



>Retouradres Postbus 16375 2500 BJ Den Haag

TU Eindhoven
T.a.v. College van Bestuur
Postbus 513
5600 MB EINDHOVEN

**Hoger Onderwijs en
Studiefinanciering**

Rijnstraat 50
Den Haag
Postbus 16375
2500 BJ Den Haag
www.rijksoverheid.nl

Onze referentie

26970131

Uw brief van

21 januari 2021

Uw referentienummer

CvB 1898234

Bijlagen

1

Als u belang hebt bij dit besluit, dan kunt u hiertegen binnen 6 weken, gerekend vanaf de verzenddatum, bezwaar maken. Stuur uw bezwaarschrift naar DUO, Postbus 30205, 2500 GE Den Haag. U kunt uw bezwaar ook digitaal indienen op www.bezwaarschriftenocw.nl.

Datum 25 februari 2021
Betreft Besluit macrodoelmatigheid nieuwe masteropleiding Artificial Intelligence Engineering Systems

Geacht College,

Met uw brief van 21 januari 2021, door de Commissie Doelmatigheid Hoger Onderwijs (hierna: CDHO) ontvangen op 21 januari 2021, hebt u mij het voornemen voorgelegd om de wo-masteropleiding Artificial Intelligence Engineering Systems te verzorgen als bekostigde opleiding in de gemeente Eindhoven.

Advies CDHO

De CDHO heeft mij bij brief van 8 februari 2021, kenmerk 2021/006 positief geadviseerd over uw aanvraag. Het advies van de CDHO dat integraal onderdeel uitmaakt van dit besluit, treft u hierbij aan.

Besluit

Gelet op de advisering van de CDHO, het bepaalde in de Wet op het hoger onderwijs en wetenschappelijk onderzoek (hierna: WHW) en in de Regeling macrodoelmatigheid hoger onderwijs (hierna: Regeling), heb ik besloten in te stemmen met uw voornemen om de wo-masteropleiding Artificial Intelligence Engineering Systems te verzorgen als bekostigde opleiding in Eindhoven.

Beoordelingskader

De wettelijke grondslag voor mijn besluitvorming is gelegen in artikel 6.2 van de WHW. Voorts is de Regeling leidraad geweest voor mijn afwegingen.

Motivering

Overeenkomstig het advies van de CDHO, concludeer ik dat uw aanvraag voldoet aan de criteria a en b van artikel 4, eerste lid, van de Regeling. Voor de nadere motivering verwijz ik u naar de genoemde adviezen van de CDHO.

Croho-procedure

Ingevolge artikel 6.2, negende lid, van de WHW, vervalt dit besluit indien de opleiding niet binnen tien maanden na dagtekening van het besluit is geregistreerd in het Centraal register opleidingen hoger onderwijs (Croho). Registratie binnen die termijn is niet eerder mogelijk dan nadat de NVAO over

onderhavige opleiding een positief besluit heeft genomen in het kader van de toets nieuwe opleiding. In verband met de geldigheidsduur van dit besluit, adviseer ik u zo spoedig mogelijk bij de NVAO een aanvraag voor een toets nieuwe opleiding in te dienen. Voor de registratie van uw opleiding kunt u gebruik maken van a-Croho. Mocht u vragen hebben over de registratie, dan kunt u contact opnemen met registersho@duo.nl.

Onze referentie
26970131

Een afschrift van deze brief is gezonden aan de CDHO, de NVAO, de VSNU, de Inspectie van het Onderwijs en de Dienst Uitvoering Onderwijs (Groningen).

De minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap,
namens deze,
de directeur Hoger Onderwijs en Studiefinanciering,



F.A. Hofman

Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
t.a.v. de directeur HO&S
De heer drs. F.A. Hofman
Postbus 16375
2500 BJ DEN HAAG

Postadres
Postbus 85498
2508 CD Den Haag
Bezoekadres
Parkstraat 83
2514 JG Den Haag
T: 070 8505300
W: www.cdho.nl
E: info@cdho.nl

Begeleidend schrijven bij advies

Onderwerp	Ons Kenmerk	Datum
nieuwe opleiding TU Eindhoven voltijd wo master Artificial Intelligence Engineering Systems Eindhoven	2021/006	08/02/2021

Geachte heer Hofman,

Hierbij ontvangt u het advies van de CDHO over de aanvraag voor de nieuwe opleiding van de TU Eindhoven ten behoeve van de wo master Artificial Intelligence Engineering Systems te Eindhoven.

Een afschrift van uw besluit zie ik graag tegemoet.

Met vriendelijke groet,



drs. P.M.M. Rullmann
Voorzitter CDHO

Bijlage:
advies CDHO

Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
t.a.v. de Minister
Mw. mr. drs. I.K. van Engelshoven
Postbus 16375
2500 BJ DEN HAAG

Postadres
Postbus 85498
2508 CD Den Haag
Bezoekadres
Parkstraat 83
2514 JG Den Haag
T: 070 8505300
W: www.cdho.nl
E: info@cdho.nl

Advies nieuwe opleiding

Onderwerp	Ons Kenmerk	Datum
Nieuwe opleiding TU Eindhoven voltijd wo master Artificial Intelligence Engineering Systems Eindhoven	2021/006	08/02/2021

Geachte mevrouw Van Engelshoven,

Op 21/01/2021 heeft de Commissie Doelmatigheid Hoger Onderwijs het voornemen ontvangen van de Technische Universiteit Eindhoven om de wo master Artificial Intelligence Engineering Systems als bekostigde opleiding te verzorgen te Eindhoven (brief van 21/01/2021 met kenmerk CvB 1898234). De aanvraag was voorzien van alle voor de beoordeling benodigde gegevens en is door de commissie in behandeling genomen.

Advies Commissie Doelmatigheid Hoger Onderwijs

Gelet op het hierna volgende adviseert de commissie u om positief te besluiten op het verzoek van de Technische Universiteit Eindhoven (hierna ook: aanvrager) om de wo master Artificial Intelligence Engineering Systems als bekostigde opleiding te Eindhoven te verzorgen.

