantallen ervaren die veroorzaakt zou zijn door dalende belangstelling in technische opleidingen. Ze zien daarom geen ruimte voor de beoogde MDS masteropleiding. De analyse van zowel de Arbeidsmarktbehoefte als de Instroompotentieel van het Macrodoelmatigheidsonderzoek van KBA spreken deze bewering tegen. In [paragraaf 7](#) laat het instroompotentieel onderzoek duidelijk zien dat de belangstelling voor medical data science heel groot is onder de studenten. In [paragraaf 8](#) laat het Arbeidsmarktbehoefte onderzoek zien dat er een huidige en toenemende behoefte is aan medical data scientists.

Er is slechts één masteropleiding, die wij en de vertegenwoordigers van de opleiding wel als verwant beschouwen: de Master [Medical Informatics \(MI\)](#) bij de UvA. MI streeft ernaar ambitieuze studenten met een ondernemende, mondiale mindset te begeleiden naar een carrière op het kruispunt van gezondheidszorg en IT. Studenten ontwikkelen een diepgaand begrip van gezondheidsprocessen en IT-technologieën en worden uitgedaagd met echte cases van klinische en zakelijke partners in de gezondheids-IT. De focus ligt op het verbeteren van resultaten en kwaliteit in medische praktijken en het bevorderen van de effectiviteit van zorgprocessen. MI richt zich op de interface tussen puur wetenschappelijk onderzoek en de toepassingen ervan in de gezondheidszorgpraktijk, met een sterke nadruk op de interactie tussen inzicht, innovatie en ontwikkeling enerzijds, en praktische toepassingen anderzijds. MI wordt in het Engels onderwezen.

Uit het gesprek met MI vertegenwoordigers is verwantschap tussen de MI-opleiding aan de UvA en de MDS-opleiding geconstateerd. Beide opleidingen leggen een sterke nadruk op communicatie en hebben nauwe banden met de klinische praktijk. Toch is er eerder sprake van complementariteit dan concurrentie. Bijvoorbeeld, groot deel van de MI master focust op gezondheidszorglogistiek en management, die geen onderwerpen zijn van de MDS master. De ethiek component in MI is bescheidener

dan die in MDS. Beide opleidingen bereiden studenten voor op vergelijkbare beroepen in zorginstellingen en softwarebedrijven. De doelgroepen voor instroom vertonen ook enige overlap, hoewel MI twee instroom-momenten kent. Wij zien mogelijkheden tot samenwerking op het gebied van keuzevakken en stages. De vertegenwoordigers van de UvA delen deze conclusie (zie Bijlage 4). Naast de inhoud hebben we ook de instroom van deze zijdelings verwante en verwante opleidingen bevraagd (Tabel 1).

Tabel 1. Instroomaantallen van (zijdelings)verwante opleidingen

Verwante masteropleiding	Instroom jaarlijks (uit zelfrapportage)
Medical Informatics (UvA)	25-30
Zijdelings verwante masteropleidingen	Instroom 2024 (uit zelfrapportage)
Biomedical Engineering (UT)	75
Health and Digital Transformation (UM)	35
Artificial Intelligence (UM)	50
Data Science for Decision Making (UM)	50
Statistics & Data Science (UL)	70
Health Sciences (EUR)	80
Biomedical Engineering (EUT)	60-70
Artificial Intelligence and Engineering Systems (EUT)	80
Molecular Medicine and Innovative Treatment (RG)	35 (numerus fixus; ±100 aanmeldingen)
Applied Data Science (UU)	150
SUMMA	40
Bioinformatics and Biocomplexity (UU)	40 (numerus fixus; ±140 aanmeldingen)

Conclusie uit de afstemmingsgesprekken: het is duidelijk geworden dat er veel belangstelling is voor opleidingen die met AI en data science te maken hebben. Studenten die nu afgewezen worden bij bestaande opleidingen met numerus fixus zouden interesse kunnen hebben in de MDS master. Behalve Universiteit Twente, zien alle andere opleidingen ruimte voor deze MDS master en reële kansen voor samenwerking met stages en keuzevakken. De verwante opleiding MI (UvA) deelt ook deze conclusie.

7. Geschatte instroom in de nieuwe opleiding

De geschatte instroom voor de nieuwe opleiding is gebaseerd op verschillende bronnen. Ten eerste zijn de resultaten van een enquête⁷ gehouden door KBA Nijmegen tussen december 2024 en januari 2025 onder studenten van de bacheloropleidingen Wiskunde, Informatica en Computing Science van de Radboud Universiteit, evenals studenten van de Hogeschool Arnhem Nijmegen (HAN) meegenomen. Ten tweede zijn de instroomcijfers van verwante opleidingen (zie tabel 4 op de vorige pagina) meegenomen. Ten derde is rekening gehouden met de toenemende vraag naar data-expertise in het algemeen en in de gezondheidszorg specifiek, zoals uit de gesprekken met de sleutelfiguren en het marktonderzoek (arbeidsmarktbehoefte) naar voren is gekomen (zie Bijlage 3, instroomonderzoek).

De enquête onder bachelor studenten is op verschillende manieren verspreid: 1) via e-mail onder bachelor studenten Wiskunde, Computing Science en Artificial Intelligence; 2) studieverenigingen hebben de enquête gedeeld in hun WhatsApp-groepen; 3) docenten van Biomedische Wetenschappen hebben de enquête tijdens colleges onder de aandacht gebracht, en 4) de HAN heeft de enquête gepubliceerd op hun MS Teams-pagina voor al hun studenten.

