

Aanvraagformulier nieuwe opleiding

Basisgegevens

Naam instelling	Maastricht University / Universiteit Maastricht (UM)
Contactpersoon/contactpersonen	Nicolette Engelen, Beleidsmedewerker Onderwijs UM
Naam opleiding	MSc Molecular Imaging and Engineering Master of Science in Molecular Imaging and Engineering
Internationale naam opleiding	MSc Molecular Imaging and Engineering Master of Science in Molecular Imaging and Engineering
Taal	Engels
In geval dat de opleiding in een andere taal dan het Nederlands wordt verzorgd: een toelichting op de aansluiting van de taalkeuze op de arbeidsmarktbehoefte	De taal van de masteropleiding Molecular Imaging and Engineering is Engels. De keuze voor de Engelse taal is in lijn met de Gedragscode Voertaal van de Universiteit Maastricht. De kwantitatieve onderbouwing is gebaseerd op een recent NWO-TOP onderzoek waarin werkgevers aangeven dat de Engelse taalvaardigheid van respondenten een belangrijk kenmerk is voor bedrijven. Deze onderbouwing wordt aangevuld met een analyse van 60 vacatures in de Nationale Vacaturebank en op de websites indeed.nl, academicpositions.nl en academictransfer.nl waaruit blijkt dat de meerderheid van deze vacatures (98%) een grondige kennis van het Engels vereisen of in het Engels zijn opgesteld. Bovendien verwijzen 36 vacatures (60%) naar het internationale karakter van de functie en/of de organisatie. De kwalitatieve onderbouwing is gebaseerd op nationale en regionale beleidsdocumenten die aantonen dat internationale studenten en kenniswerkers nodig zijn voor de Nederlandse arbeidsmarkt in sectoren waar de voertaal overwegend Engels is. Dit wordt ondersteund door 20 verklaringen vanuit de arbeidsmarkt. De uitgebreide kwalitatieve en kwantitatieve onderbouwing is toegevoegd bij criterium B – Ruimte in het landelijk aanbod.
In geval van een associate degree- opleiding, indien van toepassing: welke instelling verzorgt mede de opleiding	n.v.t.

In geval van een joint degree-opleiding: welke instelling(en) verzorg(t)(en) mede de opleiding	n.v.t.
Opleidingsniveau (associate degree- opleiding, hbo bachelor, hbo master, wo bachelor, wo master)	WO Master
Inhoud (korte beschrijving opleiding)	<p><u>Beschrijving van de opleiding</u></p> <p><i>Imaging</i> is een onmisbaar instrument in het begrijpen van de wereld om ons heen. <i>Imaging</i> technieken en instrumenten worden in de hedendaagse wetenschap ingezet om moleculen en structuren van materialen zichtbaar te maken. Hiermee levert <i>imaging</i>, steeds nauwkeuriger, details over lokale fysisch-chemische eigenschappen van verbindingen en materialen en de interactie met hun omgeving. Dit inzicht in de ruimtelijke verdeling van moleculen en structuren wordt vervolgens ingezet om problemen en vragen vanuit de wetenschap en de industrie te beantwoorden. <i>Imaging</i> vormt zo een brug tussen de (bio)medische wetenschappen, techniek en materiaalwetenschappen. Het gebruik en de ontwikkeling van <i>imaging</i> technologieën is ook relevant voor een breed scala aan andere wetenschapsgebieden zoals geologie, plantkunde, onderzoek naar het cultureel erfgoed, halfgeleidertechnologie, forensisch onderzoek en chemische katalyse.</p> <p>De beoogde tweejarige masteropleiding is erop gericht wetenschappelijk geschoolde <i>engineering</i> professionals op te leiden in de theoretische, technische en praktische aspecten van <i>imaging</i> instrumenten. Deze professionals kunnen disciplineaire kennis van natuurkunde, (bio)chemie, wiskunde en <i>engineering</i> integreren en over disciplines heen toepassen. Ze zijn daarmee in staat om vragen en uitdagingen van zowel de wetenschap als de industrie, op het gebied van bestaande en nieuwe beeldvormingstechnologieën en -toepassingen (<i>imaging</i>), te beantwoorden. Afgestudeerden van de opleiding Molecular Imaging and Engineering zijn in staat om <i>samples</i> te manipuleren om ze optimaal te kunnen <i>imagen</i> en moleculen en structuren van materialen vast te stellen. Daarnaast worden ze getraind in data acquisitie, modellering, analyse, interpretatie en datamanagement en het inzetten van deze data om processen en hightech systemen te verbeteren. De</p>