Beoordelingskader

De wettelijke grondslag voor dit advies is gelegen in art. 6.2 van de Wet op het Hoger onderwijs en Wetenschappelijk onderzoek (WHW). Voorts heeft de Regeling macrodoelmatigheid hoger onderwijs van 20 juni 2018, verder te noemen de Regeling, voor de commissie als leidraad gediend. Het beoordelingskader treft u in de bijlage bij dit advies aan.

Omschrijving van de aanvraag

Aanvrager wil de wo master Artificial Intelligence Engineering Systems (hierna ook: AIES) in Eindhoven aanbieden. Het gaat om een Engelstalige wo master in het Croho onderdeel Techniek. De opleiding omvat 120 EC en wordt in voltijdvorm aangeboden.

Aanvrager biedt op dit moment de track Artificial Intelligence Engineering Systems binnen de masteropleidingen Electrical Engineering en Mechanical Engineering en de track Manufacturing Systems Engineering binnen de masteropleidingen Operations Management and Logistics en Mechanical Engineering. Bij een positieve beoordeling van onderhavige aanvraag wil aanvrager deze bestaande tracks op laten gaan in de nieuwe wo master AIES.

De 'Core'-vakken behandelen de volgende zes thema's: wiskunde, machine learning, data science, engineering systems, humans & ethics en softwareontwikkeling. Daarna wordt toegewerkt naar aansluiting op een specifiek toepassingsdomein door: 1. een beperkte uitbreiding van de bijbehorende disciplinaire voorkennis; 2. verdieping op het snijvlak van AI en systems engineering; 3. meer specifieke kennis en vaardigheden aangaande data ver- en bewerking; en 4. op de applicatie toegesneden onderwerpen met betrekking tot leren en intelligentie. Het afstudeerproject sluit de opleiding af met een project waarin de opgedane kennis en vaardigheden worden verdiept en geïntegreerd in een concrete situatie.

De opleiding is toegankelijk voor studenten met een universitair bachelordiploma in een technische discipline. Daarnaast dienen de studenten de basale concepten van engineering systems, data en algoritmen en de basale concepten van de maatschappelijke context te beheersen. Om instroom vanuit het hbo te faciliteren worden een of meer premaster programma's opgezet. Afgestudeerden kunnen functies vervullen als Robotics Engineer, Machine Learning Engineer, Process Engineer en Embedded Software Engineer.

Motivering

De aanvraag voldoet naar mening van de commissie aan de criteria a en b in art. 4 lid 1 van de Regeling.

Beoordeling criterium a

Aanvrager stelt dat de wo master Artificial Intelligence Engineering Systems aansluit op een arbeidsmarktbehoefte in combinatie met een maatschappelijke en een wetenschappelijke behoefte.

Beoordeling arbeidsmarktbehoefte

Aanvrager onderbouwt de kwantitatieve arbeidsmarktbehoefte aan afgestudeerden van de wo master AIES aan de hand van ROA's rapport 'De arbeidsmarkt naar opleiding en beroep tot 2024', het rapport 'Haalbaarheidsonderzoek nieuwe masteropleiding AI Engineering Systems (TU/e)' van onderzoeks- en adviesbureau Dialogic (januari 2021) en 26 steunbetuigingen van werkgevers en koepelorganisaties (november/december 2020). Aanvrager onderbouwt de kwalitatieve arbeidsmarktbehoefte aan afgestudeerden van de wo master AIES aan de hand van PwC's 22nd Annual Global CEO Survey 'CEOs' curbed confidence spells caution' (2019), het rapport 'Arbeidsmarktonderzoek ICT met topsectoren' van adviesbureau Berenschot (april 2019) en het eindrapport 'Arbeidsmarktonderzoek ICT met topsectoren 2020 Eindrapport' van Centerdata (juli 2020). Aanvrager heeft in het kader van criterium b verwezen naar het Sectorplan Bèta en Techniek. Nu dit stuk ter ondersteuning van de arbeidsmarktbehoefte kan dienen, heeft de commissie dit stuk betrokken bij haar beoordeling van criterium a.

Ter onderbouwing van de arbeidsmarktbehoefte verwijst aanvrager naar data uit ROA's rapport 'De arbeidsmarkt naar opleiding en beroep tot 2024'. Aangezien dit rapport is gebaseerd op de gegevens in ROA's database AIS en deze database de meest geactualiseerde gegevens bevat, betreft de commissie voor wat betreft de gegevens met betrekking tot het opleidingstype en beroepsgroepen de prognoses van ROA's database AIS. De commissie acht met aanvrager de opleidingscategorie master techniek en ict relevant voor de aangevraagde wo master AIES. De commissie constateert dat binnen het AIS van ROA het opleidingstype master informatica het meest relevant is. In dit opleidingstype zijn de aanverwante masteropleidingen Data Science and Society, Artificial Intelligence, Information Science, Business Information Technology en Data Science and Entrepreneurship ondergebracht. ROA typeert de toekomstige arbeidsmarktsituatie voor afgestudeerden van dit opleidingstype als 'goed' en verwacht grote knelpunten in de toekomstige personeelsvoorziening in 2024.

Tabel 1. Arbeidsmarktprognose opleidingstype master informatica

Opleidingstype	Arbeidsmarktprognose variabele	Indicator	Aantal	Totaal % 6 jr.	Gem. jaarlijks %	Typering
>> Master - informatica	verwachte uitbreidingsvraag tot 2024		2500	7	1.1	hoog
>> Master - informatica	verwachte vervangingsvraag tot 2024		6600	19	2.9	gemiddeld
>> Master - informatica	verwachte baanopeningen tot 2024		9100	25	3.8	gemiddeld
>> Master - informatica	verwachte instroom van schoolverlaters tot 2024		8100	23	3.5	gemiddeld
>> Master - informatica	ITKP toekomstige knelpunten personeelsvoorziening in 2024	0.99				groot
>> Master - informatica	ITA toekomstige arbeidsmarktsituatie in 2024	0.99				goed

Bron: ROA AIS

De commissie acht daarnaast met aanvrager het opleidingstype master werktuigbouwkunde relevant, omdat hierin de verwante hbo master Engineering Systems is opgenomen. ROA verwacht zeer grote knelpunten in de toekomstige personeelsvoorziening in 2024 en typeert de toekomstige arbeidsmarktsituatie voor dit opleidingstype als zeer goed.