In het onderzoek naar het instroompotentieel van de MDS master is de interesse voor de nieuwe beoogde masteropleiding uiteindelijk gepeild onder een totaal van 90 bachelor studenten (die 101 bacheloropleidingen) waarvan 87% studeert aan de Radboud Universiteit en 12% aan de HAN. Op basis van de doelgroep zoals eerder beschreven in sectie 4, volgt 64% van deze studenten een opleiding die direct toegang tot de MDS master geeft en volgt de rest een opleiding die na een premaster/minor data

Zou de master MDS voor jou interessant zijn?	Aantal	Percentage
Zeker interessant	37	44%
Interessant	30	35%
Waarschijnlijk niet interessant	12	14%
Zeker niet interessant	6	7%
Totaal	85	100%

⁷ <https://www.kbanijmegen.nl/survey/index.php/998834?lang=nl>

science toegang tot de MDS master geeft (zie Tabel 3.1 in [Bijlage 3, instroomonderzoek](#)). Op basis van de beschrijving en kenmerken van de MDS master, **vindt bijna 80% van de studenten de opleiding (zeker) interessant** (zie ook tabel 3.5 uit [Bijlage 3](#)).

Kenmerken zoals “*je leert een connectie te maken op het snijvlak van gezondheidszorg, (bio)medisch onderzoek en data science*” of “*je leert Data science- en AI-oplossingen te ontwikkelen*” spreken 50% van de respondenten zeker aan (zie Tabel 3.3 uit [Bijlage 3](#)). Over het algemeen vinden de studenten het **interdisciplinaire karakter**, met name de combinatie van medisch, technisch, data science en AI-vakgebieden, maar ook het **praktijkgericht leren** aantrekkelijk. Daarnaast zou 33% van de studenten waarschijnlijk of zeker voor de opleiding kiezen als deze wordt aangeboden. Indien we kijken naar de groep die de opleiding (zeker) interessant vindt én (zeer) waarschijnlijk voor de beoogde opleiding zou kiezen, dan ligt het instroompotentieel op 33% (28 studenten) van de onderzochte groep studenten. Bij onze master Biomedical Sciences hebben we de ervaring dat ongeveer 2/3 van de studenten een bachelor buiten de RU heeft gedaan. Zeker bij een unieke opleiding als MDS is te verwachten dat deze ook veel studenten van buiten trekt. Als we, net als bij de master Biomedical Sciences, aannemen dat 2/3 van de instromers van buiten zal komen, kunnen we een totaal aantal aanmeldingen van $3 \times 28 = 84$ verwachten, hetgeen het aantal beschikbare plaatsen (48) ruim overschrijdt. Deze en nog meer resultaten zijn verder beschreven in [Bijlage 3](#).

Conclusie: als we de bovenstaande getallen betreffende interesse voor deze master onder bachelorstudenten goed beschouwen, dan lijkt een structureel aantal aanmeldingen dat het aantal beschikbare plaatsen overschrijdt zeer aannemelijk. In de eerste 2 à 3 jaar zou het aantal aanmeldingen daar onder kunnen blijven, vanwege de onbekendheid van de master. Circa 25 studenten in het eerste jaar lijkt wel realistisch. Omdat zowel studenten van een bachelor met directe toegang tot MDS als studenten van bachelor met toegang na premaster/minor belangstelling voor deze nieuwe opleiding duidelijk aangeven, zal de MDS studentengroep de gewenste interdisciplinariteit hebben zoals beoogd in [sectie 3](#). Gezien de significante belangstelling en de snelle ontwikkelingen binnen het gebied van de medische data science, kan een geleidelijke groei naar meer studenten (tot maximaal 48 per jaar in verband met de ruimtecapaciteit) in de nabije toekomst verwacht worden.

8. Onderbouwing van de arbeidsmarktbehoefte

De data science revolutie in de geneeskunde

AI en data science zijn geen ‘hype’ die snel voorbij zal gaan, maar een **onomkeerbare beweging** die in alle facetten van de maatschappij, inclusief de (bio)medische wereld, zijn weg al heeft gevonden.

*“It’s no secret that **healthcare is a data-driven business**. The average hospital produces roughly 50 petabytes of data every year. Due in large part to the proliferation of medical devices, genetic testing and patient-generated health data, coupled with near-universal use of electronic health record systems, the amount of data generated in healthcare has been increasing at a rate of 47 percent per year.”* Dit verscheen in 2023 op het tijdschrift *HealthTech*, die technologische en gezondheidszorgvraagstukken onderzoekt die relevant zijn voor IT-leiders en -managers in zorgorganisaties die oplossingen evalueren en implementeren.⁸

In 2021 in de Amerikaans zakentijdschrift *Forbes* schreef [REDACTED] over de “**explosie**” aan medische data, de rijkdom aan informatie die gebruikt kan worden om behandelingen te verbeteren en de noodzaak om privacy te bewaken.⁹ Het is wereld breed bekend dat er een **health-data revolutie** gaande is: *big medical data analytics* diagnostiek, therapie en de ontwikkeling van *personalized medicine* significant kan bevorderen, betere uitkomst voor de patiënten bieden en tegelijk de kosten van de zorg beperken.¹⁰

⁸ [Structured vs. Unstructured Data in Healthcare |](#)

⁹ [The Skyrocketing Volume Of Healthcare Data Makes Privacy Imperative](#)

¹⁰ Suter-Crazzolaro C. Better Patient Outcomes Through Mining of Biomedical Big Data (2018) DOI: [10.3389/fict.2018.00030](#)

De New England Journal of Medicine (NEJM), het meest toonaangevende wetenschappelijke tijdschrift op het gebied van medische wetenschappen, spreekt van een **AI-revolutie in de geneeskunde**¹¹ en heeft zelfs een nieuw tijdschrift gelanceerd, NEJM AI, die maandelijks de allernieuwste toepassingen van AI en machine learning in de geneeskunde presenteert.¹²

Om de overweldigende en sterk groeiende hoeveelheid medische gegevens sneller, efficiënter en doelgerichter te kunnen analyseren, zijn gespecialiseerde werknemers die een brug kunnen bouwen tussen deze medische data en de (bio)medische professionals van cruciaal belang.

