

Macrodoelmatigheid master in Molecular Imaging and Engineering (MIE) Universiteit Maastricht

Citation for published version (APA):

Cörvers, F., & van Wetten, S. (2022). *Macrodoelmatigheid master in Molecular Imaging and Engineering (MIE) Universiteit Maastricht*. ROA. ROA Technical Reports No. 2019-002

Document status and date:

Published: 23/11/2022

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Download date: 26 Apr. 2025

Macrodoelmatigheid Master in Molecular Imaging and Engineering (MIE) Universiteit Maastricht

Frank Cörvers
Sanne van Wetten

ROA Technical Report

ROA-TR-2019/2

Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt | ROA
Research Centre for Education and the Labour Market | ROA

Macrodoelmatigheid Master in Molecular Imaging and Engineering (MIE) Universiteit Maastricht

Frank Cörvers
Sanne van Wetten

ROA-TR-2019/2
Juli 2019

Research Centre for Education and the Labour Market
Maastricht University
P.O. Box 616, 6200 MD Maastricht, The Netherlands
T +31 43 3883647 F +31 43 3884914

secretary-roa-sbe@maastrichtuniversity.nl
www.roa.nl

Inhoud

	Bladzijde
Resumé	i
1 Inleiding	1
2 Beschrijving masterprogramma MIE	2
3 Tabellen	3
3.1 Marktomvang voor de MIE	3
3.2 Potentieel voor instroom in de MIE	4
3.3 De arbeidsmarktkansen van aan de MIE verwante masteropleidingen	5
4 Interviews	8

Resumé

- ❖ Dit werkdocument verkent de macrodoelmatigheid van de beoogde tweejarige masteropleiding Molecular Imaging and Engineering (MIE) aan de Faculty of Science and Engineering (FSE) van de Universiteit Maastricht. Daartoe is gekeken naar de marktomvang van verwante opleidingen, de potentiële instroom van de relevante bacheloropleidingen en de arbeidsmarktkansen van afgestudeerden van de MIE. Dit laatste is gedaan door de huidige en toekomstige arbeidsmarktpositie van verwante opleidingen van de MIE in te schatten en door interviews te houden met contactpersonen uit het werkveld.
- ❖ De beoogde tweejarige masteropleiding Molecular Imaging and Engineering (MIE) richt zich op een niche binnen Engineering: Imaging. Hiertoe combineren en integreren studenten kennis en vaardigheden op het gebied van natuurkunde, (bio)chemie, wiskunde en engineering. De opleiding beoogt wetenschappelijk geschoolde engineering professionals op te leiden die disciplinaire kennis kunnen integreren en over disciplines heen kunnen toepassen. Deze professionals 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 (imaging) in verschillende sectoren, te beantwoorden.
- ❖ FSE heeft een inventarisatie gemaakt van de aan de master Molecular Imaging and Engineering (MIE) verwante masteropleidingen. Op basis van gegevens van DUO is bepaald hoe de studentenaantallen voor deze opleidingen zich hebben ontwikkeld als indicatie voor de marktomvang. Voor het totaal aantal ingeschreven studenten blijkt dat de marktomvang voor de MIE tussen 2014 en 2018 is gestegen van bijna 5.000 naar ruim 7.200 studenten. Voor bijna alle verwante opleidingen blijkt dit het geval te zijn. Ook bij de eerstejaarsstudenten en bij de gediplomeerden van deze opleidingen is er een flinke stijging te zien. Het aantal eerstejaarsstudenten is tussen 2014 en 2018 zelfs bijna met de helft toegenomen.
- ❖ Tevens is er door FSE een inventarisatie gemaakt van de hbo- en wo-bacheloropleidingen die kunnen dienen als potentieel instroomkanaal voor de MIE. Het totaal aantal gediplomeerden van deze opleidingen is eveneens gestegen, namelijk van bijna 3.500 in 2013 naar ruim 4.800 gediplomeerden in 2017.
- ❖ De arbeidsmarktsituatie van gediplomeerden van de masteropleidingen was in 2017 over het algemeen goed. De werkloosheid onder afgestudeerden van aan de MIE verwante opleidingen was met 4% zelfs nog lager dan gemiddeld. Ook werken er relatief veel afgestudeerden van de MIE in een baan op het niveau van hun opleiding. Wel duurt het iets langer voordat men een eerste baan gevonden heeft en is het uurloon wat lager.
- ❖ De arbeidsmarktprospectieven in 2022 zien er voor de MIE-gediplomeerden goed uit. Afgemeten aan voor de MIE verwante masteropleidingen zijn de perspectieven goed tot zeer goed voor afgestudeerden van de meer technische georiënteerde richtingen. Dit geldt zowel voor Nederland als geheel als voor de regio Zuid-Limburg. Wel zijn de arbeidsmarktprospectieven voor de biologische opleidingen die aan de MIE verwant zijn minder gunstig. Dit betreft slechts een klein deel van het beroepenveld van het brede arbeidsmarktdomein waarop de MIE zich richt. Bovendien gaat het bij de MIE om een geïntegreerde toepassing van verschillende disciplines.
- ❖ De master Molecular Imaging and Engineering wordt door de geïnterviewde gesprekspartners uit het werkveld vooral gewaardeerd vanwege het interdisciplinaire karakter. Dit betreft de kennis van engineering in combinatie met kennis van onder meer wiskunde, chemie en biologie.
- ❖ De combinatie van disciplines is van waarde omdat dit het makkelijker maakt om kansen te herkennen voor de ontwikkeling van zowel nieuwe instrumenten als nieuwe applicaties. Gesprekspartners zijn van mening dat de multidisciplinariteit van het MIE-programma innovaties in het veld kunnen helpen bewerkstelligen.
- ❖ Er blijken zowel te weinig opgeleide werknemers als te weinig werknemers met de juiste vaardigheden op de arbeidsmarkt te zijn in het werkveld dat gerelateerd is aan de MIE.
- ❖ De opleiding is goed voor de regionale ontwikkeling van Zuid-Limburg, en omgekeerd kunnen de bedrijven en instellingen in deze regio veel betekenen voor de invulling van het curriculum van de opleiding.