Tabel 2. Arbeidsmarktprognose opleidingstype master werktuigbouwkunde

Opleidingstype	Arbeidsmarktprognose variabele	Indicator	Aantal	Totaal % 6 jr.	Gem. jaarlijks %	Typering
>> Master - werktuigbouwkunde	verwachte uitbreidingsvraag tot 2024		1500	4	0.7	gemiddeld
>> Master - werktuigbouwkunde	verwachte vervangingsvraag tot 2024		11900	35	5.1	erg hoog
>> Master - werktuigbouwkunde	verwachte baanopeningen tot 2024		13400	39	5.7	erg hoog
>> Master - werktuigbouwkunde	verwachte instroom van schoolverlaters tot 2024		2900	9	1.4	erg laag
>> Master - werktuigbouwkunde	ITKP toekomstige knelpunten personeelsvoorziening in 2024	0.79				zeer groot
>> Master - werktuigbouwkunde	ITA toekomstige arbeidsmarktsituatie in 2024	0.79				zeer goed

Bron: ROA AIS

De commissie betreft verder binnen het AIS van ROA het opleidingstype master elektrotechniek, omdat binnen dit opleidingstype de verwante masters Systems and Control en Control Systems Engineering zijn ondergebracht. ROA typeert de toekomstige arbeidsmarktsituatie voor afgestudeerden van dit opleidingstype als 'goed' en verwacht grote knelpunten in de toekomstige personeelsvoorziening in 2024.

Tabel 3. Arbeidsmarktprognose opleidingstype master elektrotechniek

Opleidingstype	Arbeidsmarktprognose variabele	Indicator	Aantal	Totaal % 6 jr.	Gem. jaarlijks %	Typering
>> Master - elektrotechniek	verwachte uitbreidingsvraag tot 2024		1200	6	0.9	hoog
>> Master - elektrotechniek	verwachte vervangingsvraag tot 2024		5200	24	3.6	hoog
>> Master - elektrotechniek	verwachte baanopeningen tot 2024		6500	29	4.4	hoog
>> Master - elektrotechniek	verwachte instroom van schoolverlaters tot 2024		6500	29	4.4	hoog
>> Master - elektrotechniek	ITKP toekomstige knelpunten personeelsvoorziening in 2024		1			groot
>> Master - elektrotechniek	ITA toekomstige arbeidsmarktsituatie in 2024		1			goed

Bron: ROA AIS

Aanvrager heeft tevens verwezen naar de arbeidsmarktprognose van de overkoepelende beroepsklasse ICT beroepen waarbinnen de relevante beroepsgroepen databank- en netwerkspecialisten, software- en applicatieontwikkelaars en (elektrotechnisch) ingenieurs zijn ondergebracht. Zoals de commissie in haar eerdere adviezen heeft overwogen kent zij in beginsel meer gewicht toe aan de prognoses van ROA die zien op de opleidingstypes dan aan de prognoses van ROA die zien op de beroepsgroepen. Daartoe overweegt de commissie dat de opleidingscategorieën een specifiek beeld geven van de arbeidsmarktbehoefte omdat daarin de uitstroom uit een cluster verwante opleidingen wordt gerelateerd aan verwachte baanopeningen voor dit type afgestudeerden. ROA verwacht voor voornoemde beroepsgroepen grote tot zeer grote knelpunten in de toekomstige personeelsvoorziening in 2024.

De commissie constateert dat de prognoses van het ROA een positief beeld opleveren van de toekomstige arbeidsmarktsituatie voor afgestudeerden van de wo master Artificial Intelligence Engineering Systems.

Aanvrager verwijst ter onderbouwing van de kwantitatieve arbeidsmarktbehoefte verder naar een haalbaarheidsonderzoek dat aanvrager heeft laten uitvoeren door onderzoeks- en adviesbureau Dialogic. Voor het bepalen van het arbeidsmarktperspectief heeft Dialogic onder meer een vacature-analyse uitgevoerd. Voor de vacature-analyse is gebruik gemaakt van een dataset met ICT-vacatures van Jobdigger in Nederland over de periode 2015-2019. In deze analyse is binnen ICT-vacatures gekeken in welke mate er in de vacatureteksten woorden voorkomen die gerelateerd zijn aan de engineering termen die in de nieuwe master AIES worden onderwezen (o.a. automated decision making, high-tech-systems en robotica). Daarnaast is binnen de set relevante ICT-vacatures nog een verbijzondering gemaakt naar de vacatures waarin naast een engineering term ook een ai-term voorkomt (o.a. artificial intelligence, data-analyse en deep learning). Naast een dataset met ICT-vacatures is volgens het rapport 'Haalbaarheidsonderzoek nieuwe masteropleiding AI Engineering Systems (TU/e)' gebruik gemaakt van een dataset met vacatures van technische beroepen. Het gaat daarbij specifiek om de vacatures voor technische beroepen waarin in de vacatureteksten een relevante ai-term voorkomt.

Uit de vacature-analyse komt naar voren dat met name het aantal ICT-vacatures waarin minimaal één engineering term en één ai-term voorkomt in de vacaturetekst fors is toegenomen. Tussen 2015 en 2019 was er voor die groep sprake van een verviervoudiging in de regio Brainport Eindhoven (van 27 vacatures in 2015 naar 451 vacatures in 2019). Het ging voor de regio Brainport Eindhoven wel om een beperkt aantal vacatures (44 in 2019). Dit is volgens Dialogic mogelijk veroorzaakt doordat een deel van de studenten een baan vindt via een open sollicitatie of via een stage en de toepassing van AI in engineering systemen een nieuwe ontwikkeling betreft, waarvan verwacht wordt dat die de komende jaren een grote vlucht gaat nemen. Bij de technische vacatures waarbij in de vacaturetekst minimaal één ai-term voorkomt geldt dat de groei tussen 2015 en 2019 minder groot was dan bij de ICT-vacatures. Het aantal technische vacatures is landelijk met 50% gestegen van 247 vacatures in 2015 naar 451 vacatures in 2019. Uit de analyse van de technische vacatures blijkt dat een groot deel van de vacatures relevant wordt geacht omdat er woorden gerelateerd aan big data en data-analyse