Het **werkveld Medical Data Science** maakt dus een snelle ontwikkeling door. Niet alleen de hoeveelheid data groeit snel: het aantal wetenschappelijke publicaties op dit gebied laat ook een exponentiële groei zien. Al in Nederland alleen zien we een enorme stijging van wetenschappelijke publicaties in het afgelopen decennium (zie [Beroepscompetentieprofiel](#)). Dit veroorzaakt een toenemende behoefte aan mensen die data science tools kunnen ontwikkelen en toepassen op een manier waar het biomedisch onderzoek en de medische praktijk wat aan hebben (zoals verbetering van beeldvorming voor betere diagnostiek, analyse van genetische database, monitoring van gegevens van patiënten op de IC, enz.). In onderzoek en patiëntenzorg is het punt al bereikt dat er beschikbare tools zijn die leiden tot eerste toepassingen in de medische praktijk, maar **om grotere stappen te kunnen maken**, is de beschikbaarheid van nieuwe professionals die een brug kunnen slaan tussen de ontwikkeling van data science tools en succesvolle (bio)medische toepassing een bottleneck. Radboudumc en de Radboud Universiteit willen met deze masteropleiding in die behoefte voorzien.

Arbeidsmarktbehoefte-onderzoek

De onderbouwing van de arbeidsmarktbehoefte is verder in kaart gebracht door een onafhankelijk onderzoeksbureau [KBA Nijmegen](#). KBA Nijmegen heeft in opdracht van de Radboud Universiteit dit onderzoek uitgevoerd om uit te zoeken of er op de arbeidsmarkt – in kwalitatieve en kwantitatieve zin – een aantoonbare behoefte is aan (afgestudeerden van) de beoogde opleiding. Dit onderzoek kent twee fases waarvan de resultaten hieronder worden geanalyseerd en samengevat. Het volledige arbeidsmarktbehoefte-onderzoek is te vinden in [Bijlage 2 \(fase 1\)](#) en [Bijlage 3 \(fase 2\)](#).

Fase 1: Arbeidsmarktbehoefte onderzoek onder sleutelfiguren

In een eerste fase (november en december 2024) zijn daartoe **8 sleutelfiguren** uit het werkveld geïnterviewd over het opgestelde beroepscompetentieprofiel en blauwdruk van de masteropleiding MDS. Zie schema 1 in [Bijlage 2](#). Schema 1 geeft de organisatie en functie van de geïnterviewde respondenten weer. Zij werken als CEOs, hoofd wetenschappers, bestuurvoorzitter, oprichter, enz in bedrijven gespecialiseerd in AI of software, universitair medisch centra, ziekenhuizen en regulatoire instellingen. De resultaten van de interviews zijn opgenomen in [Bijlage 2](#). Hieronder vatten wij de bevindingen samen.

Feedback van de sleutelfiguren over het Beroepscompetentieprofiel. De geschetste ontwikkelingen rondom data science en AI in de gezondheidszorg worden breed herkend door de respondenten. Deze ontwikkelingen worden gezien als **noodzakelijk, veelbelovend en essentiële drijfveren voor de toekomst van de gezondheidszorg**. De respondenten voorzien binnen nu en vijf jaar in het algemeen een aanzienlijke groei in behoefte aan de Medical Data Scientist binnen zowel de sector als hun organisaties, aangedreven door technologische vooruitgang, toename van medische data, en de integratie van AI in de gezondheidszorg. De respondenten herkennen de **meerwaarde en nut van de geschetste professional**, die als een essentiële schakel richting de medische zorgpraktijk algemeen wordt gezien. Het beroepscompetentieprofiel wordt over het algemeen herkend en als duidelijk beschouwd door de respondenten. Zowel de werkvelden als de geschetste rollen, kerntaken en kerncompetenties worden ook herkend maar de respondenten wijzen wel op een aantal gebieden voor **aanvullingen en verbeteringen**, om de meerwaarde van de professional nog beter naar voren te laten komen.

¹¹ [The AI Revolution in Medicine](#)

¹² [About NEJM AI](#)

Het profiel, dat medische, technische, en regelgevende expertise combineert, wordt gezien als zeer **waardevol en toekomstbestendig**. Een nieuwe masteropleiding gericht op Medical Data Science zou niet alleen de vraag naar dit profiel invullen, maar ook aan innovatie bijdragen en de concurrentiepositie van de medische sector versterken.

