

BIOMEDISCHE TECHNOLOGIE

FACULTEIT BIOMEDISCHE TECHNOLOGIE

TECHNISCHE UNIVERSITEIT EINDHOVEN

QANU
Catharijnesingel 56
PO Box 8035
3503 RA Utrecht
The Netherlands

Telefoon: +31 (0) 30 230 3100
E-mail: support@qanu.nl
Internet: www.qanu.nl

Projectnummer: Q0712

© 2019 QANU

Tekst en cijfermateriaal uit deze uitgave mogen, na toestemming van QANU en voorzien van bronvermelding, door middel van druk, fotokopie, of op welke andere wijze dan ook, worden overgenomen.



INHOUDSOPGAVE

RAPPORT OVER DE BACHEROPLEIDING BIOMEDISCHE TECHNOLOGIE, DE MASTEROPLEIDING BIOMEDICAL ENGINEERING EN DE MASTEROPLEIDING MEDICAL ENGINEERING VAN DE TECHNISCHE UNIVERSITEIT EINDHOVEN.....	5
ADMINISTRATIEVE GEGEVENS VAN DE OPLEIDINGEN.....	5
ADMINISTRATIEVE GEGEVENS VAN DE INSTELLING	6
SAMENSTELLING VAN HET PANEL	6
WERKWIJZE VAN HET PANEL	6
SAMENVATTEND OORDEEL VAN HET PANEL	9
BEHANDELING VAN DE STANDAARDEN UIT HET BEOORDELINGSKADER VOOR DE BEPERKTE OPLEIDINGSBEOORDELING	12
BIJLAGEN	31
BIJLAGE 1: OVERZICHT VAN HET CURRICULUM	32
BIJLAGE 2: DOMEINSPECIFIEK REFERENTIEKADER	35
BIJLAGE 3: BEOOGDE EINDKWALIFICATIES	36
BIJLAGE 4: BEZOEKPROGRAMMA	39
BIJLAGE 5: BESTUDEERDE EINDWERKEN EN DOCUMENTEN.....	40

Dit rapport is vastgesteld op 14 maart 2019

RAPPORT OVER DE BACHEROPLEIDING BIOMEDISCHE TECHNOLOGIE, DE MASTEROPLEIDING BIOMEDICAL ENGINEERING EN DE MASTEROPLEIDING MEDICAL ENGINEERING VAN DE TECHNISCHE UNIVERSITEIT EINDHOVEN

Dit rapport volgt het Beoordelingskader voor de beperkte opleidingsbeoordeling van de NVAO (d.d. september 2016).

ADMINISTRATIEVE GEGEVENS VAN DE OPLEIDINGEN

Bacheloropleiding Biomedische Technologie

Naam van de opleiding:	Biomedische Technologie
CROHO-nummer:	56226
Niveau van de opleiding:	bachelor
Oriëntatie van de opleiding:	academisch
Aantal studiepunten:	180 EC
Afstudeerrichtingen:	Biomedische Technologie Medische Wetenschappen en Technologie
Locatie(s):	Eindhoven
Variant(en):	voltijd
Onderwijstaal:	Nederlands
Vervaldatum accreditatie:	31/12/2019

Masteropleiding Biomedical Engineering

Naam van de opleiding:	Biomedical Engineering
CROHO-nummer:	66226
Niveau van de opleiding:	master
Oriëntatie van de opleiding:	academisch
Aantal studiepunten:	120 EC
Afstudeerrichtingen:	Regenerative Engineering Biomechanics and Mechanobiology Biomedical Imaging and Modelling Chemical Biology, Materials and Nanomedicine Regenerative Medicine and Technology Medical Imaging
Locatie(s):	Eindhoven
Variant(en):	voltijd
Onderwijstaal:	Engels
Vervaldatum accreditatie:	31/12/2019

Masteropleiding Medical Engineering

Naam van de opleiding:	Medical Engineering
CROHO-nummer:	60344
Niveau van de opleiding:	master
Oriëntatie van de opleiding:	academisch
Aantal studiepunten:	120 EC
Afstudeerrichtingen:	Medical Imaging Medical Imaging and Modelling Biomechanics
Locatie(s):	Eindhoven
Variant(en):	voltijd

Onderwijstaal: Engels
Vervaldatum accreditatie: 31/12/2019

Het bezoek van het visitatiepanel Biomedische Technologie aan de Faculteit Biomedische Technologie van Technische Universiteit Eindhoven vond plaats op 19 en 20 november 2018.

ADMINISTRATIEVE GEGEVENS VAN DE INSTELLING

Naam van de instelling: Technische Universiteit Eindhoven
Status van de instelling: bekostigde instelling
Resultaat instellingstoets: positief

SAMENSTELLING VAN HET PANEL

De NVAO heeft op 27 augustus 2018 ingestemd met de samenstelling van het panel. Het panel dat de bacheloropleiding Biomedische Technologie, de masteropleiding Biomedical Engineering en de masteropleiding Medical Engineering beoordeelde bestond uit:

- Prof. dr. ir. J. (Jos) Vander Sloten, gewoon hoogleraar aan de Faculteit Ingenieurwetenschappen en vice-decaan Internationalisering aan de Faculteit Ingenieurwetenschappen aan de KU Leuven (voorzitter);
- Dr. I.E.T. (Inge) van den Berg, universitair hoofddocent en onderwijscoördinator van de divisie voor Laboratoria, Apotheek en Biomedische Genetica van het Universitair Medisch Centrum Utrecht;
- Dr. R.L. (Richard) Kamman, Chief Information Officer (CIO) bij het Prinses Máxima Centrum voor kinderoncologie in Utrecht;
- Prof. dr. R.J. (Roland) Pieters, hoogleraar aan het departement Chemical Biology & Drug Discovery van de Faculteit Farmaceutische Wetenschappen aan de Universiteit Utrecht.
- Sophie Hinterding, masterstudent Biomedical Engineering met als specialisatie Diagnostic Imaging and Instrumentation aan de Rijksuniversiteit Groningen (studentlid).