opgedane kennis en vaardigheden kunnen zij inzetten om innovatieve, analytische meet- en detectiestrategieën te ontwerpen en de bijbehorende systemen te ontwikkelen ten behoeve van een brede waaier aan toepassingen, zoals nieuwe medische diagnostiek, het ontwikkelen van gefunctionaliseerde materialen, het verbeteren van biologische gewasbescherming, het behouden van het cultureel erfgoed en het faciliteren van de energietransitie.

Studenten verwerven kennis over de functionaliteiten, mogelijkheden en beperkingen van de meest bekende en gebruikte *imaging* technieken en bijbehorende instrumenten. Hiernaast zullen studenten kennis en inzicht krijgen in de structuren en eigenschappen van moleculen. Deze theoretische kennis wordt naar de praktijk vertaald, waarbij studenten optimaal leren werken met de verschillende technieken. De opleiding stelt studenten in staat om de verworven kennis, vaardigheden en inzichten te vertalen naar nieuwe ontwikkelingen. Daarbij worden studenten getraind in het ontwerpen, ontwikkelen en optimaliseren van *imaging* instrumenten, zowel in de voorbereiding en de manipulatie van *samples* en materialen als in de automatisering, het gebruik van de instrumentatie en de data-analyse. Door snelle ontwikkelingen en de ongekende mogelijkheden op het gebied van *data science* en *artificial intelligence*, krijgen (geïntegreerde) data een grotere complexiteit, resolutie, samenhang en kwaliteit. Er zijn daarom academische ingenieurs nodig die bestaande analyse, *imaging* en sensor systemen verder kunnen verbeteren en nieuwe systemen kunnen ontwerpen, ontwikkelen en toepassen. De opleiding levert dergelijke ingenieurs die aan de slag kunnen in een veelheid aan sectoren in de academische wereld en de industrie, van instrumentontwikkeling en productie, tot toepassingsdomeinen zoals levenswetenschappen, chemie en levensmiddelen-technologie.

Kennisprofilering en regionale setting

De combinatie en integratie van disciplines in de opleiding sluit naadloos aan op de ontwikkelingen binnen de UM en in de regio, met name op de vier Brightlands campussen. Op elke campus vinden onderwijs en onderzoek activiteiten plaats die relevant zijn voor deze opleiding. Voor de [Brightlands](#)