Feedback van de sleutelfiguren over de Blauwdruk. Over het algemeen hebben de respondenten een **positieve indruk** van de beschrijving van de masteropleiding Medical Data Science (zie [Blauwdruk in Bijlage 1](#)). Ze vinden de opleiding relevant, toekomstgericht en goed afgestemd op de behoeften van het werkveld. De opleiding sluit goed aan bij het BCP en biedt een sterke basis in zowel technische als medische expertise. De master MDS kan een belangrijke rol spelen in het opleiden van **professionals met unieke en gewilde vaardigheden**, gericht op actuele en toekomstige uitdagingen passend bij een groeiende vraag naar professionals die medische kennis combineren met data science. Er is volgens de respondenten een sterke behoefte aan afgestudeerden met een unieke combinatie van technische en medische kennis. Wel benoemden respondenten aandachtspunten en suggesties om de opleiding te versterken. De opleiding zou bijvoorbeeld waardevol zijn voor na- en bijscholing, maar flexibele en kortere varianten zijn aantrekkelijker voor werkende professionals. Tegelijkertijd wordt benadrukt dat de opleiding zich goed moet positioneren in het bestaande opleidingslandschap binnen de klassieke onderwijsstructuren en ontwikkelingen – *training on the job* – binnen bedrijven. Verder hebben de respondenten gesuggereerd om meer ruimte te geven binnen de opleiding aan ethische en juridische aspecten van het werken met medische data.

De geschetste masteropleiding Medical Data Science wordt gezien als een aanvulling die **het beste van zowel de medische als de technische wereld combineert** en die aansluit op het beroepscompetentieprofiel en de behoefte uit het werkveld.

Op basis van feedback uit fase 1 werden zowel het Beroepscompetentieprofiel als de blauwdruk aangescherpt. In het Beroepscompetentieprofiel hebben we de kerncompetenties en de rollen aangescherpt om bijvoorbeeld duidelijker aan te geven dat de MDS master de focus legt op medische data-analyse en niet op zorgprocessen en logistiek. In de Blauwdruk werd de cursus over ethische en juridische aspecten van 3 naar 6 EC uitgebreid. Deze herziene documenten vormden de basis van fase 2 van het arbeidsmarktbehoefte-onderzoek: een survey onder arbeidsmarktorganisaties uit relevante sectoren en werkvelden voor MDS-afgestudeerden.

Fase 2: Arbeidsmarktbehoefte onderzoek onder arbeidsmarktorganisaties

In de periode van 19 december 2024 tot en met 24 januari 2025 heeft een [online enquête](#) plaatsgevonden onder ruim 500 geselecteerde arbeidsorganisaties in relevante sectoren en werkvelden voor de beoogde professional. De respons betreft **45 organisaties**. Hoewel het aantal organisaties waar de beoogde Medical Data Scientist kan werken beperkt is, gaat het doorgaans om **grote organisaties zoals ziekenhuizen en UMC's**. In de onderzochte organisaties werken gemiddeld gesproken ruim 1.200 medewerkers per organisatie (zie Tabel 2.1 uit [Bijlage 2](#)). Het gaat om een **totaal van ruim 53.000 medewerkers**. Dit betreffen alle medewerkers in de organisaties waarin de respondenten werkzaam zijn.

Deze 45 organisaties zijn onder meer ziekenhuizen (UMC's, gespecialiseerde/categoriale ziekenhuizen en algemene ziekenhuizen), overige zorg-/welzijnsinstellingen, GGD, biofarmaceutische bedrijven, bedrijven die medische apparatuur, software, microscopen et cetera ontwikkelen, bedrijven die AI-imaging ontwikkelen, onderzoeksinstituten, onderwijsinstellingen, en agentschappen / regulatoire instellingen (bijvoorbeeld Zorginstituut, RIVM) (zie tabel 2.2 uit [Bijlage 2](#)). De grootste groep respondenten (36%) vervult de functie van manager/leidinggevende, gevolgd door directeuren (27%) en medewerkers bij de afdeling P&O/HR (7%) (zie Tabel 2.3 uit [Bijlage 2](#)). Bij overig is een diversiteit aan functies genoemd zoals voorzitter CvB, hoogleraar, coördinator onderzoek, uitvinder en opleidingscoördinator. In totaal hebben 38 van de 45 respondenten aangegeven één van de beslissers te zijn bij het aantrekken van nieuwe medewerkers. Bij de uitspraken over de arbeidsmarktbehoefte is alleen dit type respondenten meegenomen. **Van deze respondenten vindt 60% het beoogde profiel van de MDSt**

buitengewoon of zeer passend bij de behoefte in het werkveld. Bijna 31% vindt het profiel enigszins passend (zie Tabel 2.4 uit [Bijlage 2](#)). Respondenten die het profiel buitengewoon of zeer passend vinden, lichten hierop toe dat er een grote behoefte is aan Medical Data Scientists vanwege de steeds grotere hoeveelheid medische data die beschikbaar komt. Verder geven zij aan dat de voorgelegde combinatie van competenties inclusief de communicatieve vaardigheden van belang is.

Alle voorgelegde [kerntaken](#) worden door de meerderheid van de respondenten van groot of zeer groot belang geacht. Bijvoorbeeld, meer dan 60% van de respondenten vindt dat van groot/zeer groot belang is dat de MDSt met (bio)medische professionals overlegt en de behoefte aan data science gebaseerde softwaretools in beeld brengt, dat MDSt de regulatoire en ethische aspecten van de toepassing van data science in een medische omgeving bewaakt en dat de MDSt passend en doelgericht met (bio)medische professionals communiceert om aan te kunnen sluiten bij hun behoeften. Meer dan 80% van de respondenten geeft aan dat er in hun sector al professionals werkzaam zijn met (delen van) een vergelijkbaar profiel als dat van de Medical Data Scientist (zie Tabel 2.6 uit [Bijlage 2](#)). Het profiel (of delen ervan) komt in ieder geval voor in ziekenhuizen, bedrijven die medische apparatuur, software, microscopen et cetera ontwikkelen, bedrijven die AI-imaging ontwikkelen, onderzoeksinstituten en onderwijsinstellingen. In totaal zijn er bij deze 29 organisaties 344 werknemers of 327 fte met een dergelijk profiel werkzaam (zie Tabel 2.7 uit [Bijlage 2](#)). Het gemiddelde aantal werknemers en fte bedraagt circa 12. Als het gaat om de toekomstige professionals, **84% van de respondenten verwachten in de komende vijf jaar een toename in de behoefte aan Medical Data Scientists** binnen de sector *en* geen enkele respondent is van mening dat de behoefte zal afnemen (zie Tabel 2.8 uit [Bijlage 2](#)). Dit is een **duidelijk signaal van de responsgroep**.