in de vacaturetekst voorkomen. Termen die meer gerelateerd zijn aan ai zoals artificial intelligence en machine learning komen in mindere mate voor, al lijkt daar wel sprake te zijn van een opwaartse trend in de afgelopen jaren. Aanvullend op de vacature-analyse heeft Dialogic een korte inventarisatie uitgevoerd van de huidige stand van zaken. Daarvoor is voor een aantal combinaties van woorden op vacaturesite Indeed gezocht hoeveel relevante vacatures er eind 2020 openstonden. Zo leverde de combinatie robot en (machine learning of deep learning of kunstmatige intelligentie of big data) 88 vacatures op (waarvan 12 in Noord-Brabant). Daarnaast is gezocht op een combinatie van elektrotechniek en werktuigbouwkunde, aangevuld met de ai-termen (en uitgezonderd robot). Deze combinatie van woorden leverde 63 vacatures op (waarvan 20 in Noord-Brabant). De commissie constateert dat het vacature-onderzoek duidt op een toenemende (regionale) arbeidsmarktbehoefte aan professionals op het snijvlak van ICT/AI en techniek.

Verder verwijst aanvrager naar steunbetuigingen van 23 werkgevers en 3 koepelorganisaties waarin brede steun voor de voorgenomen master wordt uitgesproken. De steunbetuigingen betreffen op één na bedrijven in de regio Brainport / Noord-Brabant. Deze werkgevers spreken de intentie uit om in totaal ruim 200 afgestudeerden met expertise op het gebied van AIES aan te nemen. De brancheorganisaties onderschrijven het beeld van de afzonderlijke bedrijven. Zo voorziet High Tech Software Cluster - Brainport jaarlijks circa 100 vacatures bij de leden. Extrapolatie op basis van 200 vacatures komt volgens aanvrager neer op 1.330 landelijke vacatures. De commissie acht het aantal steunbetuigingen te klein om de behoefteramingen te extrapoleren en kent derhalve geen gewicht toe aan deze extrapolatie. De commissie is van oordeel dat aanvrager middels de steunbetuigingen een kwantitatieve regionale arbeidsmarktbehoefte heeft aangetoond.

Aanvrager stelt onder verwijzing naar de 22nd Annual Global CEO Survey 'CEOs' curbed confidence spells caution' dat het merendeel van de CEO's een tekort ervaart aan mensen die bedreven zijn in AI en andere nieuwe technologieën. Mede als gevolg daarvan is er op de arbeidsmarkt een sterke competitie om het schaars beschikbare talent (p. 5 en 28). Aanvrager verwijst voorts naar het rapport 'How nine digital frontrunners can lead on AI in Europe' van McKinsey (oktober 2019). In 2020 heeft McKinsey een onderzoek uitgevoerd naar de manier waarop 9 EU-landen, waaronder Nederland, kunnen inspelen op AI. Volgens het onderzoek kan AI bijdragen aan een groei van het BBP tot 1,2% per jaar. McKinsey signaleert voor de Amerikaanse arbeidsmarkt dat in de periode 2012-2018 het aantal AI-vacatures is vertwaalfvoudigd, waarbij de vraag vooral is gestegen in de hightech dienstverlening en de industrie, en dat de omvang van de investeringen in AI startups met een factor 31 toenam (pp. 11, 30 - 31). De master AIES speelt volgens aanvrager vooral in op de nieuwe banen en zal er dus aan bijdragen dat de Nederlandse beroepsbevolking 'met de tijd meegaat'. Aanvrager verwijst verder naar het rapport 'Arbeidsmarktonderzoek ICT met topsectoren' van adviesbureau Berenschot (april 2019). In dit rapport concludeert Berenschot dat in een aantal topsectoren, waaronder de topsector High Tech Systems and Materials (HTSM), sprake is van een groot tekort aan technisch en ICT-personeel. Dit tekort remt de groei van de arbeidsproductiviteit en bedreigt bovendien de effectieve aanpak van de grote maatschappelijke uitdagingen. Wil Nederland internationaal als topland concurrerend blijven, dan moet grootschalig worden ingezet op digitale technologie, aldus Berenschot. Het rapport noemt daarbij Internet of Things expliciet, een ontwikkeling waaraan AIES volgens aanvrager bij uitstek een bijdrage kan leveren. Een van de aanbevelingen in het rapport is het verhogen van de instroom in ICT-opleidingen op hbo- en wo-niveau (pp. 8-10). Aanvrager vervolgt haar betoog dat in het eindrapport 'Arbeidsmarktonderzoek ICT met topsectoren 2020 Eindrapport' van Centerdata (juli 2020) voor een aantal topsectoren onder meer gekeken is naar het soort vaardigheden dat in vacature-advertenties (vaker) gevraagd wordt. In de periode 2012 - 2019 is de vraag naar vaardigheden op het gebied van 'big data en analytics' en 'digitale transformatie' meer dan verdubbeld. Digitale transformatie heeft betrekking op wat wel de 'industriële revolutie 4.0' wordt genoemd: de samensmelting van de fysieke, digitale en biologische wereld. AI, robotica en Internet of Things zijn belangrijke begrippen in dit verband. Het rapport concludeert dat de arbeidsmarkt behoefte heeft aan medewerkers met actuele vaardigheden op het gebied van onder meer Internet of Things en AI. Dit geldt zeker ook voor de Topsector High Tech Systems and Materials (HTSM). Verder merkt het rapport op dat de beroepsbevolking innovatief moet zijn bij het ontwikkelen en implementeren van nieuwe technologieën (pp. 15, 17, 42-43, 46, 49). De commissie is met aanvrager van oordeel dat bovengenoemde bronnen duiden op een groeiende behoefte aan specialisten op het terrein van AI en Internet of Things, ook in de technische sector en daarmee blijkt geven van een kwalitatieve arbeidsmarktbehoefte aan afgestudeerden van de master wo master Artificial Intelligence Engineering Systems.