Het panel werd ondersteund door P. (Peter) Hildering, MSc., die optrad als secretaris.

WERKWIJZE VAN HET PANEL

Vorbereiding

De beoordeling van de bacheloropleiding Biomedische Technologie en de masteropleidingen Biomedical Engineering en Medical Engineering aan de Faculteit Biomedische Technologie van de Technische Universiteit Eindhoven was onderdeel van de visitatiegroep Biomedische Technologie. Van oktober tot en met december 2018 beoordeelde het panel in totaal 10 opleidingen aan 5 universiteiten. Het cluster bestond uit de volgende deelnemende instellingen: Vrije Universiteit, Technische Universiteit Delft, Rijksuniversiteit Groningen, Technische Universiteit Eindhoven, Universiteit Twente.

Het cluster Biomedische Technologie heeft de logistieke en praktische begeleiding van de visitatie en de rapportage uitbesteed aan evaluatiebureau QANU. Peter Hildering MSc begeleidde het cluster als coördinator van QANU. Peter Hildering MSc en drs. Renate Prenen traden op als secretaris in het cluster. Petra van den Hoorn MSc en dr. Marijn Hollestelle waren tweede secretaris tijdens een aantal bezoeken.

Het visitatiepanel

Bij de samenstelling van het visitatiepanel werd rekening gehouden met de expertise, beschikbaarheid en onafhankelijkheid van de panelleden. Het visitatiepanel bestond uit de volgende leden:

- Prof. dr. ir. J. (Jos) Vander Sloten (voorzitter)
- Dr. I.E.T. (Inge) van den Berg
- Dr. R.L. (Richard) Kamman
- Prof. dr. J.A.E. (Jan) Eggermont
- P. (Pieter) Wiskerke, MSc.
- Prof. dr. ir. S.C.G. (Sander) Leeuwenburgh
- Prof. dr. R.J. (Roland) Pieters
- Prof. dr. A.A. (Amir) Zadpoor
- Vera Koomen BSc (studentlid)
- Sophie Hinterding BSc (studentlid)

Bij elk locatiebezoek waren steeds de voorzitter, één van de studentleden en drie reguliere panelleden aanwezig.

Vorbereiding

Op 10 september 2018 vond de voorzitterstraining plaats. Daarbij informeerde QANU de panelvoorzitter over zijn rol tijdens de visitaties. Ook werd hij geïnformeerd over de van toepassing zijnde beoordelingskaders, de werkwijze en de planning van bezoeken en rapportage. Het panel kwam voor de eerste keer bijeen in een startvergadering op 3 oktober 2018, waarin de beoordelingskaders, het visitatieproces en de planning aan bod kwamen. Tevens werd een werkwijze voor de visitaties afgesproken.

De coördinator stelde een bezoekprogramma op in overleg met de contactpersonen van de faculteit. De faculteit selecteerde vervolgens voor elke gespreksronde representatieve gesprekspartners. Het bezoekprogramma is in dit rapport opgenomen als bijlage 4.

In de aanloop naar het visitatiebezoek aan de Technische Universiteit Eindhoven ontving QANU de zelfevaluatie rapporten van de opleidingen en stuurde deze door aan de panelleden. De coördinator en panelvoorzitter maakten een selectie van eindwerken van 15 studenten van elk van de te beoordelen opleidingen. Deze eindwerken werden geselecteerd uit een lijst van recente afgestudeerden. Daarbij hielden de coördinator en voorzitter rekening met variatie in onderwerpkeuze, afstudeervariant, begeleiding en beoordeling.

De panelleden bestudeerden de zelfevaluatie rapporten, de eindwerken en de bijbehorende beoordelingsformulieren en stuurden hun bevindingen op naar de secretaris. De secretaris verzamelde de vragen en opmerkingen van het panel in een document en verspreidde dit onder de panelleden.

Voorafgaand aan het bezoek hield het panel een vooroverleg waarin de voorlopige bevindingen naar aanleiding van de zelfevaluatie rapporten, de gelezen scripties en de taakverdeling ter sprake kwamen.

Bezoek

Het visitatiebezoek aan de Technische Universiteit Eindhoven vond plaats op 19 en 20 november 2018. Voorafgaand aan en tijdens het bezoek bestudeerde het panel diverse materialen. Een overzicht van dit materiaal is te vinden in bijlage 5. Het panel sprak met studenten en docenten, het management en verantwoordelijken, alumni en vertegenwoordigers van de examencommissie.

Het panel beëindigde het bezoek met een intern overleg om de voorlopige bevindingen te formuleren. Ter afsluiting van het bezoek gaf de voorzitter een publieke mondelinge toelichting, waarin hij de voorlopige indrukken en algemene observaties van het panel presenteerde.

Consistentie en ijking

De consistentie in de beoordeling werd op diverse manieren geborgd:

1. Het panel werd zodanig samengesteld dat de voorzitter en twee kernpanelleden bij ieder visitatiebezoek aanwezig was.
2. De coördinator was aanwezig bij de start van elk visitatiebezoek in het cluster en het opstellen van de voorlopige bevindingen aan het eind van elk bezoek;
3. Er vond een ijkingsoverleg plaats op 17 december 2018 waarin de drie kernpanelleden, waaronder de voorzitter, met de projectcoördinator de onderbouwing van gegeven oordelen bespraken.