Toekomstige behoefte aan MDSts in de komende 5 jaar zal	Aantal	Percentage
Toenemen	27	84%
Gelijk blijven	5	16%
Afnemen	-	-
Totaal	32	100%

Beslissingsbevoegde respondenten van 30 organisaties hebben bij elkaar 319 fte aan medewerkers in dienst met (delen van) een vergelijkbaar profiel als dat van de beoogde professional Medical Data Scientist. **Zij verwachten in de komende vijf jaar een uitbreiding van circa 223 fte¹³ en een vervanging van 102 fte.** (zie Tabel 2.9 uit [Bijlage 2](#)). Bij elkaar is dit een **arbeidsmarkt vraag van 325 fte in de komende vijf jaar, ongeveer een verdubbeling van het huidige aantal fte in dienst**. Daarnaast zouden zij 82 medewerkers de MDS master willen laten volgen als bijscholing. De grootste behoefte ligt bij onderzoeksinstituten (88 fte) en bedrijven die AI-imaging (83 fte) en medische apparatuur (79 fte) ontwikkelen, maar ook bij ziekenhuizen (43 fte) en onderwijsinstellingen (19 fte). De uitbreidings- en vervangingsvraag plus bijscholingsvraag bedraagt 424 (342+82) medewerkers (325 fte) over een periode van 5 jaar. De prognose komt daarmee neer op een *jaarlijkse* arbeidsmarktbehoefte van 84 afgestudeerde MDSts. Gegeven een opleidingsrendement van 70% betekent dit dat **er ruimte is voor een jaarlijks instroom van 120 studenten** (tabel 2.15, [Bijlage 2](#)).

Bovenstaande getallen bevestigen **dat er sprake is van substantiële, betekenisvolle arbeidsmarktbehoefte**. Opgemerkt wordt dat deze prognose slechts betrekking heeft op de behoefte aan professionals binnen de in dit onderzoek onderzochte arbeidsorganisaties (i.e. 45 organisaties, 53000 medewerkers). Een schatting van de werkelijke behoefte aan Medical Data Scientists met het beoogde profiel in de gehele populatie zal daar uiteraard (ver) boven liggen.

Kijkend naar het niveau en de inhoud van de MDS masteropleiding en de professional waarvoor wordt opgeleid, is **het meest verwante opleidingscluster volgens classificatie van het ROA de Master Informatica** (zie paragraaf 2.7 in [Bijlage 2](#)). ROA concludeert dat de toekomstige arbeidsmarktsituatie voor masters Informatica redelijk is met enige verwachte knelpunten in de personeelsvoorziening.

De resultaten uit het arbeidsmarktbehoefte-onderzoek bevestigen de verwachting van de Radboud Universiteit/het Radboudumc dat er in het werkveld een huidige en toenemende behoefte is aan Medical Data Scientists. Voor de toepassing in een medische omgeving is het namelijk voor data scientists **enorm belangrijk dat zij goed kunnen communiceren met (bio)medische professionals en**

¹³ 1 fte ofwel 1 fulltime medewerker

begrip/kennis hebben van de specifieke en complexe data in de medische omgeving. De verwachting is dat de snelle ontwikkelingen op het gebied van data science en AI het mogelijk zullen maken om **met gebruik van deze data grote stappen te maken in het bevorderen van de gezondheid.**

9. Noodzaak tot start nieuwe opleiding

In deze paragraaf geven wij graag de onderbouwing voor de noodzaak om een nieuwe opleiding Medical Data Science te starten i.p.v. een nieuwe afstudeerrichting of curriculumwijziging. Ook leggen we uit waarom deze opleiding actueel en onderscheidend t.o.v. bestaande opleidingen is en waarom Radboudumc en RU bij uitstek geëquipeerd zijn om gezamenlijk deze nieuwe master op te zetten. De inhoud en het Beroepscompetentieprofiel van de MDS master zijn tot stand gekomen na afstemming met verschillende (bio)medische professionals, data science experts en ethici, onder begeleiding van onderwijsdeskundigen van de Radboud Health Academy.

Een nieuwe opleiding i.p.v. een nieuwe afstudeerrichting of curriculumwijziging. Medische data vanuit de **beeldvormende disciplines** zoals radiologie of pathologie, vanuit de **diagnostiek** zoals genomanalyse, en vanuit **medische interventies en epidemiologie** bevatten een enorme hoeveelheid informatie die de diagnostiek kunnen versnellen en verbeteren, kans op genezing kunnen vergroten via gepersonaliseerde therapieën en tot een betere voorspelling van ziekte beloop kunnen leiden. Deze data zijn over het algemeen complex en multipara metrisch, waardoor geavanceerde data-analyse en AI-toepassingen steeds meer nodig zijn om de medische professional te helpen om zorgvuldige medische beslissingen te kunnen nemen en effectievere therapieën te kunnen ontwikkelen, wat uiteindelijk de kosten van de gezondheidszorg kunnen reduceren.