1 Inleiding

De Faculty of Science and Engineering (FSE) streeft naar een uitbreiding van het opleidingsaanbod van de Universiteit Maastricht met een aantal bèta- en techniek-opleidingen. In het kader van het macrodoelmatigheidsdossier heeft de FSE het Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt (ROA) opdracht gegeven voor het uitvoeren van een verkenning van de macrodoelmatigheid van de tweejarige masteropleiding in Molecular Imaging and Engineering (MIE). Deze opleiding richt zich op een niche binnen Engineering vooral wat betreft het samenstellen van hoogwaardige technologische instrumentatie. De opleiding is bedoeld om werkgevers uit verschillende sectoren van gespecialiseerde academici te voorzien.

Voor de analyse van de macrodoelmatigheid van de masteropleiding Molecular Imaging and Engineering (MIE) heeft de FSE aan het ROA verstrekt:

- ❖ Een beschrijving van de inhoud van de masteropleiding;
- ❖ De opleidingsnamen en Croho-codes van verwante masteropleidingen in het wo;
- ❖ De opleidingsnamen en Croho-codes van bacheloropleidingen in het hbo en wo die als vooropleiding voor MIE kunnen dienen;
- ❖ De namen van contactpersonen die goed zijn ingevoerd in het werkveld en die het nut en de noodzaak van de masteropleiding MIE kunnen beoordelen.

Aan de hand van deze lijsten heeft het ROA voor de masteropleiding MIE de volgende gegevens verzameld:

- ❖ Het aantal ingeschreven studenten, eerstejaars studenten en gediplomeerden van aan de MIE verwante masteropleidingen in het wo op basis van DUO-gegevens van het ministerie van OCW. Een terugblik op de aantallen studenten en gediplomeerden van de laatste vijf jaar geeft een indicatie van de marktomvang voor de MIE;
- ❖ Het aantal gediplomeerden van bacheloropleidingen in het wo en hbo die als vooropleiding voor de MIE kunnen dienen op basis van DUO-gegevens van het ministerie van OCW. Een terugblik op de aantallen gediplomeerden van de laatste vijf jaar geeft een indicatie van de potentiële instroom in de MIE;
- ❖ De arbeidsmarktkansen van aan de MIE verwante masteropleidingen door gebruik te maken van de Nationale Alumni Enquête (NAE) en de arbeidsmarktperspectieven voor de middellange termijn in het Arbeidsmarktinformatiesysteem (AIS) van het ROA.

In de volgende paragraaf volgt een beschrijving van de masteropleiding MIE. In paragraaf 3 zijn de tabeluitkomsten van de gegevensverzameling weergegeven. In paragraaf 4 staat een samenvatting van de interviews met de contactpersonen in het werkveld. De samenvattende conclusies zijn weergegeven in het Resumé aan het begin van dit rapport.