Rapportage

De secretaris schreef een conceptrapport op basis van de bevindingen van het panel en legde dat vervolgens voor aan de coördinator of de tweede secretaris voor een collegiale toets. Daarna vroeg de secretaris de panelleden om het rapport te bekijken en van feedback te voorzien. Na verwerking van de feedback en na akkoord van het panel stuurde de coördinator het rapport naar de faculteit met het verzoek om feitelijke onjuistheden te melden. De feitelijke onjuistheden werden na overleg tussen de coördinator en de voorzitter door de secretaris gecorrigeerd. Vervolgens werd het rapport door het panel vastgesteld en toegestuurd aan de Faculteit en aan het College van Bestuur van de universiteit.

Definitie oordelen

In overeenstemming met het Beoordelingskader voor de beperkte opleidingsbeoordeling van de NVAO heeft het panel de volgende definities voor de beoordeling van de afzonderlijke standaarden en de opleiding als geheel gehanteerd:

Basiskwaliteit

De kwaliteit die in internationaal perspectief redelijkerwijs mag worden verwacht van een Associate Degree-programma, bachelor- of masteropleiding binnen het hoger onderwijs.

Onvoldoende

De opleiding voldoet niet aan de basiskwaliteit en vertoont tekortkomingen op meer aspecten.

Voldoende

De opleiding voldoet over de volle breedte van de standaard aan de basiskwaliteit.

Goed

De opleiding steekt systematisch uit boven de basiskwaliteit.

Excellent

De opleiding steekt systematisch ver uit boven de basiskwaliteit en geldt als een internationaal voorbeeld.

SAMENVATTEND OORDEEL VAN HET PANEL

Bacheloropleiding Biomedische Technologie

Het panel is positief over de profilering van de bacheloropleiding Biomedische Technologie. Het panel waardeert het doel van de opleiding om studenten in de bacheloropleiding een brede kennisbasis mee te geven waarmee ze zich in een masteropleiding verder kunnen specialiseren binnen de context van een onderzoeksgroep. De keuze tussen twee majors biedt de student de gelegenheid zelf te kiezen tussen een meer technische of een meer biomedische opleiding. De doelen van de opleiding zijn helder vertaald in beoogde leerresultaten. De beoogde leerresultaten zijn qua inhoud, oriëntatie en niveau passend bij de opleiding.

De bacheloropleiding Biomedische Technologie vormt samen met de twee aansluitende masteropleidingen een vijfjarig curriculum dat van een brede basisopleiding naar een researchspecialisatie gaat. Het panel is positief over de onderwijsleeromgeving van de opleiding. Het biedt studenten de kennis, vaardigheden en faciliteiten om de beoogde leerresultaten van de opleiding in de daarvoor gestelde tijd te behalen. De opleiding heeft een professioneel en toegewijd personeelsbestand, en maakt gebruik van feedback van studenten om het programma doorlopend te verbeteren. De opleiding hanteert een variëteit aan werkvormen, waarbij het panel met name enthousiast is over de onderwijsvorm Ontwerpgericht Onderwijs. Het OGO brengt studenten academische, professionele en vakspecifieke vaardigheden bij, en zorgt voor samenhang tussen vakken in het curriculum.

De opleiding hanteert een solide systeem om de kwaliteit van toetsing te waarborgen via een recent vastgesteld toetsbeleid. Het panel is met name positief over het vierogenprincipe bij de ontwikkeling en beoordeling van toetsen, al blijft aandacht nodig voor een uniforme uitrolling van dit nieuwe beleid. Het panel ondersteunt de aanpassingen die de opleiding maakt aan het universiteitsbrede beleid rondom tussentoetsen om de studeerbaarheid te vergroten. Wat betreft de beoordeling van de eindwerken adviseert het panel met nadruk om de beoordelaars onafhankelijk van elkaar tot een oordeel te laten komen voordat zij gezamenlijk het eindcijfer bepalen. Ook zouden zij uitgebreider schriftelijke feedback kunnen geven aan de student. Het panel adviseert daarnaast de opleiding om extra aandacht te besteden aan de onderwerpkeuze van de eindwerken, zodat de opleiding ervan verzekerd is dat iedere student afdoende getoetst wordt op voor de opleiding relevante ingenieursvaardigheden. De opleiding zou dit extra kunnen borgen door zich ervan te verzekeren dat iedere student individueel op ingenieursvaardigheden getoetst wordt. De examencommissie vervult haar functie naar behoren en neemt op proactieve wijze deel aan de kwaliteitsborging van de toetsing binnen de opleiding.

Het panel stelt vast dat de eindwerken van de bacheloropleiding Biomedische Technologie van voldoende niveau zijn, en laten zien dat studenten de beoogde leerresultaten van de opleiding realiseren. De alumni stromen in de meeste gevallen door naar de masteropleidingen Biomedical Engineering of Medical Engineering. De alumni die het panel sprak waren met name tevreden met de veelzijdigheid van de opleiding: gedurende de opleiding is het mogelijk je in verschillende gebieden te specialiseren. Het panel concludeert dat de opleiding de ambitie waarmaakt om studenten op te leiden die in een multidisciplinaire werkomgeving kunnen functioneren.