[Maastricht Health Campus](#) gaat het hierbij om een breedspectrum aan medische technologieën en *imaging* (Maastricht Imaging Valley), gecombineerd met snel ontwikkelende expertise in technische natuurkunde en fysische instrumentatie in het algemeen. De bouw van een grote testfaciliteit (de ET-Pathfinder) voor experimenteel zwaartekrachtsgolvenonderzoek is hier een voorbeeld van. Op de [Brightlands Chemelot Campus](#) ligt de focus op circulaire chemie, technologie en materialen waarbij *imaging* wordt ingezet binnen bijvoorbeeld *engineering* plastics en 3D geprinte biomedische en industriële materialen. De wetenschap en industrie op het gebied van biotechnologie en *food technology* op de [Brightlands Campus Greenport Venlo](#) maken gebruik van *imaging* technieken en instrumenten, waarbij kennis en middelen worden ontwikkeld en ingezet ten behoeve van een gezonde leefomgeving en duurzame landbouw. De [Brightlands Smart Services Campus](#) in Heerlen focust zich op informatica en datawetenschappen om de veelheid aan data en de mogelijkheden van de data die (nieuwe) *imaging* technologieën leveren te verwerken, analyseren en optimaliseren. De gevestigde hightechbedrijven op de vier Brightlands campussen, en meer algemeen de regio Limburg, hebben dan ook een sterke behoefte aan instrumentatie ontwikkelaars met een hoog analytisch werk- en denkniveau, zoals onderschreven in de Regionale Kennis Agenda Limburg. Meer algemeen hebben (inter)nationale onderzoeksinstituten en de innovatieve industrie een tekort aan interdisciplinaire probleemoplossers die hun kennis, vaardigheden en inzichten van natuurwetenschappelijke en *engineering* disciplines kunnen combineren en integreren met als doel onderzoeksvragen beter en gericht te kunnen beantwoorden met behulp van *imaging*. Dit wordt ondersteund door interviewverslagen (Bijlage 3) en verklaringen vanuit de arbeidsmarkt (Bijlage 8).

De opleiding komt voort uit de bestaande expertise op het gebied van *imaging* binnen de UM. Binnen de Faculty of Science and Engineering en de Faculty of Health Medicine and Life Science, verschillende onderzoeksinstituten, alsmede in het MUMC+ worden een verscheidenheid aan *imaging* technologieën en methodologieën ontwikkeld en ingezet ter ondersteuning van in-vivo, ex-vivo en materiaalonderzoek. Het M4I instituut van de UM is

nauw betrokken bij de ontwikkeling en inhoud van de opleiding. M4I heeft als missie om fundamenteel, instrumentatie- en toegepast onderzoek te doen met relevantie voor wetenschap en samenleving. Het onderzoek en onderwijs binnen M4I richt zich op moleculaire imaging van biologische weefsels, cellen, biomaterialen, bacteriën en virussen. Binnen het Aachen-Maastricht Institute for Biobased Materials (AMIBM) wordt onderzoek gedaan gerelateerd aan de *imaging* van geavanceerde (bio)materialen. Daarnaast is er expertise op het gebied van *data science* en datamanagement binnen de UM o.a. binnen het Institute for Data Science, betrokken bij de ontwikkeling en inhoud van de opleiding, en het Department of Data Science and Knowledge Engineering. Expertise op het gebied van *imaging* en *data science* komt samen in Maastricht Imaging Valley, een samenwerkingsverband van o.a. UM, het MUMC+, Brightlands en Scannexus. Dit samenwerkingsverband heeft als doel een *hub* te creëren voor *imaging* expertise, technieken en instrumenten die breed toegepast kunnen worden binnen verschillende disciplines en die relevant zijn voor de kenniseconomie en de maatschappij. Hiermee streeft Maastricht Imaging Valley ernaar hedendaagse en toekomstige onderzoeksvragen vanuit de academische wereld en de industrie te beantwoorden.

Didactiek

Het curriculum wordt opgebouwd rond modules over instrumentatie-*engineering*, aangevuld met modules die fundamentele kennis en vaardigheden op het gebied van moleculair onderzoek en datamanagement bieden. Na een eerste semester van verplichte vakken, worden keuzevakken aangeboden die studenten in staat stellen zich verder te specialiseren in deze onderwerpen en de *crossovers* tussen deze disciplines. De opleiding zal Probleemgestuurd Onderwijs (PGO), kenmerkend voor de UM, toepassen in alle blokken. In de practica en projecten zal gebruik worden gemaakt van andere activerende werkvormen zoals Research-Based Learning (RBL), waarbij studenten in nauwe samenwerking met wetenschappelijke staf en onderzoekers uit de industrie onderzoek uitvoeren. Bovendien wordt ook gebruikt gemaakt van innovatieve simulatieprincipes in het onderwijs. Deze onderwijsmethode van ervaring-gestuurd leren biedt