Aanvrager betoogt tot slot dat de voorgenomen master aansluit op het Sectorplan Bèta en Techniek. Daartoe voert aanvrager aan dat op verzoek van de minister van OCW de 4TU Federatie een Sectorplan Bèta en

Techniek heeft opgesteld. Een eerste stap daarin is het opstellen van een sectorbeeld. Het sectorbeeld voor de techniek is eind 2018 beschikbaar gekomen en in februari 2019 geaccordeerd door OCW. De Sectorplancommissie stelt voor om de voor het Sectorplan beschikbare middelen te verdelen over een beperkt aantal focusgebieden, die gekozen zijn op grond van hun betekenis voor het onderwijs en de wetenschappelijke en maatschappelijke impact van het onderzoek. De focusgebieden betreffen de construerende technische wetenschappen, waartoe gerekend worden de werktuigbouwkunde, elektrotechniek en civiele techniek. De commissie volgt aanvrager in haar betoog dat de voorgenomen master aansluit op het Sectorplan Bèta en Techniek en daarmee aansluit bij de behoefte aan de ontwikkeling in het hoger onderwijsaanbod. Weliswaar heeft aanvrager hiermee geen concrete arbeidsmarktbehoefte aangetoond, het erkende Sectorplan Bèta en Techniek kan volgens de toelichting op de Regeling (p. 5, 2de alinea) echter als ondersteunende bron voor de arbeidsmarktbehoefte dienen. De commissie betreft het Sectorplan Bèta en Techniek dan ook in positieve zin bij de beoordeling van de arbeidsmarktbehoefte.

De commissie concludeert dat aanvrager op grond van het bovenstaande een grote (regionale) arbeidsmarktbehoefte aan afgestudeerden van de wo master Artificial Intelligence Engineering Systems heeft aangetoond.

Beoordeling maatschappelijke behoefte

Ter onderbouwing van de maatschappelijke behoefte verwijst aanvrager onder meer naar het rapport 'AI voor Nederland, Vergroten, versnellen en verbinden' van AINED (2018), het 'Strategisch Actieplan Artificiële Intelligentie' van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2019), de 'Nederlandse Digitaliseringsstrategie 2020' van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2019) en de Topsector High Tech Systems and Materials (www.hollandhightech.nl/htsm-roadmaps).

Aanvrager beschrijft dat het rapport 'AI voor Nederland, Vergroten, versnellen en verbinden' van AINED onder meer concludeert dat AI zich zeer snel ontwikkelt en dat ons omringende landen een nationale AI-strategie hebben geformuleerd en forse investeringen doen. Wil Nederland mee kunnen blijven doen, dan zal ook Nederland een nationale strategie moeten opstellen en daaraan middelen moeten verbinden. Er is hiervoor een goede basis aanwezig: het onderzoek staat op hoog niveau, in het bedrijfsleven is veel potentieel en studenten zijn geïnteresseerd in AI-opleidingen. Het rapport constateert ook dat versnelling noodzakelijk is en dat het aantal opleidingsplaatsen tekortschiet en dat bedrijven moeite hebben om voldoende talent aan te trekken. Grote, aansprekende bedrijven slagen erin om buitenlands talent te werven, maar dat is voor lang niet alle bedrijven weggelegd. Onderdeel van de strategie zou dan ook moeten zijn om de capaciteit van het AI-onderwijs te vergroten (pp. 5, 7, 10, 13, 29).

Aanvrager vervolgt dat het 'Strategisch Actieplan Artificiële Intelligentie' van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat uitgaat van publiek-private samenwerking bij het stimuleren van AI-ontwikkelingen en onderscheidt drie sporen. Het eerste spoor betreft het benutten van maatschappelijke en economische kansen. AI wordt hierin beschreven als een sleuteltechnologie die de wereld transformeert en in alle sectoren toepassingen vindt (bijvoorbeeld beeldherkenning in de zorg en zelfrijdende voertuigen in de logistiek). Sectoren die worden genoemd zijn veiligheid, gezondheid en zorg, landbouw en voedsel, en energietransitie en duurzaamheid. Onder het eerste spoor wil de overheid ook het AI-ondernemerschap (startups) stimuleren. Het tweede spoor betreft het scheppen van de juiste voorwaarden. Een van de actiepunten onder deze spoor is dat NWO een AI-onderzoeksagenda zal opstellen. Verder zal Nederland een actieve rol vervullen in Europese consortia op het gebied van AI. Ten aanzien van het hoger onderwijs stelt het actieplan dat universiteiten moeite hebben om de groei van de studenteninstroom te accommoderen en signaleert dat zelfs als de huidige capaciteitsproblemen worden opgelost en het aantal afgestudeerden doorgroeit, nog niet kan worden voldaan aan de vraag naar AI- en dataprofessionals. Het derde spoor betreft het versterken van de fundamenteën. Dit spoor heeft vooral betrekking op het juridisch en ethisch kader voor AI (pp. 7, 9, 14-17, 26, 29, 31).

Aanvrager beschrijft ter onderbouwing van de maatschappelijke behoefte voorts dat in de 'Nederlandse Digitaliseringsstrategie 2020' van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat zes prioriteiten zijn benoemd, waaronder AI. AI moet blijkens deze Digitaliseringsstrategie bijdragen aan het oplossen van maatschappelijke uitdagingen, waarbij als prioriteiten zijn gedefinieerd veiligheid, gezondheid en zorg, landbouw en voedsel, en energietransitie en duurzaamheid. De overheid ondersteunt publiek-private initiatieven op het gebied van AI en constateert dat extra middelen noodzakelijk zijn om internationaal mee te kunnen blijven doen. Daarom zal in de periode 2020 - 2024 een financiële impuls van 23,5 miljoen euro beschikbaar komen voor acties van de

Aanvrager betoogt tot slot dat de voorgenomen master aansluit op het Topsectorenbeleid. Daartoe voert aanvrager aan dat elk van de 10 Topsectoren in hun Kennis- en Innovatie Agenda's (KIA's) AI als een belangrijke techniek voor toepassing in hun sector benoemt. De Topsector Holland High Tech (voorheen High Tech Systemen & Materialen) is volgens aanvrager voor ontwikkeling en onderzoek van AI en de technische toepassingen ervan de belangrijkste, omdat die zowel de KIA voor de sleuteltechnologieën beheert als de roadmaps op een vijftiental technische gebieden. AI is een van de digitale technologieën die worden beschouwd als sleuteltechnologie, tegenwoordig steeds vaker als dé sleuteltechnologie in het digitale segment. De topsector kent 15 roadmaps, waarvan er 13 AI noemen als belangrijke enabling technology. Het meest uitgesproken zijn de roadmaps voor 'Smart Industry', 'Automotive', 'Healthcare' en 'Systems Engineering'. Deze laatste stelt dat de Nederlandse hightech industrie direct of indirect betrokken zal zijn bij alle KIA's omdat ze rusten op de gezamenlijk noemer van complexe, gedigitaliseerde en multidisciplinaire cyber-physical systemen. In een aantal roadmaps is sprake van een wederzijdse relatie tussen AI en het te ontwikkelen technische areaal, zoals in de roadmaps van 'Electronics', 'Nanotechnology' en 'Photonics'.