Masteropleiding Biomedical Engineering

Het panel is positief over de profilering van de masteropleiding Biomedical Engineering. Het panel waardeert het doel van de opleiding om studenten in de bacheloropleiding een brede kennisbasis mee te geven waarmee ze zich in een masteropleiding verder kunnen specialiseren binnen de context van een onderzoeksgroep. De doelen van zowel de opleiding zijn helder vertaald in beoogde leerresultaten. De beoogde leerresultaten zijn qua inhoud, oriëntatie en niveau passend bij de opleidingen. Het panel waardeert het profiel van de opleiding: het opleiden van studenten die een sleutelrol zullen vervullen op het snijvlak van techniek en de life sciences. De masteropleiding BME



is vooral technisch van aard, hier speelt ingenieursschap een grote rol. Bij de masteropleiding ME staat de klinische toepassing centraal. Hoewel dit onderscheid duidelijk is, kan dit voor de masteropleiding BME nog verder geëxpliciteerd in de beoogde leerresultaten.

De opleidingen Biomedische Technologie vormen gezamenlijk een vijfjarig curriculum dat van een brede basisopleiding naar een researchspecialisatie gaat, en waarin de masteropleiding naadloos aansluit op de bacheloropleiding. Het panel is positief over de onderwijsleeromgeving van de masteropleiding. Deze biedt de studenten de kennis, vaardigheden en faciliteiten om de beoogde leerresultaten van de opleiding in de daarvoor gestelde tijd te behalen. De opleiding heeft een professioneel en toegewijd personeelsbestand, en maakt gebruik van feedback van studenten om het programma doorlopend te verbeteren. De opleiding hanteert een meester-gezelrelatie tussen de graduation professor en de student. De studenten hebben veel keuzevrijheid, waarbij een zorgvuldige samenstelling van het curriculum met de graduation professor borgt dat iedere student alle beoogde leerresultaten behaalt. De externe stage vormt samen met het afstudeerproject volgens het panel een goede voorbereiding op een wetenschappelijke en/of klinische carrière.

De opleiding hanteert een solide systeem om de kwaliteit van toetsing te waarborgen via een recent vastgesteld toetsbeleid. Het panel is met name positief over het vierogenprincipe bij de ontwikkeling en beoordeling van toetsen, al blijft aandacht nodig voor een uniforme uitroting van dit nieuwe beleid. Wat betreft de beoordeling van de eindwerken adviseert het panel met nadruk om de beoordelaars onafhankelijk van elkaar tot een oordeel te laten komen voordat zij gezamenlijk het eindcijfer bepalen. Ook zouden zij uitgebreider schriftelijke feedback kunnen geven aan de student. De examencommissie vervult haar functie naar behoren en neemt op proactieve wijze deel aan de kwaliteitsborging van de toetsing binnen de opleiding.

Het panel stelt vast dat de eindwerken van de masteropleiding Biomedical Engineering van degelijk niveau zijn, en laten zien dat studenten de beoogde leerresultaten van de opleiding realiseren. De alumni van de opleiding komen terecht in zeer diverse functies in met name de gezondheidszorg en het bedrijfsleven. De alumni die het panel sprak waren allen tevreden met hun opleiding. Het panel concludeert dat de opleiding de ambitie waarmaakt om studenten op te leiden op het snijvlak van life sciences en engineering.

Masteropleiding Medical Engineering

Het panel is positief over de profilering masteropleiding Medical Engineering. Het panel waardeert het doel van de opleiding om studenten in de bacheloropleiding een brede kennisbasis mee te geven waarmee ze zich in een masteropleiding verder kunnen specialiseren binnen de context van een onderzoeksgroep. De doelen van de opleiding zijn helder vertaald in beoogde leerresultaten. De beoogde leerresultaten zijn qua inhoud, oriëntatie en niveau passend bij de opleiding. Het panel waardeert het profiel van de opleiding: het opleiden van studenten die een sleutelrol zullen vervullen op het snijvlak van techniek en de life sciences, waarin de klinische toepassing centraal staat.

De opleidingen Biomedische Technologie vormen gezamenlijk een vijfjarig curriculum dat van een brede basisopleiding naar een researchspecialisatie gaat, en waarin de masteropleiding naadloos aansluit op de bacheloropleiding. Het panel is positief over de onderwijsleeromgeving van de opleiding. Het biedt studenten de kennis, vaardigheden en faciliteiten om de beoogde leerresultaten van de specifieke opleiding in de daarvoor gestelde tijd te behalen. De opleiding heeft een professioneel en toegewijd personeelsbestand, en maakt gebruik van feedback van studenten om het programma doorlopend te verbeteren.

De opleiding hanteert een meester-gezelrelatie tussen de graduation professor en de student. De studenten hebben veel keuzevrijheid, waarbij een zorgvuldige samenstelling van het curriculum met de graduation professor borgt dat iedere student alle beoogde leerresultaten behaalt. De externe stage vormt samen met het afstudeerproject volgens het panel een goede voorbereiding op een wetenschappelijke en/of klinische carrière. Het panel is erg enthousiast over de inhoud en organisatie

van de klinische modules die in samenwerking met het UMC van Maastricht aangeboden wordt. Deze bieden een uitstekende gelegenheid om kennis te maken met het werk van een biomedisch ingenieur in een klinische setting.

De opleiding hanteert een solide systeem om de kwaliteit van toetsing te waarborgen via een recent vastgesteld toetsbeleid. Het panel is met name positief over het vierogenprincipe bij de ontwikkeling en beoordeling van toetsen, al blijft aandacht nodig voor een uniforme uitrolling van dit nieuwe beleid. Wat betreft de beoordeling van de eindwerken adviseert het panel met nadruk om de beoordelaars onafhankelijk van elkaar tot een oordeel te laten komen voordat zij gezamenlijk het eindcijfer bepalen. Ook zouden zij uitgebreider schriftelijke feedback kunnen geven aan de student. De examencommissie vervult haar functie naar behoren en neemt op proactieve wijze deel aan de kwaliteitsborging van de toetsing binnen de opleiding.