2 Beschrijving masterprogramma MIE

De beoogde tweejarige masteropleiding Molecular Imaging and Engineering (MIE) is erop gericht wetenschappelijk geschoolde engineering professionals op te leiden die disciplinaire kennis kunnen integreren en over disciplines heen kunnen toepassen. Deze professionals 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 (imaging), te beantwoorden. Afgestudeerden van de masteropleiding Molecular Imaging and Engineering zijn in staat om monsters te manipuleren om ze optimaal te kunnen imageren en om de structuur van moleculen vast te stellen. Ze worden getraind in data acquisitie, modellering, analyse, interpretatie en datamanagement. Deze 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 betere performance materialen, het verbeteren van biologische gewasbescherming, het behouden van het cultureel erfgoed en het faciliteren van de energietransitie.

Studenten leren 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, instrumentatie en data-analyse. De integratie van deze elementen stelt studenten in staat om bestaande en nieuwe onderzoeksvragen te verbinden aan een imaging instrument, of een innovatieve combinatie van imaging instrumenten, dat in staat is de vraag te beantwoorden.

Door snelle ontwikkelingen en de ongekende mogelijkheden op het gebied van data science en artificial intelligence, is er een groeiende vraag naar geïntegreerde data met een grotere complexiteit, resolutie, samenhang en kwaliteit. Om aan deze vraag te voldoen zijn er academische ingenieurs nodig die bestaande analyse, imaging en sensor systemen verder kunnen verbeteren en nieuwe systemen kunnen ontwerpen, ontwikkelen en toepassen. De opleiding voldoet aan die behoefte en zal dergelijke ingenieurs aan een veelheid aan sectoren in de academische wereld en de industrie kunnen leveren, van instrumentontwikkeling en productie, tot het toepassingsdomeinen zoals levenswetenschappen, chemie en levensmiddelen-technologie.

3 Tabellen

3.1 Marktomvang voor de MIE

Tabel 1

Totaal aantal ingeschreven studenten in de laatste 5 jaar (2014-2018) in aan de MIE verwante MA-opleidingen

MIE-verwante MA-Opleiding	Croho	2014	2015	2016	2017	2018
Biomedical Engineering	66226	535	615	713	860	1.008
Biomedical Sciences	66990	1.513	1.638	1.750	1.760	1.880
Biomolecular Sciences	60616	130	108	106	111	115
Biosciences	68713	0	0	0	0	167
Chemical Engineering	60437	434	532	632	711	821
Chemistry	66857	443	470	383	356	350
Computer Science and Engineering	60438	163	196	225	274	349
Molecular Life Sciences	60303	193	211	208	196	210
Technical Medicine	60033	221	250	267	292	293
Technical Medicine (joint degree)	65019	0	0	0	22	56
Mechanical Engineering	60439	1.355	1.606	1.731	1.859	1.990
<i>Subtotaal</i>		<i>4.987</i>	<i>5.626</i>	<i>6.015</i>	<i>6.441</i>	<i>7.239</i>

Bron: DUO; peildatum 01-10-2018

Tabel 2

Instroom totaal aantal eerstejaarsstudenten in de laatste 5 jaar (2014-2018) in aan de MIE verwante MA-opleidingen

MIE-verwante MA-Opleiding	Croho	2014	2015	2016	2017	2018
Biomedical Engineering	66226	193	262	274	345	369
Biomedical Sciences	66990	616	625	675	668	736
Biomolecular Sciences	60616	31	28	32	36	39
Biosciences	68713	0	0	0	0	164
Chemical Engineering	60437	197	255	275	304	323
Chemistry	66857	173	177	103	111	119
Computer Science and Engineering	60438	71	88	97	119	154
Molecular Life Sciences	60303	81	86	70	73	83
Technical Medicine	60033	58	79	85	83	61
Technical Medicine (joint degree)	65019	0	0	0	21	34
Mechanical Engineering	60439	461	617	560	595	654
<i>Subtotaal</i>		<i>1.881</i>	<i>2.217</i>	<i>2.171</i>	<i>2.355</i>	<i>2.736</i>

Bron: DUO; peildatum 01-10-2018

Tabel 3

Uitstroom: Totaal aantal gediplomeerden in de laatste 5 jaar (2013-2017) in aan de MIE verwante MA- opleidingen