De eerste grote golf van impact van moderne AI en data science, specifiek diepe neurale netwerken, was in computergestuurde verwerking van beelden¹⁴, in eerste instantie voor algemene beelden, maar als snel ook specifiek in het medische domein zoals in de radiologie, oogheelkunde, neurologie en pathologie¹⁵. Inmiddels zijn er meer dan 300 gecertificeerde, commerciële AI-producten alleen al in de radiologie die in de klinische praktijk gebruikt mogen worden¹⁶. Daarnaast worden AI en data science toepassingen steeds meer gebruikt ook om moleculaire patiëntengegevens uit de diagnostiek te analyseren. AI-methoden voor het analyseren en interpreteren van DNA-gegevens worden gebruikt bij de implementatie van technieken, zoals *genome sequencing of exome sequencing*, wat de gezondheidszorg voor patiënten met zeldzame genetische ziektes enorm heeft verbeterd o.a. door het versnellen van een diagnose.¹⁷ Naast genomics, kunnen proteomics, metabolomics, transcriptomics enzovoort ook cruciale informatie bieden die tot snellere diagnostiek en betere therapieën kunnen leiden. Het *Netherlands X-omics* initiatief¹⁸ bewijst dat de integratie van deze verschillende omics essentieel is om complexe biomedische vragen te kunnen beantwoorden. Ten slotte, zien we nu ook steeds duidelijker een transitie naar AI modellen die de prognose van een patiënt proberen te voorspellen.¹⁹ In de ontwikkeling van nieuwe behandelingen (*medical interventions*), wordt AI daarmee ingezet om te voorspellen welke behandeling het beste past. Een recente richtinggevend AI-reflection paper van de EMA²⁰ maakt duidelijk dat ontwikkelen van AI-toepassingen met grote impact op gezondheid en medische interventies specifieke methoden en vaardigheden vraagt ten aanzien van bestaande data-analyse en modellen. **In deze uitbreiding van het takenpakket van AI en zijn klinische implementatie en**

¹⁴ Krizhevsky et al. Imagenet classification with deep convolutional neural networks 2012 DOI: 10.1145/3065386

¹⁵ Litjens et al. A survey on deep learning in medical imaging (2017) DOI: 10.1016/j.media.2017.07.005

¹⁶ van Leeuwen et al. AI products and their evidence DOI: 10.1007/s00330-021-07892-z

¹⁷ van der Sanden et al. The performance of genome sequencing as a first-tier test for neurodevelopmental disorders. Eur J Hum Genet (2023). <https://doi.org/10.1038/s41431-022-01185-9>; Runheim et al. The cost-effectiveness of whole genome sequencing in neurodevelopmental disorders. Sci Rep (2023). DOI:<https://doi.org/10.1038/s41598-023-33787-8>

¹⁸ Netherlands X-omics initiative - Dutch Techcentre for Life Sciences

¹⁹ Pinckaers et al. Predicting biochemical recurrence of prostate cancer with artificial intelligence. *Commun Med* (2022). DOI:10.1038/s43856-022-00126-3

²⁰ https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/reflection-paper-use-artificial-intelligence-ai-medicinal-product-lifecycle_en.pdf

gezien de complexiteit van de huidige medische data, zijn goed opgeleide professionals met geavanceerde kennis van de techniek en sterke affiniteit met de klinische praktijk essentieel.

De voorgestelde master MDS legt **nadruk op de integratie van data science met de klinische praktijk**, waarbij ook aandacht is voor ethische kaders en medische regelgeving, iets wat ontbreekt in de bestaande opleidingen ([zie paragraaf 6](#)). Deze opleiding bevindt zich op het kruispunt van wiskunde, informatica en medische wetenschappen. Hierdoor heeft de opleiding zowel een sterk technisch als interdisciplinair karakter. Ook zal de beoogde opleiding MDSt's afleveren die kennis hebben van de (bio)medische achtergrond maar ook getraind zijn in het communiceren met verschillende stakeholders zoals biomedische professionals en real-life patiënten. Vanwege de complexiteit van medical data science, waarbij biomedische, technische, ethische en juridische aspecten samenkomen, is een grondige en brede opleiding van essentieel belang.

De Radboud Universiteit biedt nu al diverse cursussen en opleidingen aan op het gebied van AI en data science, zoals de Master Computing Science met specialisatie Data Science²¹, en ook opleidingen op het gebied van biomedische wetenschappen zoals de Master Biomedical Sciences²². Tijdens de verkenningsfase voor de nieuwe masteropleiding MDS is daarom onderzocht of deze binnen het bestaande opleidingsaanbod kon worden geïntegreerd. De bestaande Master Biomedical Sciences is een brede master, waarin geen ruimte is om de benodigde programmeervaardigheden te ontwikkelen. Die master vooronderstelt bovendien uitgebreide biomedische kennis, en is en daarom niet toegankelijk voor bachelors met een computer science achtergrond. Wij zien juist veel synergie in een medical data science opleiding waarin studenten vanuit een biomedische achtergrond samenwerken met studenten vanuit een computer science achtergrond. De bestaande Master Computing Science is ook een brede master met zes specialisaties rondom ontwerp en analyse van software, machine learning, cyberbeveiliging en computationele wiskunde. Het technische karakter van die master biedt geen ruimte voor een echte onderdompeling van de studenten in het biomedische werkveld, waardoor de vaardigheden die nodig zijn voor de communicatie met artsen en patiënten en de kennis van ethische en maatschappelijke aspecten van medische data onvoldoende aangeboden kunnen worden.