	<p>studenten, naast kennis en vaardigheden over de verschillende disciplines, de mogelijkheid om ervaring op te doen op het gebied van innovatieprocessen, kwaliteitssystemen, proces- en projectmanagement, rapportage- en presentatievaardigheden en interpersoonlijke vaardigheden zoals samenwerken en leiderschap. Onderzoek staat centraal in de opleiding. Zo volgen studenten twee projectperiodes in het eerste jaar en schrijven zij gedurende een groot deel van het tweede jaar hun masterthesis. Studenten krijgen tijdens de projecten en de masterthesis de mogelijkheid om de gehele keten van onderzoek te ervaren en innovatieve <i>engineering</i> oplossingen te ontwikkelen voor bestaande en toekomstige vraagstukken. Het programma hecht veel waarde aan de verbinding tussen de academische wereld en de industrie. Daarom worden de projecten en de masterthesis (gedeeltelijk) uitgevoerd in een industriële omgeving, op de Brightlands campussen en daarbuiten, hetgeen studenten in staat stelt hun kennis, vaardigheden en inzichten toe te passen op fundamenteel en toegepast onderzoek binnen de wetenschap en de industrie.</p>
<p>Inrichting van de opleiding (indicatie curriculum per jaar, vakken, leerlijnen)</p>	<p>De master is zodanig opgezet dat studenten kennis, inzicht en vaardigheden opdoen op het gebied van:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het ontwerpen, ontwikkelen, gebruiken en optimaliseren van moleculaire <i>imaging</i> technieken en instrumenten in onderzoeks- en industriële omgevingen. • Fundamentele concepten met betrekking tot de structuur en eigenschappen van moleculen en materialen, gecombineerd met fundamentele kennis van technische natuurkunde en (bio)chemie die de wetenschappelijke basis vormen voor de toepassing van <i>imaging</i> in verschillende disciplines. • Het verbinden van een onderzoeksvraag aan een <i>imaging</i>-techniek of combinatie van technieken die in staat is deze vraag te beantwoorden. Studenten zijn in staat om <i>samples</i> af te stemmen op de meest geschikte <i>imaging</i> methode om de structuur van moleculen optimaal vast te kunnen stellen. Studenten kunnen de resultaten interpreteren, optimaliseren en valideren ten behoeve van innovatie en het bevorderen van onderzoek.

- Het verzamelen, modelleren, analyseren, interpreteren en beheren van data en het inzetten van deze data om processen en hightech systemen te verbeteren.

De tweejarige master bestaat uit verplichte modules in het eerste semester, gevolgd door keuzeblokken en twee projecten en wordt afgesloten met een master thesis. Schematisch weergegeven ziet het curriculum van de opleiding MSc Molecular Imaging and Engineering er als volgt uit:

Y 1	S1	P1	2 core	Imaging Techniques (6 ECTS)	Molecules and Structures (6 ECTS)
		P2	2 core	Instrumentation Physics and Engineering (6 ECTS)	Engineering and Data Processing (6 ECTS)
		P3	1 project	Research Project I (6 ECTS)	
	S2	P4	2 electives	Optics and Vacuum Systems (6 ECTS) Image Interpretation and Analysis (6 ECTS) Light Microscopy (6 ECTS) Molecular Interactions (6 ECTS)	
		P5	2 electives	Detectors and Electronics (6 ECTS) Electron Microscopy (6 ECTS) Mass Spectrometry Imaging (6 ECTS) Molecular Engineering (6 ECTS)	
		P6	1 project	Research Project II (6 ECTS)	
Y2	S3	P1	2 electives	Imaging Data Management (6 ECTS) MRI, NMR (6 ECTS) Entrepreneurship (6 ECTS) Process Analytical Technologies (6 ECTS)	
		P2	1 thesis	Master Thesis Research (48 ECTS)	
		P3			
	P4				
	S4	P5	1 thesis	Master Thesis Research (48 ECTS)	
		P6			
Studielast				120 ECTS	