MIE-verwante MA-Opleiding	Croho	2013	2014	2015	2016	2017
Biomedical Engineering	66226	165	168	177	198	209
Biomedical Sciences	66990	450	464	527	610	566
Biomolecular Sciences	60616	38	40	34	28	24
Chemical Engineering	60437	162	158	173	206	204
Chemistry	66857	148	142	127	126	102
Computer Science and Engineering	60438	55	55	66	54	77
Molecular Life Sciences	60303	33	62	67	75	65
Technical Medicine	60033	58	52	60	48	53
Mechanical Engineering	60439	301	352	404	429	497
<i>Subtotaal</i>		<i>1.410</i>	<i>1.493</i>	<i>1.635</i>	<i>1.774</i>	<i>1.797</i>

Bron: DUO; peildatum 01-10-2018

3.2 Potentieel voor instroom in de MIE

Tabel 4

Het totaal aantal gediplomeerden in de laatste 5 jaar (2013-2017) van bacheloropleidingen in het wo en hbo die als vooropleiding voor MIE kunnen dienen

MIE vooropleiding	Croho	2013	2014	2015	2016	2017
Advanced Technology (WO)	50002	45	56	57	40	38
Biomedische Technologie (WO)	56226	117	139	151	172	203
Biomedische Wetenschappen (WO)	56990	568	518	542	541	513
Data Science and Knowledge Engineering (WO)	50300	12	18	30	29	41
Econometrie en Operationele Research (WO)	56833	293	374	403	406	464
Liberal Arts and Sciences (WO)	50393	654	710	822	902	924
Natuurkunde (WO)	50206	59	65	78	76	89
Scheikunde (WO)	56857	124	122	151	115	144
Scheikundige Technologie (WO)	56960	70	92	122	133	145
Technische Bedrijfskunde (WO)	56994	238	304	306	311	352
Technische Natuurkunde (WO)	56962	209	222	226	276	293
Technische Wiskunde (WO)	56965	93	89	95	96	125
Technology and Liberal Arts & Sciences (WO)	50427	0	0	18	21	21
Werktuigbouwkunde (WO)	56966	437	593	553	568	716
Applied Science (Hbo)	30008	150	92	138	148	155
Engineering (Hbo)	30107	348	368	449	429	503
Toegepaste Wiskunde (Hbo)	35168	71	77	84	120	96
<i>Subtotaal</i>		<i>3.488</i>	<i>3.839</i>	<i>4.225</i>	<i>4.383</i>	<i>4.822</i>

Bron: DUO; peildatum 01-10-2018

3.3 De arbeidsmarktkansen van aan de MIE verwante masteropleidingen

Tabel 5

Vergelijking MIE-verwante MA-opleidingen met andere MA-opleidingen: Werkloosheidspercentage, maanden tot eerste baan, niveau van de baan en het gemiddelde uurloon, gediplomeerden anderhalf jaar na afstuderen, 2017

Opleiding	Werkloosheid (%)	Maanden tot eerste baan	Baan van minimaal MA niveau (%)	Uurloon (€)
MIE-verwante MAs	4	2,98	71	15,93
Andere MA opleidingen	5	2,77	63	16,93

Bron: NAE

Tabel 6

Nationale arbeidsmarktprognoses tot 2022 voor aan MIE-gerelateerde MA-opleidingen

Opleidingstype AIS	MIE-gerelateerde MA-Opleiding	CROHO codes	verwachte uitbreidingsvraag tot 2022; N (typering)	verwachte vervangingsvraag tot 2022; N (typering)	verwachte baanopeningen tot 2022; N (typering)	verwachte instroom van schoolverlaters tot 2022; N (typering)	ITKP toekomstige knelpunten personeelsvoorziening in 2022; N (typering)	ITA toekomstige arbeidsmarktsituatie in 2022
Wo natuur- en scheikunde	Chemistry	66857	2.200 (hoog)	5.700 (hoog)	7.900 (hoog)	7.400 (hoog)	Groot	Goed
	Biomolecular Sciences	60616						
	Mechanical Engineering	60439						
Wo werktuigbouwkunde en elektrotechniek	Chemical Engineering	60437	6.200 (hoog)	19.400 (hoog)	25.600 (hoog)	11.800 (gemiddeld)	Zeer groot	Zeer goed
	Computer Science and Engineering	60438						
Wo gezondheidszorg	Biomedical Engineering	66226	5.800 (hoog)	5.700 (erg laag)	11.500 (laag)	17.200 (gemiddeld)	Vrijwel geen	Matig
	Biomedical Sciences	66990						
	Molecular Life Sciences	60303						
	Technical Medicine	60033						

Bron: AIS ROA.