Het panel stelt vast dat de eindwerken van de masteropleiding Medical Engineering van goede wetenschappelijke kwaliteit zijn. De eindwerken laten zien dat studenten de beoogde leerresultaten van de opleiding realiseren. De alumni van de opleiding komen terecht in zeer diverse functies, met name in onderzoek en gezondheidszorg. Alle alumni die het panel sprak waren zeer te spreken over hun opleiding. Ze vonden dat deze hen goed voorbereidt op een wetenschappelijke carrière of een functie in de gezondheidszorg. Het panel concludeert dat de opleiding de ambitie waarmaakt om studenten op te leiden als technologische specialisten met een klinische focus.

Het panel beoordeelt de Standaarden uit het Beoordelingskader voor de beperkte opleidingsbeoordeling als volgt:

Bacheloropleiding Biomedische Technologie

Standaard 1: Beoogde leerresultaten	voldoende
Standaard 2: Onderwijsleeromgeving	goed
Standaard 3: Toetsing	voldoende
Standaard 4: Gerealiseerde leerresultaten	voldoende
Algemeen eindoordeel	voldoende

Masteropleiding Biomedical Engineering

Standaard 1: Beoogde leerresultaten	voldoende
Standaard 2: Onderwijsleeromgeving	goed
Standaard 3: Toetsing	voldoende
Standaard 4: Gerealiseerde leerresultaten	voldoende
Algemeen eindoordeel	voldoende

Masteropleiding Medical Engineering

Standaard 1: Beoogde leerresultaten	voldoende
Standaard 2: Onderwijsleeromgeving	goed
Standaard 3: Toetsing	voldoende
Standaard 4: Gerealiseerde leerresultaten	goed
Algemeen eindoordeel	goed

De voorzitter en de secretaris van het panel verklaren dat alle panelleden kennis hebben genomen van dit rapport en instemmen met de hierin vastgestelde oordelen. Zij verklaren ook dat de beoordeling in onafhankelijkheid heeft plaatsgevonden.



BEHANDELING VAN DE STANDAARDEN UIT HET BEOORDELINGSKADER VOOR DE BEPERKTE OPLEIDINGSBEOORDELING

Standaard 1: Beoogde leerresultaten

De beoogde leerresultaten passen bij het niveau en de oriëntatie van de opleiding en zijn afgestemd op de verwachtingen van het beroepenveld en het vakgebied en op internationale eisen.

Toelichting:

De beoogde leerresultaten beschrijven aantoonbaar het niveau (associate degree, bachelor of master) zoals gedefinieerd in het Nederlands kwalificatieraamwerk en de oriëntatie (hbo of wo) van de opleiding. Ze sluiten bovendien aan bij de actuele eisen die vanuit het regionale, het nationale en het internationale perspectief door het beroepenveld en het vakgebied worden gesteld aan de inhoud van de opleiding. Voor zover van toepassing zijn de beoogde leerresultaten tevens in overeenstemming met relevante wet- en regelgeving.

Bevindingen

Profilering

Biomedisch ingenieurs zijn, door de inhoud van hun werk, regelmatig werkzaam op het snijvlak van verschillende disciplines. Dit is terug te zien in het domeinspecifiek referentiekader (zie bijlage 2), dat de Nederlandse opleidingen biomedische technologie gezamenlijk hebben opgesteld. Het kader benadrukt dat multidisciplinaire kennis (wiskunde, natuurkunde, scheikunde, techniek) onmisbaar is voor een biomedisch ingenieur. De faculteit Biomedische Technologie van de Technische Universiteit Eindhoven heeft zich daarom tot doel gesteld studenten op te leiden tot T-vormige ingenieurs: biomedisch ingenieurs die beschikken over een breed palet van basiskennis en -vaardigheden, en in staat zijn zich daarbinnen diepgaand te specialiseren. Studenten die zijn afgestudeerd aan een opleiding binnen deze faculteit moeten in staat zijn wetenschappelijk onderzoek te doen binnen alle aspecten van biomedische technologie.

Naast multidisciplinariteit benadrukt het domeinspecifiek referentiekader ook de rol die de biomedisch ingenieur vervult als bruggenbouwer tussen de natuurwetenschappen en de medische wetenschappen. Om die rol te kunnen vervullen, besteedt de opleiding aandacht aan professionele vaardigheden die voor een bruggenbouwer onmisbaar zijn, zoals probleemoplossend vermogen, besluitvorming, communicatie en samenwerken. De didactisch aanpak van Ontwerpgestuurd Onderwijs (zie standaard 2) zorgt ervoor dat studenten deze vaardigheden oefenen. In USE-vakken (User, Society en Enterprise) leert de student de maatschappelijke context te zien bij de integratie van biomedische technologie met de klinische praktijk.

Het panel waardeert de aanpak van de opleiding om studenten multidisciplinair op te leiden, tot T-vormige ingenieurs. Daarmee beheersen studenten volgens het panel adequate vakkennis binnen alle disciplines die met biomedische technologie te maken hebben. Daarnaast is het panel positief over de USE-vakken, waarmee de opleiding laat zien dat het ook oog heeft voor de maatschappelijke context van het werk van biomedisch ingenieurs.