Zoals in [paragraaf 3](#) betoogd, achten wij het essentieel dat toekomstige MDSts de inhoud van medische data begrijpen, goed kunnen samenwerken met medische professionals en bewust zijn van de impact van medische data-analyse op real-life patiënten. **Deze combinatie van kennis en competenties is zo uniek en omvangrijk dat het niet gerealiseerd kan worden door middel van een nieuwe afstudeer-richting of curriculumwijziging binnen de bestaande opleidingen.** Daarom is er gekozen voor een **interfacultaire samenwerking** tussen de faculteit Wiskunde, Natuurwetenschappen en Informatica (FNWI) van de Radboud Universiteit en het Radboudumc. De tweejarige duur van de MDS opleiding is nodig om studenten de kennis en vaardigheden bij te brengen die nodig zijn om bij te dragen aan hoogwaardige toepassingen binnen de gezondheidszorg.

Een nieuwe opleiding aan de RU i.p.v. een vernieuwing binnen het bestaande aanbod van andere instellingen. Traditioneel vinden opleidingen in data science en AI vooral plaats binnen instellingen die zich richten op techniek, wiskunde, statistiek en informatica (technische universiteiten, informaticafaculteiten). Om data science effectief te kunnen toepassen is het van belang om een goed begrip te hebben van de inhoudelijke betekenis van de data. Dit geldt zeker in het medisch werkveld, waar een grote hoeveelheid van heel verschillende, complexe data samenkomt. Daarnaast is het **noodzakelijk dat data scientists in het medisch werkveld voldoende thuis zijn in de cultuur/taal van de gebruikers**, willen zij in samenwerking met die gebruikers relevante vragen kunnen identificeren aan de oplossing waarvan data science kan bijdragen, en om met hen het nut van ontwikkelde tools te kunnen delen.

De [analyse van \(zijdelingsverwante\) opleidingen](#) toont dat de nieuwe MDS master een zeer onderscheidend profiel heeft t.o.v. bestaande masteropleidingen in Nederland. Geen van de opleidingen focust specifiek op de analyse van medische data. Deze opleidingen leggen verschillende accenten,

²¹ [Computing Science | Radboud Universiteit](#)

²² [Master Biomedical Sciences | Radboud University](#)

bieden aanvullende vakken aan en/of zijn gericht op andere toepassingsgebieden. De instroomdoelgroepen overlappen deels maar de variatie in de profielen van studenten is groot. De beroepen waarvoor opgeleid wordt vertonen gelijkenissen, maar zijn vaak breder of diverser.

De beoogde **combinatie van vaardigheden van de MDS opleiding** is mogelijk dankzij intensieve samenwerking tussen de FNWI van de Radboud Universiteit, waar state-of-the-art data science wordt bedreven, en het Radboudumc, waar grote kennis is over de medische toepassing van data science en een grote stroom van real-life medische data wordt geproduceerd. Deze medische data geproduceerd op verschillende diagnostische en klinische afdelingen kunnen (na de benodigde anonimisatie) snel en laagdrempelig gebruikt worden door docenten en studenten tijdens cursussen en stages. Op deze manier worden de MDS master studenten tijdens hun opleiding **ondergedompeld in het medisch werkveld**. Deze nauwe samenwerking tussen RU en Radboudumc biedt een unieke inbedding voor de beoogde MDS opleiding die niet eenvoudig te realiseren is binnen het bestaande aanbod elders.

Landelijke spreiding van het opleidingsaanbod en instroomprognose. In Nederland, zoals afgestemd met de zijdelings verwante opleidingen, is **deze interdisciplinaire master vooralsnog uniek**. We verwachten dat de verwante MI master aan de UvA en de beoogde MDS master aan de Radboud Universiteit studenten uit twee verschillende regio's zullen aantrekken, wat een gunstig effect heeft op de **landelijke verspreiding van het opleidingsaanbod**. Zoals getoond in paragraaf 7 blijkt uit de gepeilde interesse onder bachelorstudenten dat een initiële instroom van 25 studenten/jaar, op termijn groeiend tot 48/jaar, realistisch is. Hoewel UTwente meldt dat de instroom bij hun technische opleidingen daalt, horen wij van veel soortgelijke masters eerder een stijging (zie [Bijlage 4](#)). Onze master Biomedical Sciences (BMS) bijvoorbeeld is in vijf jaar gestegen van 110 naar 156 instromers; die opleiding verwelkomt juist de master MDS omdat die een deel van de groei kan opvangen (BMS heeft geen *numerus fixus*). Er is dan ook geen aanleiding te veronderstellen dat de relatief bescheiden instroom naar de master MDS een substantiële bedreiging zal zijn voor (zijdeling) verwante masters.

10. Aansluiting instellingsprofiel

Vanuit de Radboud Universiteit zijn de pijlers **academisch, persoonlijk en duurzaam** belangrijke begrippen die nauw verweven zijn met de master Medical Data Science. Dit komt tot uiting in enerzijds de stevige, wetenschappelijke kennisbasis die we bieden en anderzijds de focus op het ontwikkelen van kritische, ethische en reflectieve professionals die in hun handelen duurzaamheid als een leidend anker gebruiken. Daarmee geven we vorm aan de [missie](#) van de Radboud Universiteit: *'a significant impact'* en de [missie](#) van het Radboudumc: to have *'a significant impact on health'*. Verder sluit de onderwijskundige aanpak van de beoogde master zeer goed aan bij de visie van de Radboudumc Health Academy, hét onderwijs- en opleidingsinstituut van het Radboudumc: **interprofessioneel leren, toegepast en praktisch leren** (o.a. werkplekleren in stages en in dialogen met stakeholders) en innovatief aanbod door de integratie van de nieuwste onderwijstrends (bv. AI voor leren).