Opmerking: De MA opleidingen Biosciences (Croho 68713) en Technical Medicine (joint degree) (Croho 65019) ontbreken in dit overzicht omdat deze nog niet in het AIS zijn opgenomen.

Tabel 7

Arbeidsmarktprognoses Zuid-Limburg en nationaal tot 2022 voor MA

Opleidingscategorie AIS	ITA toekomstige arbeidsmarktsituatie in 2022	
	Zuid-Limburg	Nationaal
WO Techniek Bron: AIS ROA	Zeer goed	Zeer goed

Toelichting bij Tabellen 6 en 7

Arbeidsmarktvariabele	Toelichting
Verwachte uitbreidingsvraag tot 2022	Vraag naar nieuwe arbeidskrachten die ontstaat door groei van de werkgelegenheid. Als er sprake is van een werkgelegenheidsdaling, is de uitbreidingsvraag negatief.
Verwachte vervangingsvraag tot 2022	Vervangingsvraag is de vraag naar nieuwe arbeidskrachten die ontstaat door bijvoorbeeld pensionering, (tijdelijke) uittreding vanwege zorgtaken, arbeidsongeschiktheid, beroepsmobiliteit of doorstroom naar andere opleiding.
Verwachte baanopeningen tot 2022	Baanopeningen zijn de totale vraag naar nieuwkomers op de arbeidsmarkt, zoals deze is bepaald door de werkgelegenheidsgroei (positieve uitbreidingsvraag) en de vervangingsvraag.
Verwachte instroom van schoolverlaters tot 2022	De instroom is het verwachte aanbod van nieuwe arbeidskrachten op de arbeidsmarkt. Deze is gebaseerd op de verwachte uitstroom van schoolverlaters uit het initiële dag-, deeltijd-, niet-reguliere voltijdonderwijs en de beroepsgerichte volwasseneneducatie.
ITKP toekomstige knelpunten personeelsvoorziening in 2022	Indicator Toekomstige Knelpunten in de Personeelsvoorziening (ITKP) in 2022. Naarmate de waarde van de indicator lager wordt, zijn de verwachte knelpunten in de personeelsvoorziening groter.
ITA toekomstige arbeidsmarktsituatie in 2022	Indicator Toekomstige Arbeidsmarktsituatie (ITA) in 2022. Naarmate de waarde van ITA hoger ligt, is er sprake van een slechter arbeidsmarkt-perspectief.

4 Interviews

Ten behoeve van het macrodoelmatigheidsonderzoek voor het beoogde Masterprogramma Molecular Imaging and Engineering, hebben wij personen uit het werkveld benaderd om deel te nemen aan gesprekken over de relevantie van het beoogde programma. De Faculty of Science and Engineering heeft hiervoor een lijst aangeleverd met tien personen die werkzaam zijn in relevante functies. Deze personen zijn via email benaderd om deel te nemen aan een telefonisch gesprek. De gesprekken vonden plaats in de week van 24 juni 2019. In totaal waren zeven personen bereid om deel te nemen aan een gesprek of schriftelijk vragen te beantwoorden.

Tabel 8 hieronder geeft weer welke personen hebben deelgenomen aan een gesprek, wat hun functie is en bij welk bedrijf zij werkzaam zijn. Daar waar personen genoemd zijn, hebben we toestemming gekregen voor het niet-anoniem verwerken van de informatie in de geïntegreerde samenvatting van de interviews. Deze gesprekken hadden de vorm van een semi-gestructureerd interview. De vragen die de basis vormden van de gesprekken zijn als bijlage opgenomen bij dit document. Als voorbereiding op de gesprekken hebben de deelnemende personen een korte beschrijving van de beoogde opleiding via de email ontvangen.

Tabel 8

Gesprekspartners

Naam	Functie	Bedrijf
Bram Schierbeek	Application Specialist XRD;	(Formerly) PanAnalytical; Almelo
Anoniem 1	Senior Manager	Producent in Nederland
Jan Commandeur	Technisch Directeur	MS Vision
Hans Brouwer	CEO	<i>Amsterdam Scientific Instruments</i>
Anoniem 2	Senior in R&D	Internationaal bedrijf
Mike Morris Senior	Director of Mass Spectrometry Research	Waters (Wilmslow, UK)
Rob Vreeken	Associate Associate Professor (Quantitative) Molecular Imaging of Pharmaceutical Markers Head Discovery & Exploratory BioAnalysis	Maastricht University en Janssen R&D

Wij geven hier een geïntegreerde samenvatting van de informatie die wij tijdens de gesprekken verkregen hebben.