De bacheloropleiding Biomedische Technologie biedt de keuze uit twee majors: 'Biomedische Technologie' en 'Medische Wetenschappen en Technologie'. Studenten kiezen aan de start van de bacheloropleiding welke major ze willen volgen. De eerste major is de oorspronkelijke bacheloropleiding, in 2012 is de tweede major toegevoegd. Beide majors behandelen vakken op het gebied van fysica, ontwerp en biomedische technieken in een medische context, maar verschillen in nadruk: de major Biomedische Technologie is meer technologisch van aard, waar de major Medische Wetenschappen en Technologie meer nadruk legt op de medische context. Technische kennis heeft in deze tweede major vooral een ondersteunende functie. De faculteit hoopt met deze major onder

andere studenten te interesseren voor de opleiding die zich mogelijk (onterecht) laten afschrikken door een technische opleiding. Het panel is van mening dat het verschil tussen de beide majors voldoende helder is. Het panel waardeert het feit dat de opleiding door middel van de twee majors de studenten zelf laat bepalen welk zwaartepunt het in de opleiding verkiest: technisch versus biomedisch. Het panel vindt dit een goede manier om studenten aan te trekken die meer geïnteresseerd zijn in de medische context van de biomedische technologie.

Beoogde leerresultaten voor de bacheloropleiding

De beoogde leerresultaten (zie bijlage 3) beschrijven kennis en vaardigheden op bachelorniveau waarover afgestudeerden (ongeacht de gekozen major) dienen te beschikken. Deze sluiten aan op het domeinspecifiek referentiekader en zijn in opzet en formulering expliciet gekoppeld aan de Dublin Descriptoren van een academische bacheloropleiding. Daarmee is het niveau en de oriëntatie van de opleiding geborgd. Het panel heeft geconstateerd dat de basis van de beide majors dezelfde is en dat beide majors voldoende opleiden tot ingenieur op bachelorniveau.

De bacheloropleiding biedt een breed onderwijsprogramma aan waarin studenten leren om technologische methoden in te zetten om biomedische vraagstukken op te lossen. De opleiding kent een sterk multidisciplinair karakter waarin een stevige basis van technische vakken als wiskunde en natuurkunde gecombineerd wordt met kennis van biologische processen. De USE-vakken laten de student ten slotte kennismaken met de bredere maatschappelijke context van biomedische vraagstukken. Gaandeweg het programma van de bacheloropleiding wordt steeds meer aandacht besteed aan onderzoeksvaardigheden (bijvoorbeeld experimenteel- en analytisch werk in laboratoria) en het gebruik van technische apparatuur (bijvoorbeeld een PET-, of MRI-scan) om de student voor te bereiden op een masteropleiding en/of een wetenschappelijke carrière. De invulling van de opleiding is deels tot stand gekomen via intensief overleg met het veld van Biomedische Engineering in de Verenigde Staten

Beoogde leerresultaten voor de masteropleidingen

De masteropleidingen zijn erop gericht de kennis van studenten te verdiepen op één of meer gebieden van Biomedische Technologie. Beide masteropleidingen zijn technologisch en biomedisch van aard. Het verschil tussen beide opleidingen komt tot uiting in de nadruk die elke opleiding legt op één van deze vakgebieden. De masteropleiding Biomedical Engineering (BME) is sterk gericht op het technologische aspect van biomedische technologie. Het ontwikkelen van nieuwe oplossingen door middel van onderzoek staat hierbij centraal. De masteropleiding Medical Engineering (ME) houdt zich vooral bezig met de medische toepassing van techniek. In deze opleiding staan de klinische context en het oplossen van medische vraagstukken centraal.

In de masteropleidingen zijn onderwijs en onderzoek nauw verweven. Door regelmatige oefening in het opzetten, uitvoeren en analyseren van wetenschappelijk onderzoek, beoogt de masteropleiding BME studenten een wetenschappelijke houding bij te brengen. Studenten krijgen de kans tijdens hun opleiding onderdeel uit te maken van een onderzoeksgroep binnen de faculteit, en kunnen op die manier al in een vroeg stadium een academische bijdrage aan het vakgebied van biomedische technologie leveren. Omdat het oplossen van technische problemen in de medische context brede kennis op allerlei gebieden vereist, zijn afgestudeerden van de masteropleidingen Biomedical Engineering en Medical Engineering breed opgeleid in het functioneren van het menselijk lichaam, technologie, wiskunde, natuurkunde en informatica. Gedurende het onderwijsprogramma leren studenten met complexe vraagstukken om te gaan, nieuwe oplossingen te ontwerpen en bestaande oplossingen te verbeteren. De opleiding beoogt studenten op te leiden die een sleutelrol zullen vervullen op het snijvlak van techniek en de life sciences.

De beoogde leerresultaten (zie bijlage 3) van de beide masteropleidingen sluiten aan op het domeinspecifiek referentiekader en zijn in opzet en formulering expliciet gekoppeld aan de Dublin Descriptoren van een academische masteropleiding. Daarmee is het niveau en de oriëntatie van de opleiding geborgd.



Het panel heeft tijdens de gesprekken met het management, de docenten en de studenten een helder beeld gekregen van het onderscheid tussen de beide masteropleidingen. Wel vindt het panel dat de eigenheid van de masteropleiding BME verder versterkt kan worden. Beide masteropleidingen hebben een gemeenschappelijke basis van beoogde leerresultaten, maar alleen de opleiding ME heeft hier een opleidings specifieke aanvulling aan toegevoegd. Hoewel de doelen van de opleiding, zoals die in het zelfevaluatie rapport voor de masteropleiding BME zijn verwoord, duidelijk verschillen van de doelen van de masteropleiding ME, komt dit nog niet tot uiting in de beoogde leerresultaten van de masteropleiding BME. Het panel adviseert dit nader te expliciteren.