Medical data science zal naar verwachting een grote impact hebben op de diagnostiek, het wetenschappelijk onderzoek naar mechanismen van gezondheid en ziekte, de ontwikkeling van nieuwe therapieën, de efficiëntie van het zorgproces en op public health. Juist het feit dat binnen het Radboudumc **grote hoeveelheden medische data** worden gegenereerd en gebruikt in zorg en onderzoek, en de mogelijkheid om de toekomstige medical datascientists onder te dompelen in een medische omgeving, maakt het Radboudumc een uitermate geschikte plek om de MDSts op te leiden.

Het Radboudumc en de Radboud Universiteit zetten een belangrijk deel van de door het Rijk beschikbaar gestelde **sectorgelden** in voor AI en data-gedreven innovatie. Per november 2024 zijn uit de sectorgelden 20 medewerkers aangesteld in diverse data science gerelateerde functies. Een aantal van hen zullen 5-10% van hun werktijd aan onderwijs besteden door lezingen en/of stage begeleiding. Deze masteropleiding is daarmee ondersteunend aan en instrumenteel voor het bereiken van de lange termijn-doelen van het Radboudumc op dit gebied. Daarnaast **zet Radboudumc serieus in op data-gedreven gezondheidszorg, zowel regionaal als nationaal**, met initiatieven als Radboud Healthy

Data²³, die een uitstekende data & AI infrastructuur in Nijmegen beoogt te creëren, en Health-RI²⁴, die landelijk het hergebruik van gezondheids- en life sciences data stimuleert. Het realiseren van dergelijke plannen vraagt een toenemende kennis en expertise zoals ondergebracht in de beoogde MDS master.

11. RIO- en ISCED-indeling

Het opleidingstype waaronder de master MDS WORDT geschaard is Gezondheidszorg. De meest verwante opleiding [Medical Informatics \(UvA\)](#) is ook ingedeeld bij het RIO-onderdeel Gezondheidszorg.

12. Afstemming

We vatten het proces van afstemming met (aan)verwante masteropleidingen in 4 punten samen.

1. In paragraaf 6 doen we uitgebreid verslag van de afstemming met 19 masteropleidingen (waarvan 18 zijdelings en 1 verwant). We maken uit de gesprekken op dat de opleidingen die wij geconsulteerd hebben positief staan tegenover de komst van een masteropleiding Medical Data Science (MDS) aan de Radboud Universiteit. De verwante masteropleiding Medical Informatics (UvA) en de zijdelings verwante masteropleiding Health and Digital Transformation (Maastricht Univ.) erkennen wel dat er sprake is van een vorm van concurrentie, maar dit wordt gezien als een gezonde uitdaging en niet als een belemmering. Een uitzondering hierop vormen de vertegenwoordigers van de masteropleidingen Biomedical Engineering en Health Sciences van de Universiteit Twente. De vertegenwoordigers van deze 2 opleidingen zeggen geen ruimte te zien voor de masteropleiding MDS. De argumenten zijn: te veel inhoudelijke overlap en de recent ervaren daling in de instroom voor technische opleidingen in Twente. Onze analyse van de inhoud geeft voldoende accentverschillen aan om onderscheidend te zijn. Daarnaast zien we bij het instroom- en arbeidsmarktonderzoek geen landelijke daling aan belangstelling.
2. De rector van de Radboud Universiteit heeft ons initiatief op bestuurlijk niveau op 20 juni afgestemd tijdens het overleg van de Stuurgroep Onderwijs en Onderzoek (SOO). We hebben de rector en het UNL-bureau daartoe voorzien van een profielschets van de opleiding, een overzicht van (zijdelings) verwante opleidingen en de verslaglegging van de afstemmingsgesprekken (benchmarkgesprekken voor bepaling wel of geen bezwaar). Op basis hiervan heeft het UNL-bureau een stuk opgesteld met de conclusies uit de benchmarkgesprekken, ter voorbereiding van de SOO-leden voor het overleg van 20 juni. Ook de SOO-leden hebben geen bezwaar gemaakt tegen dit initiatief.
3. Vanwege de bedenkingen vanuit Universiteit Twente, heeft de rector van de Radboud Universiteit op 13 februari 2025, met de rector van Universiteit Twente de ontwikkelingen m.b.t. de masteropleiding MDS besproken. Zie [verslaglegging gesprek rectoren](#) in Bijlage 4. Op advies van de rector van Universiteit Twente is de Radboud Universiteit daarna nogmaals in gesprek gegaan met Universiteit Twente. Zie de [verslaglegging van dit tweede gesprek](#) in Bijlage 4.
4. Gedurende het proces van afstemmen met de andere bovengenoemde opleidingen is telkens gesproken over mogelijkheden tot onderlinge samenwerking. Alle opleidingen zijn bereid tot samenwerking of willen de mogelijkheden tot samenwerking, zoals electives, stages en afstudeerprojecten, overwegen. Dit zullen wij later in gezamenlijkheid met deze opleidingen verkennen.

²³ [Radboud Healthy Data | Radboud University](#)

²⁴ [Data Driven Health & Life Sciences: Connect, Share and Reuse | Health-RI](#)