De Master Molecular Imaging and Engineering wordt door de gesprekspartners vooral gewaardeerd door de combinatie van kennis van engineering met onder meer chemie en biologie. Deze combinatie is van waarde omdat dit het makkelijker maakt om kansen te herkennen voor de ontwikkeling van zowel nieuwe instrumenten als nieuwe applicaties. Mike Morris geeft aan: "het combineren van inzicht in engineering met de beoogde business en applicatieruimte is een belangrijk element dat vaak ontbreekt bij nieuwe rekruten voor de organisatie." Verder legt hij uit: "Een verband tussen wat mogelijk is (dat wil zeggen wat pathologen of wetenschappers proberen te zien) en wat praktisch is (bijv. vanuit het oogpunt van beeldresolutie, gevoeligheid en specificiteit) is een belangrijke meerwaarde van de opleiding. Ook eventuele extra links naar beeldverwerking en interpretatie geven meerwaarde." Een gesprekspartner die liever anoniem blijft legt uit: "We maken instrumenten en testen de toepassing van de instrumenten. De ontwikkeling van instrumenten en het testen van applicaties zijn nu gescheiden gebieden met verschillende mensen die één van deze taken uitvoeren. We hebben een multidisciplinaire werkomgeving, dus het is erg belangrijk om disciplines te kunnen overbruggen om te kunnen overleven in het bedrijf. Iemand die een brug slaat tussen deze verschillende activiteiten zou succesvol zijn in onze organisatie. Zulke mensen zouden ook van waarde zijn in bijvoorbeeld een salesfunctie waarin men ongeëvenaarde behoeften uit de praktijk kan oppikken. In de samenwerking met pathologen zien we bijvoorbeeld dat het moeilijk is om hen nieuwe technologieën te laten toepassen. Het is belangrijk om met hen te kunnen praten op hun niveau en in de termen die zij gebruiken, zodat je van daaruit stapsgewijs innovaties kunt introduceren." Bram Schierbeek legt daarnaast uit: "In mijn functie was ik als een pianostemmer voor de klanten. Ik zorgde dat klanten weten hoe zij de apparatuur moeten gebruiken. Een deel van het werk is ook kijken naar wat klanten willen en suggesties geven voor verdere ontwikkelingen. De combinatie van Engineering en inhoudelijke kennis over chemie is belangrijk om te weten wat kan, en wat er niet kan in de ontwikkeling van de apparatuur."

Echter, een anonieme gesprekspartner spreekt de zorg uit dat de multidisciplinariteit van de opleiding er ook voor kan zorgen dat de kennis van de afgestudeerden te breed is op het moment van afstuderen: "Door de beschrijving van de opleiding krijg ik sterk het idee dat er vooral een nadruk ligt op molecular imaging. Daar zijn inderdaad goed getrainde mensen voor nodig, maar binnen ons bedrijf en onze afdeling is dat niet echt het geval. Wij, maar ook andere producenten, zijn meer op heel specialistische manier bezig met technieken zoals PET, MR etc. De opleiding is heel breed opgezet met allerlei imaging technieken. Het gevaar hierbij is dat er niet voldoende specialisme wordt ontwikkeld. De meeste van onze mensen hebben jarenlange ervaring in MR, zijn hierop gepromoveerd. Iemand die zich specialiseert in MR binnen de opleiding MIE zou dus met aanvullend een PhD wel passen binnen onze afdeling." Rob Vreeken merkt daarentegen op dat "een te ver gaande specialisatie weer een terugslag kan hebben, want de markt kan ook snel worden overspoeld, dus een breed algemeen programma met afzonderlijke specialisaties is hier een goede oplossing voor."

Wat naast het multidisciplinaire karakter van de opleiding ook gewaardeerd wordt is dat er een duidelijke component in de opleiding aanwezig is die te maken heeft met het vergaren, analyseren en interpreteren van data. Een anonieme gesprekspartner legt uit: "Er is een zeer sterke ontwikkeling in de vraag naar vaardigheden met betrekking tot data-analyse en dataverzameling. Je ziet dat binnen de MR, maar ook bij andere technieken, het gaat om vernieuwing en het omgaan met data. Door de ontwikkeling van de techniek, wordt de data-load steeds groter: de scans leveren steeds betere en steeds meer data op. Deze data moet geïnterpreteerd worden door bijvoorbeeld een radioloog, maar deze heeft daar niet meer tijd voor dan vroeger. Data moet dus voorgesorteerd worden. Een belangrijke vraag is dan ook: hoe kun je beter en sneller data (voor)sorteren. De combinatie tussen enerzijds de kennis over de techniek, maar ook hoe data verwerkt wordt is dus erg interessant. Daar biedt de opleiding MIE een toegevoegde waarde voor." Bram van Schierbeek onderschrijft dit: "Er zijn veel ontwikkelingen op dit gebied, maar er valt nog veel te halen op het gebied van software en data-analyse."