De commissie is van mening dat de hierboven genoemde bronnen in samenhang bezien het maatschappelijk belang van de voorgenomen wo master Artificial Intelligence Engineering Systems onderstrepen. De commissie is dan ook van mening dat aanvrager reeds op grond van bovenstaande een maatschappelijke behoefte heeft aangetoond.

Beoordeling wetenschappelijke behoefte

Ter onderbouwing van de wetenschappelijke behoefte verwijst aanvrager onder meer naar de Nationale Wetenschapsagenda en het rapport 'Orientations towards the first Strategic Plan for Horizon Europe' van de Europese Commissie (2019) en het 'Strategisch Actieplan voor Artificiële Intelligentie' van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2019). Aanvrager heeft voorts verwezen naar Topsector High Tech Systems and Materials (HTSM). De commissie heeft deze bron gelet op de inhoud daarvan betrokken bij de beoordeling van de maatschappelijke behoefte.

Aanvrager betoogt dat de Nederlandse overheid het belang van wetenschappelijk onderzoek op het terrein van AI onderkent en verwijst daartoe naar de Nationale Wetenschapsagenda. In de Nationale Wetenschapsagenda is de route 'Waardecreatie door verantwoorde toegang tot en gebruik van big data' opgenomen. In deze route wordt aangegeven dat onderwijsinstellingen moeten inzetten op het versterken van het onderwijs en het wetenschappelijk fundament van big data alsmede het verbreden hiervan in de richting van data science (p. 105). Daarnaast zijn enkele routes essentieel voor de ontwikkeling van AI zelf (zoals de Quantum-Nano Revolutie, NeuroLabNL en Meten en Detecteren). De commissie deelt het standpunt van aanvrager dat de voorgenomen opleiding aansluit op de route 'Waardecreatie door verantwoorde toegang tot en gebruik van big data' in de Nationale Wetenschapsagenda.

Aanvrager voert tot slot aan dat de Europese Commissie met Horizon Europe een bijdrage wil leveren aan de oplossing van maatschappelijke problemen en de concurrentiekracht van de EU wil vergroten. De inspanningen concentreren zich op zes clusters, waaronder Digital, Industry and Space. Tot dat cluster behoort ook AI. In december 2019 verscheen een eerste aanzet voor een strategisch plan. In het rapport 'Orientations towards the first Strategic Plan for Horizon Europe' van de Europese Commissie (2019) geeft de Europese Unie aan te willen investeren in doorbraaktechnologieën, waarbij cybersecurity en AI met name worden genoemd. De EU wil voor de sleuteltechnologieën minder afhankelijk zijn van het buitenland. Gezondheidszorg en duurzaamheid (waaronder duurzame mobiliteit) zijn enkele van de terreinen waarop de EU (meer) AI wil inzetten (pp. 15, 38, 46, 72, 78- 79, 81 en 93). Aanvrager verwijst voorts naar p. 29 van het 'Strategisch Actieplan voor Artificiële Intelligentie' van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2019). Hierin wordt vermeld dat de Europese Commissie fors inzet op publiek-private investeringen in onderzoek en innovatie op het gebied van AI. Zij wil dat publieke en private partijen minimaal € 20 miljard investeren tot 2020 en vervolgens tot ruim € 20 miljard per jaar tot 2027. Zelf stelt de Commissie binnen het huidige kaderprogramma Horizon 2020 tot 2020 € 1,5 miljard beschikbaar voor AI. Voor de volgende langetermijnbegroting van de EU (2021-2027) heeft de EU voorgesteld om tenminste € 7 miljard uit Horizon Europe en het Digital Europe programma te investeren in AI.

De commissie is van oordeel dat voornoemde bronnen blijken te geven van een wetenschappelijke ontwikkeling op het terrein van AI en de technische toepassingen hiervan die het bestaan van de voorgenomen wo master

Artificial Intelligence Engineering Systems rechtvaardigen.

De commissie is reeds op grond van het bovenstaande van oordeel dat de voorgenomen opleiding aansluit op een wetenschappelijke behoefte.

De commissie concludeert dat de aanvraag aansluit op een maatschappelijke, een wetenschappelijke en een grote arbeidsmarktbehoefte. De aanvraag voldoet aan criterium a in art. 4 lid 1 van de Regeling.

De aanvraag voldoet aan criterium a in art. 4 lid 1 van de Regeling.

Beoordeling criterium b

Vanaf 21/01/2021 is op de website van de CDHO kennis gegeven van het voornemen van de TU Eindhoven om de wo master Artificial Intelligence Engineering Systems in Eindhoven aan te bieden. Hiermee is aan de instellingen voor hoger onderwijs de mogelijkheid gegeven om hun zienswijzen op dit voornemen kenbaar te maken. Er zijn geen zienswijzen ingediend. Aanvrager heeft aangegeven het voornemen om de nieuwe wo master Artificial Intelligence Engineering Systems aan te bieden in 4TU-verband heeft afgestemd. De commissie waardeert dit initiatief tot afstemming.

Aanvrager stelt dat er geen masterprogramma's zijn die zich expliciet richten op de toepassing van AI op complexe technische problemen en/of systemen (engineering systems). Aanvrager heeft een overzicht geleverd van masteropleidingen die engineering systems als focus hebben en in meer of mindere mate aandacht besteden aan AI. Het betreft de master Systems and Control (Technische Universiteit Eindhoven, Technische Universiteit Delft en Universiteit Twente) en de master Robotics (Technische Universiteit Delft). Aanvrager beschouwt deze masters als meest verwant aan de master Artificial Intelligence Engineering Systems. De commissie acht deze opleidingen sterk verwant omdat zij een soortgelijke instroomdoelgroep bedienen, omdat de programma's een substantiële inhoudelijke overlap vertonen met het programma van de voorgenomen opleiding (omdat zij zowel een toegepaste AI-component als een engineering systems component hebben) en omdat zij hun studenten voor (min of meer) dezelfde beroepen opleiden. De commissie acht voorts met aanvrager de tracks Manufacturing Systems Engineering binnen de masters Mechanical Engineering en Operations Management and Logistics (Technische Universiteit Eindhoven) verwant.