Overwegingen

Het panel is positief over de profilering van de bachelor- en masteropleidingen. Het panel waardeert het doel van de opleiding om studenten in de bacheloropleiding een brede kennisbasis mee te geven waarmee ze zich in een masteropleiding verder kunnen specialiseren binnen de context van een onderzoeksgroep. De keuze tussen twee majors biedt de student de gelegenheid zelf te kiezen tussen een meer technische of een meer biomedische opleiding. De doelen van zowel de bachelor- als de masteropleidingen zijn helder vertaald in beoogde leerresultaten. De beoogde leerresultaten zijn qua inhoud, oriëntatie en niveau passend bij de opleidingen.

Het panel waardeert het profiel van de beide masteropleidingen. De opleidingen beogen studenten op te leiden die een sleutelrol zullen vervullen op het snijvlak van techniek en de life sciences. De masteropleiding BME is vooral technisch van aard, hier speelt ingenieursschap een grote rol. Bij de masteropleiding ME staat de klinische toepassing centraal. Hoewel dit onderscheid duidelijk is, kan dit voor de masteropleiding BME nog verder geëxpliciteerd in de beoogde leerresultaten.

Conclusie

Bacheloropleiding Biomedische Technologie: het panel beoordeelt Standaard 1 als 'voldoende'.

Masteropleiding Biomedical Engineering: het panel beoordeelt Standaard 1 als 'voldoende'.

Masteropleiding Medical Engineering: het panel beoordeelt Standaard 1 als 'voldoende'.

Standaard 2: Onderwijsleeromgeving

Het programma, de onderwijsleeromgeving en de kwaliteit van het docententeam maken het voor de instromende studenten mogelijk de beoogde leerresultaten te realiseren.

Toelichting:

De beoogde leerresultaten zijn adequaat vertaald in leerdoelen van (onderdelen van) het programma. Hierbij wordt rekening gehouden met de diversiteit van de toegelaten studenten. De docenten zijn zowel inhoudelijk als didactisch voldoende deskundig om de opleiding te verzorgen en geven begeleiding. De onderwijsleeromgeving bevordert dat studenten op actieve wijze deelnemen aan de vormgeving van het eigen leerproces (student-centred).

Bevindingen

Curriculum bacheloropleiding Biomedische Technologie

Alle bacheloropleidingen bij de Technische Universiteit Eindhoven zijn sinds 2012 herontworpen, en kennen sindsdien een gezamenlijk algemeen programma dat de universiteit binnen het Bachelor College organiseert. In dit programma volgen studenten onder andere vakken op het gebied van engineering en academische vaardigheden. Bij elkaar vormen deze verplichte kernvakken 30 EC van de opleiding. Deze vakken vinden vooral plaats in het eerste jaar van de bacheloropleiding. Het panel is positief over het Bachelor College, aangezien hierdoor in voldoende mate gegarandeerd wordt dat alle studenten dezelfde basis bezitten op het gebied van vakkennis en academische vaardigheden.

De student kiest bij aanvang van de opleiding uit twee majors: Biomedische Technologie (BBT) en Medische Wetenschappen en Technologie (MWT) (zie ook standaard 1). De opleiding biedt studenten hiermee de keuze tussen een vooral technologische of meer medische bacheloropleiding. De student volgt 90 EC aan vakken die aansluiten bij de major die hij/ zij gekozen heeft. De opleiding heeft 45 EC aan vrije keuzeruimte, waarbij de student uit een door de opleiding aangereikte lijst van vakken kan kiezen. De opleiding wordt afgerond met een bacheloreindproject. Zie bijlage 1 voor een overzicht van het curriculum van de opleiding.

De Technische Universiteit Eindhoven wil dat elke student, ongeacht de studie die hij/ zij gekozen heeft, zich bewust is van de bredere context van technologie en de interactie van die technologie met de maatschappij. De student dient daarom tijdens de bacheloropleiding kennis te maken met maatschappelijke vraagstukken rondom het gebruik van technologie. Daarvoor volgt elke student vanaf het tweede studiejaar zogenoemde USE-vakken waarin het gebruik van technologie vanuit verschillende perspectieven (zoals de patiënt of de productontwikkelaar) aan bod komt. USE bestaat uit 2 vakken van elk EC in het tweede jaar, en een afsluitend project van 5 EC in het derde jaar. Het panel is positief over de toegevoegde waarde van de USE-vakken: hierdoor heeft het curriculum een sterke maatschappelijke component.

Gedurende de opleiding krijgen studenten studiemateriaal aangeboden afkomstig uit verschillende vakgebieden, waaronder wiskunde, natuurkunde, informatica, biologie en scheikunde. Kennis van deze disciplines zorgt ervoor dat studenten een brede theoretische basis hebben, volgens het panel passend bij een biomedisch ingenieur. Het panel heeft een overzicht gezien waaruit blijkt dat alle beoogde leerresultaten in het onderwijsprogramma van de bacheloropleiding aan bod komen.