De gesprekspartners zijn van mening dat de Master 'Molecular Imaging and Engineering' goed aansluit bij de ontwikkelingen en vragen in het werkveld. Uit de gesprekken blijkt dat afgestudeerden van de Master 'Molecular Imaging and Engineering' vooral waardevol worden geacht voor de verdere ontwikkeling van het veld. Mike Morris geeft aan: Ik ben niet op de hoogte van een ander programma dat deze mate van specialisatie in dit groeiende en wetenschappelijk boeiende vakgebied biedt. De hoeveelheid beeldvorming die op de recente bijeenkomst van de American Society for Mass Spectrometry te zien is, is zeer veelzeggend voor de mate waarin dit gebied de aandacht trekt."

Jan Commandeur legt uit dat er nog veel ruimte is voor verdere ontwikkeling van het veld, waaraan de afgestudeerden van MIE aan bij zouden kunnen dragen: "Tijdens de jaren '80 en '90 werd technologie volop ontwikkeld. De markt is nu volwassen geworden en richt zich vooral op exploitatie van bestaande technologieën en het toepassen van bestaande technologieën in nieuwe markten. Echter voor nieuwe ontwikkelingen zijn er ook weer nieuwe technische ontwikkelingen nodig waar nu weinig aandacht voor is. Met de bestaande technologie kan nog veel meer. Bijvoorbeeld het combineren van microscopie, optische techniek en mass spectrometrie om nog een beter beeld te krijgen van weefsels. Het verkrijgen van data om dit te doen is al heel wat, het verder analyseren en conclusies trekken kost tijd maar ook de kennis en kunde om dit te kunnen doen." Hij legt verder uit dat zijn bedrijf steeds op zoek is naar Senior R&D-medewerkers, een functie die goed zou aansluiten bij afgestudeerden van het masterprogramma, en legt uit: "Deze functioneren op een meer overkoepeld niveau en deze functie zou goed aansluiten bij de MIE. Dit zijn mensen die out-of-the box denken, begrijpen hoe de techniek functioneert en vragen uit de praktijk kunnen vertalen naar de praktische implicaties en instrumenten. Mensen die kunnen inschatten of ze iets met bestaande instrumenten kunnen bekijken of dat ze iets anders moeten ontwikkelen. Onze Senior Engineers worden ook steeds ouder en er is behoefte aan verjonging, aan jongere mensen die niet door het gangbare stramien beperkt worden."

Een gesprekspartner die liever anoniem blijft beaamt dat er nog veel ontwikkelingsmogelijkheden zijn waar afgestudeerden aan bij zouden kunnen dragen: "Imaging levert nog geen zeer waardevolle zakelijke kansen op in de medische sector; deze moeten zich in de loop van de tijd ontwikkelen" [...]De killer application op het gebied van massaspectrometrie imaging is nog niet gevonden. Om het veld te ontwikkelen zou het zeer waardevol zijn om een programma te hebben dat helpt bij het identificeren van ontwikkelingsmogelijkheden. Om het veld vooruit te helpen moeten mensen weten wat de betekenis is van de gegevens die door de instrumenten worden geproduceerd. Huidige vragen hebben bijvoorbeeld betrekking op wat we zien: zien we iets echt? Kunnen we wat we met onze instrumenten zien, gebruiken voor diagnostische doeleinden? Kunnen we de technologie gebruiken

om het weefsel als goedaardig of ziek te classificeren?" [...] Voor ons werk moet je de massaspectrometrie en haar toepassingen begrijpen. Daarom is een sterke werktuigbouwkundige achtergrond nodig om te weten wat en hoe er ontwikkeld moet worden voor een bepaalde toepassing. Om het hele verhaal te kunnen begrijpen is kennis over de software ook erg belangrijk. Onze ideale kandidaat zou ervaring hebben met het snijden van weefsel, eiwitten begrijpen, ervaring hebben in gesprekken met medische professionals, precies begrijpen wat massaspectrometrie is en hoe het werkt, een overzicht hebben van technologieën en hun voor- en nadelen, en kennis van de technische kant van de technologie. Dit is belangrijk om te kunnen innoveren."