Aanvrager heeft daarnaast een overzicht geleverd van masteropleidingen met een substantiële component Toegepaste AI en geen component Engineering Systems alsmede masteropleidingen gericht op de ontwikkeling van AI. Het betreft de masters Human-technology Interaction (Technische Universiteit Eindhoven), Interaction Technology / Human Media Interaction (Universiteit Twente), Stochastics and Financial Mathematics, (Universiteit van Amsterdam en Vrije Universiteit Amsterdam), Statistical Science for the Life & Behavioural Science (Universiteit Limburg), Data Science & Society (Tilburg University), Artificial Intelligence (Universiteit Utrecht, Vrije Universiteit Amsterdam, Radboud Universiteit Nijmegen, Rijksuniversiteit Groningen en Universiteit van Amsterdam), Information Science (Universiteit Utrecht), Business Information Technology (Universiteit Utrecht), Human-Machine Communication (Rijksuniversiteit Groningen) en Data Science & Entrepreneurship (Tilburg University en Technische Universiteit Eindhoven). Omdat de focus van deze categorie opleidingen ligt op de studie en ontwikkeling van AI en beperkt oog heeft voor toepassing in een technische context beschouwt aanvrager deze masters, zo begrijpt de commissie, als aanverwant. De commissie acht deze opleidingen eveneens aanverwant omdat zij raakvlakken vertonen met de voorgenomen opleiding, maar dat zij ofwel een andere instroomgroep bedienen, ofwel hun studenten voor andere beroepen opleiden, ofwel dat hun programma's niet substantieel overlappen met de voorgenomen opleiding.

De commissie constateert dat de Technische Universiteit Delft per september 2020 is gestart met de wo master Robotics. De instroomcijfers van deze master is nog niet bekend. De commissie constateert voorts dat de Universiteit Twente voornemens is per september 2021 te starten met een wo master Robotics en de Open Universiteit voornemens is per februari 2022 te starten met de wo master Artificial Intelligence. Om die reden heeft de commissie deze opleidingen niet opgenomen in de instroomtabel hieronder.

De commissie acht daarnaast de hbo master Control Systems Engineering, thans onder de naam Engineering Systems (Hogeschool van Arnhem en Nijmegen) en de wo masters Data Science & Artificial Intelligence (Technische Universiteit Eindhoven) en Cognitive Science and Artificial Intelligence (Tilburg University) aanverwant. De commissie merkt op dat voor de wo master Data Science & Artificial Intelligence geen instroomcijfers bekend zijn, daar deze master per september 2021 van start gaat. De commissie merkt voorts

op dat van de master Cognitive Science and Artificial Intelligence de instroomcijfers evenmin bekend zijn, daar deze opleiding in september 2020 is gestart.

Aanvrager heeft een overzicht geleverd van de instroom in verwante bekostigde opleidingen. De instroom in verwante onbekostigde opleidingen is niet bekend. De commissie heeft bij de beoordeling van de aanvraag dan ook geen rekening kunnen houden met de belangen van deze opleidingen. Aanvrager heeft ook de instroom in verwante tracks Manufacturing Systems Engineering binnen de masters Mechanical Engineering en Operations Management and Logistics geleverd. Aangezien de commissie geen toegang heeft tot instroomcijfers op track- of specialisatieniveau heeft zij deze masters dan ook niet opgenomen in onderstaande tabel. De instroom van de aanverwante opleidingen is de afgelopen vijf jaar sterk gestegen.

Tabel 4. Instroom eerstejaarsstudenten in verwant voltijd-en deeltijd bekostigd onderwijsaanbod

Opleiding	Instelling	'15-'16		'16-'17		'17-'18		'18-'19		'19-'20		
		Deeltijd	Voltijd	Deeltijd	Voltijd	Deeltijd	Voltijd	Deeltijd	Voltijd	Deeltijd	Voltijd	
M Systems and Control (60359)	Technische Universiteit Delft (21PF)		104		102			132		112		126
	Technische Universiteit Eindhoven (21PG)		40		50			44		44		55
	Universiteit Twente (21PH)		16		15			24		37		36
M Engineering Systems (49136)	Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (25KB)								29	96	22	93
M Control Systems Engineering (49133)	Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (25KB)					27	16	0	0	0	0	0
M Human-technology Interaction (60431)	Technische Universiteit Eindhoven (21PG)		34		48			51		46		57
M Human Media Interaction (60030)	Universiteit Twente (21PH)		43		39			34		49		71
M Stochastics and Financial Mathematics (60801)	Universiteit van Amsterdam (21PK)		12		18			13		7		12
	Vrije Universiteit Amsterdam (21PL)		3		5			8		2		3
M Master Statistical Science for the Life and Behavioural Sciences (60957)	Universiteit Leiden (21PB)				22			48		42		45
M Data Science and Society (60964)	Tilburg University (21PN)											275
M Information Science (60809)	Universiteit Utrecht (21PD)		40		63			79		86		107
M Business Information Technology (60025)	Universiteit Twente (21PH)		16		32			36		31		36
	Rijksuniversiteit Groningen (21PC)		11		13			12		18		14
M Data Science and Entrepreneurship (joint degree) (65018)	Technische Universiteit Eindhoven (21PG)				5			14		51		48
	Tilburg University (21PN)				10			22		49		46
Totaal			319		422	27	533	29	670	22	1024	

Bron: DUO, bewerking ABF

Aanvrager heeft een prognose gemaakt van de instroom in de voorgenomen opleiding op grond van de instroom in de huidige tracks Artificial Intelligence Engineering Systems en Manufacturing Systems Engineering die opgaan in de nieuwe master en de belangstelling voor de opleiding onder huidige 3e jaars bachelorstudenten van de Technische Universiteit Eindhoven. Aanvrager verwacht dat 100 à 150 studenten per

jaar zullen instromen. De commissie acht deze prognose realistisch.