Vorm van de opleiding (voltijd, deeltijd, duaal)	Voltijd
Gemeente of gemeenten waar de opleiding wordt gevestigd	Maastricht
Doelgroep van de opleiding	<p>De master staat open voor studenten met een bachelor diploma in de volgende studies (of studies sterk gerelateerd hieraan):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Engineering: industrial engineering, mechanical engineering, business engineering, mathematical engineering, engineering; • Natuurkunde: natuurkunde/physics, applied physics, advanced technology; • Wiskunde: econometrics, econometrics and operations research, applied mathematics; • Informatica: data science and knowledge engineering, data science, bioinformatics; • Natuurwetenschappen: applied science; • Liberal Arts & Sciences/Technology and Liberal Arts & Sciences: studenten met een passend profiel; • Scheikunde: scheikunde/chemistry, chemical engineering; • Biomedische studies: Biomedical engineering, biomedical sciences or molecular life sciences.
Croho (sub)onderdeel en motivering	<p>Sectoroverstijgend</p> <p>De opleiding dicht de kloof tussen moleculair onderzoek en instrumentatie-<i>engineering</i>. Hiervoor worden natuurkundige, (bio)chemische, wiskundige en <i>engineering</i> disciplines bij elkaar gebracht. Door middel van hoogwaardige kennis van en training in het ontwerp, de ontwikkeling, het gebruik en de optimalisatie van geavanceerde <i>imaging</i> instrumenten, in combinatie met kennis van en inzicht in de structuren en eigenschappen van moleculen en datamanagement, kan een afgestudeerde van het programma zowel fundamentele onderzoeksvraagstukken als industriële problemen aanpakken.</p> <p>De opleiding biedt een interdisciplinaire, geïntegreerde benadering van natuurwetenschappelijke- en <i>engineering</i> disciplines. Op basis van een eigen analyse van bestaande opleidingen wordt geconstateerd dat er in Nederland geen masteropleiding bestaat die identiek is in inhoud of naam aan de opleiding Molecular Imaging and Engineering. Verschillende opleidingen besteden</p>

aandacht aan imaging instrumenten en/of de toepassingen daarvan, maar geen enkele opleiding biedt studenten een opleiding in zowel imaging als engineering. Deze analyse toont verder dat er geen inhoudelijk vergelijkbaar programma wordt aangeboden dat moleculaire *imaging* toepast op een breed scala aan sectoren, waarbij kennis, technieken en instrumenten uit de biomedische wetenschappen en materiaalkunde ook worden ingezet in bijvoorbeeld geologie, behoud van cultureel erfgoed of forensisch onderzoek.

In het onderwijs en onderzoek aan de Faculty of Science and Engineering van de UM staan uiteenlopende verbindingen tussen natuurwetenschappelijke- en *engineering*-domeinen centraal. Studenten en staf combineren en integreren verschillende disciplines om hedendaagse vragen en uitdagingen te beantwoorden.

Vanwege de unieke combinatie van natuurwetenschappelijke- en techniekdomeinen in deze opleiding, waarbij elementen van verschillende disciplines en opleidingen geïntegreerd worden, past de opleiding in het CROHO-onderdeel sectoroverstijgend.

Gepplande startdatum opleiding of nevenvestiging	1 september 2020
ISAT code van de opleiding (indien bekend)	n.v.t.
BRIN code van de instelling	21PJ
Indien nadere vooropleidingseisen worden gesteld; voorstel daartoe	Studenten dienen minimaal 15 wiskunde ECTS-studiepunten op bachelor niveau te hebben gehaald om aan het vereiste niveau van wiskunde en <i>engineering</i> te kunnen voldoen.
Indien capaciteitsbeperking wordt ingesteld; de hoogte ervan	n.v.t.

Handtekening College van Bestuur

Datum & plaats