De gesprekspartners geven aan dat er zowel kwalitatieve als kwantitatieve tekorten zijn aan werknemers met de benodigde technische achtergrond. Uit de gesprekken blijkt dat door deze tekorten bedrijven steeds meer hun eigen trainingen aanbieden en op internationaal niveau werknemers werven. Een anonieme gesprekspartner legt uit: "Er zijn niet genoeg mensen met de juiste vaardigheden. Dit komt vooral door veranderende demografie. Als er niet genoeg mensen zijn die het werk moeten doen kan de groei stagneren." Rob Vreeken geeft aan "In het algemeen is het momenteel erg moeilijk de juiste mensen met de juiste kwalificaties te vinden. Derhalve wordt er ook veel internationaal aangeworven." Bram van Schierbeek geeft aan: "Ik zou zeggen dat er deelttekorten zijn. Nu moeten mensen vaak het Engineering deel zelf aanleren, er zijn geen programma's die naast kennis van biologie ook kennis van de technologie leveren." Hans Brouwer legt uit: "Er zijn wel mensen, maar vaak hebben zij maar kennis van een domein. Er zijn dus weinig mensen met zowel kennis van hoe apparaten werken en hoe biologische processen werken. We trekken vaker mensen aan op PhD niveau omdat de masteropleidingen de juiste profielen niet bieden." Jan Commandeur geeft aan: "De training van Engineers om met de instrumenten te werken die wij gebruiken wordt uitbesteed binnen bedrijven. Ze krijgen dan een korte cursus van een aantal dagen waarbij zij leren met specifieke apparatuur om te gaan, maar dit levert dan vooral mensen op die weten hoe ze met een specifiek apparaat moeten opgaan, en niet de slag kunnen maken naar de verdere ontwikkeling van apparaten en technologieën. In de praktijk voldoet dit niet. De praktijk vraagt sterk ontwikkelde mensen die begrijpen hoe de technologie echt werkt." Hij geeft verder aan: "Mensen vinden met de juiste competenties is erg lastig. Je hebt mensen nodig die wat zij geleerd hebben ook kunnen inzetten op een brede manier. Opleidingen behandelen de instrumenten veelal als black-box en leveren dus mensen af die de instrumenten kunnen gebruiken, maar niet hoe deze werken. Ook zien we dat er meer geïsoleerd wordt opgeleid in een specifiek veld en het opzoeken van al bestaande oplossingen in plaats van nieuwe oplossingen. Echter is een multidisciplinaire benadering in de praktijk nodig. We zijn daarom op zoek naar mensen uit de applicatiehoek: chemie en bio-chemie in combinatie met technische scholing. Deze mensen zijn erg moeilijk te vinden."

De gesprekspartners zijn van mening dat het aanbieden van een technisch georiënteerd Master programma zoals MIE zou ook goed zijn voor de regionale ontwikkeling in Zuid-Limburg. Een anonieme gesprekspartner legt uit: "Opleidingen passen niet altijd bij de technische ontwikkelingen in de regio. Er zijn veel investeringen gedaan op het gebied van imaging de laatste 10-15 jaar, en het zou mooi zijn als er ook een opleiding komt die hierbij past. Er is nu veel expertise aanwezig, maar deze mensen zullen op een bepaald moment ook wel weer weggaan. De vraag is dan hoe je dan de expertise in de regio behoudt; daaraan zou een dergelijke opleiding wel meekunnen helpen."

Verder geven de gesprekspartners aan te werken in een internationale omgeving waarin zij niet alleen interdisciplinair werken, maar ook met meerdere nationaliteiten. Daarom is de voertaal grotendeels Engels binnen de bedrijven. Bram van Schierbeek geeft aan: "Als student, maar ook als bedrijf moet je een internationale visie hebben. Collega's komen uit allerlei landen. Engels spreken is daarom wel belangrijk. Daarnaast zijn sociale vaardigheden erg belangrijk."

Maastricht wordt genoemd door enkele gesprekspartners als een goede omgeving genoemd voor de ontwikkeling van een programma zoals MIE door de nabijheid en samenwerking met het Academische Ziekenhuis Maastricht (geïntegreerd met de Universiteit Maastricht) en de aanwezigheid van alle soorten imagingtechnieken en instrumenten.