Als de instroom in de bestaande opleidingen en de verwachte instroom in de voorgenomen wo master Artificial Intelligence Engineering Systems wordt afgezet tegen de behoefte die bij criterium a is aangetoond, blijkt dat er voldoende ruimte is om deze opleiding binnen het bekostigde domein vorm te geven.

Vestiging van de opleiding in Eindhoven heeft geen negatief effect op de landelijke spreiding van het onderwijsaanbod. Daartoe neemt de commissie in aanmerking dat de tracks Artificial Intelligence Engineering Systems en Manufacturing Systems Engineering zullen opgaan in de nieuwe opleiding.

De commissie concludeert dat er ruimte in het landelijk aanbod bestaat om de wo master Artificial Intelligence Engineering Systems te realiseren. De aanvraag voldoet aan criterium b in art. 4 lid 1 van de Regeling.

Gelet op het vorenstaande adviseert de Commissie Doelmatigheid Hoger Onderwijs u om positief te besluiten op het voorliggende verzoek.

Advies aan de NVAO over de naam- en taalkeuze en Croho indeling


De commissie heeft geconstateerd dat de voorgenomen opleiding dermate afwijkt van het bestaande verwante opleidingsaanbod, dat dit de keuze voor een andere naam rechtvaardigt.

Verder heeft de commissie geconstateerd dat aanvrager de wo master Artificial Intelligence Engineering Systems in het Engels wil aanbieden. Aanvrager motiveert deze keuze onder meer door te stellen dat veel studenten zullen gaan werken in een internationale omgeving waarin Engels de voertaal is. Daartoe verwijst aanvrager in de eerste plaats naar het haalbaarheidsonderzoek dat aanvrager heeft laten uitvoeren door onderzoeks- en adviesbureau Dialogic en waaruit volgt dat - afhankelijk van het arbeidsmarktsegment - 28% tot 42% van de relevante vacatures Engelstalig zijn. Daarnaast wijst aanvrager erop dat van de 23 bedrijven die een steunbetuiging hebben afgegeven internationaal werven en een internationale werkomgeving aanbieden, waarbij het goed kunnen spreken van Engels een vereiste is. Tot slot geeft aanvrager aan dat veel afgestudeerden gaan werken bij een van de bedrijven in de Brainport regio en dat het aantal internationale bedrijven in deze regio zich snel uitbreidt. De commissie is van oordeel dat uit deze motivering blijkt dat de keuze voor Engels als voertaal aansluit op een arbeidsmarktbehoefte.

Daarnaast heeft de commissie geconstateerd dat aanvrager de wo master Artificial Intelligence Engineering Systems in het Croho onderdeel Techniek wil indelen. Dit voorstel sluit aan op de indeling van verwante bestaande opleidingen.

De NVAO ontvangt dit advies, zodat zij dit kan opnemen in het informatiedossier voor het panel ten behoeve van de toets nieuwe opleiding.

De Commissie Doelmatigheid Hoger Onderwijs



drs. P.M.M. Rullmann

Voorzitter CDHO

Bijlage:

Beoordelingskader macrodoelmatigheid nieuwe opleiding of nevenvestiging

Aan de hand van de in de Regeling macrodoelmatigheid hoger onderwijs van 20 juni 2018 genoemde voorwaarden worden voornemens tot het verzorgen van een nieuwe opleiding beoordeeld op doelmatigheid. Een nieuwe opleiding kan volgens artikel 4 van deze Regeling alleen doelmatig worden geacht indien het voornemen voldoet aan de criteria a en b.

Volgens criterium a heeft het instellingsbestuur aangetoond dat er behoefte bestaat aan de nieuwe opleiding of nevenvestiging, zijnde overwegend een arbeidsmarktbehoefte, dan wel een overwegend maatschappelijke behoefte in combinatie met een arbeidsmarktbehoefte, dan wel een overwegend wetenschappelijke behoefte in combinatie met een arbeidsmarktbehoefte.

Volgens criterium b dient het instellingsbestuur aan te tonen dat in de behoefte die bij criterium a is aangetoond niet door het bestaande opleidingsaanbod wordt voorzien.

Advies aan de NVAO over naam- en taalkeuze en Croho onderdeel

In de Toelichting op de Regeling is aangegeven dat de CDHO ook een rol heeft bij de beoordeling van de voorgestelde naam en voertaal van de opleiding en bij de voorgestelde positionering in het Croho.

Wat betreft de opleidingsnaam: de CDHO kijkt of de voorgestelde naam van de opleiding passend is, gelet op de namen van verwante opleidingen. Daarbij is het uitgangspunt dat sterk op elkaar lijkende opleidingen dezelfde naam krijgen, om de transparantie van het opleidingsaanbod voor studiekezers en werkgevers te borgen. In het Croho kan ook een internationale (Engelse) naam worden geregistreerd. Dit onderdeel van het CDHO advies is niet gericht aan de Minister van OCW, maar aan de NVAO. Het panel van de NVAO toetst of de naamkeuze gerechtvaardigd is gelet op de inhoud van de opleiding en de namen van vergelijkbare opleidingen (artikel 5.7, vierde lid, onderdeel a, van de WHW).

Wat betreft de taalkeuze: het uitgangspunt in de wet is dat een opleiding in het Nederlands wordt aangeboden. De arbeidsmarktbehoefte kan een reden zijn om een opleiding in een andere taal aan te bieden. Dit onderdeel van het CDHO advies is niet gericht aan de Minister van OCW, maar aan de NVAO. Het panel van de NVAO toetst de motivering van de taalkeuze bij Standaard 2 in het Accreditatiekader.

Wat betreft de positie in het Croho: de CDHO kijkt of de voorgestelde indeling in het Croho passend is, gelet op de indeling van verwante opleidingen. Daarbij is het uitgangspunt dat sterk op elkaar lijkende opleidingen in hetzelfde Croho onderdeel worden geregistreerd, om de transparantie van het opleidingsaanbod voor studiekezers en werkgevers te borgen. Dit onderdeel van het CDHO advies is niet gericht aan de Minister van OCW, maar aan de NVAO. Het panel van de NVAO toetst of de voorgestelde indeling in het Croho aansluit bij de ordening van verwante opleidingen.