Een veel gebruikte werkvorm binnen het onderwijsprogramma van de bacheloropleiding betreft de zogenaamde OGO-vakken (Ontwerpgericht Onderwijs). In een OGO-vak vormen studenten een projectgroep waarin ze aan een casus werken. De groep wordt begeleid door een tutor die de voortgang en de samenwerking van de groep begeleidt. Afhankelijk van het niveau van het vak is dit een bachelorstudent, masterstudent, of promovendus. Het panel is zeer enthousiast over OGO als werkvorm. Door middel van een casus wordt de lesstof namelijk direct gekoppeld aan de praktijk en ook professionele vaardigheden (zoals samenwerken en vergaderen) komen door het groepswerk ruim voldoende aan bod. Het panel ziet bovendien een logische opbouw in de OGO-vakken. Zo wordt in het eerste OGO-vak van het eerste jaar nog vooral geoefend met communicatievaardigheden en het groepsproces van de projectgroep, maar draaien de OGO-vakken daarna vooral om het integreren van vakkennis afkomstig uit meerdere disciplines. In de OGO-vakken komen bovendien veel generieke en academische vaardigheden (communiceren, discussiëren, wetenschappelijk rapporteren) aan bod. Het panel is van mening dat de OGO-vakken daarmee in belangrijke mate bijdragen aan de voorbereiding op een masteropleiding en een formatief karakter hebben. Het panel heeft in het gesprek met studenten daarnaast vernomen dat de begeleiding van de tutor tijdens een OGO-vak sterk wordt gewaardeerd: de tutor helpt wanneer de groep met hun casus lijkt vast te zitten, en bewaakt daarnaast het groepsproces en kan studenten aanspreken die minder inzet tonen dan de rest. De tutor geeft elke student een cijfer en elke student geeft zijn/ haar groepsleden een cijfer, wat bij elkaar resulteert in een individueel cijfer. Samen met een cijfer voor het groepsverslag vormt dit het eindcijfer. Zowel het groeps cijfer als het individuele cijfer moet minimaal een 6,0 zijn.

Het panel heeft naast zijn enthousiasme voor Ontwerpgericht Onderwijs nog wel een kanttekening. Omdat studenten de OGO-vakken erg waarderen, investeren zij veel studietijd in een OGO-vak. In sommige gevallen gaat dit ten koste van de collegevakken, wat het behalen van een positief bindend studieadvies (bsa) bemoeilijkt. Het panel geeft de opleiding mee om hier aandacht aan te (blijven) besteden. Zo zou de opleiding kunnen overwegen studenten te helpen met het inperken van de tijd die zij aan OGO-vakken besteden, bijvoorbeeld door de omvang van de opdrachten in te kaderen of door studenten te helpen met prioritering.



Het panel is niet alleen zeer positief over de inhoud en de vorm van de OGO-vakken, ook is het zeer te spreken over de samenhang die elk OGO-vak vertoont met parallel lopende vakken in het curriculum. Op die manier ervaren de studenten coherentie in het studieprogramma: de geleerde kennis vanuit het vak wordt in dezelfde periode toegepast in het OGO-vak.

Naast hoorcolleges en werkcolleges is er in de bacheloropleiding tijd ingeruimd voor begeleide zelfstudie. Hiermee tracht de opleiding het proces van kennisverwerving bij de studenten te begeleiden. Studenten kunnen na een hoorcollege terecht in een klaslokaal waarin professoren en student-assistenten aanwezig zijn die hen kunnen helpen bij de lesstof. Het panel is, net als de studenten, tevreden over deze werkvorm: het vormt een goede aanvulling op de hoorcolleges.

Door de hoge studentenaantallen loopt de bacheloropleiding soms tegen de grenzen van haar faciliteiten aan. Als de collegezalen of klaslokalen van met name de vakken behorend bij de major te vol worden, wijkt de opleiding uit naar een tweede collegezaal met een livestream. Ook in de planning van de begeleide zelfstudie merken studenten soms de effecten van de hoge studentenaantallen. Het lukt de opleiding niet altijd lukt om deze begeleide zelfstudies in te roosteren op een tijd en/of locatie dicht bij het hoorcollege. Het panel is verheugd te zien dat er op de universiteitscampus nieuwe gebouwen worden gebouwd en hoofdgebouw Atlas gerenoveerd wordt om extra faciliteiten te realiseren. Bovendien bereidt het opleidingsmanagement zich voor op meer studenten met personeelsuitbreiding en actieve werving voor afstudeerplaatsen. Het panel ondersteunt deze ontwikkelingen en adviseert de opleiding om zich te blijven inspannen om de effecten van de hoge studentenaantallen op de opleiding zo beperkt mogelijk te houden.

Studenten kunnen de bacheloropleiding naar eigen interesse aanvullen door middel van de vrije keuzeruimte. De opleiding biedt een keuze van verschillende biomedisch technologische vakken, maar de student is vrij om ook vakken buiten de faculteit te kiezen. De student legt de invulling van de keuzeruimte ter goedkeuring voor aan de examencommissie, die het voorstel van de student beoordeelt op samenhang en vakinhoud. Het panel constateert dat de vakken gelijkmatig over het 3-jarig studieprogramma zijn verdeeld en dat de student de mogelijkheid krijgt de opleiding naar eigen interesses in te richten. Hierbij plaatst het panel echter wel een kanttekening. Omdat slechts één van de twee majors direct toegang biedt tot de masteropleiding ME, maken studenten al vroeg een keuze voor een bepaalde richting. Niet elke student vindt dat even makkelijk, waardoor studenten aangeven dat een deel van de vrije keuzeruimte regelmatig gebruikt wordt om beide majors te dekken, zodat zij aan het eind van hun bacheloropleiding beide vervolgmasters nog tot de mogelijkheden behoren. Het panel adviseert de opleiding om nader te bekijken in hoeverre zij deze invulling van de keuzeruimte door studenten wenselijk acht, en zo nodig maatregelen te nemen om studenten te begeleiden in het maken van hun keuze.

Studenten ronden de opleiding af met een bacheloreindproject (BEP) van 10 EC. Dit project wordt zelfstandig uitgevoerd en bestaat uit een verslag en een presentatie. Elke student kiest bij aanvang van het BEP een onderzoeksgroep waarin hij/zij met een wetenschappelijk onderzoeksplan aansluiting zoekt bij lopend onderzoek. In het BEP kunnen studenten alle kennis en vaardigheden toepassen die ze in de voorgaande studie jaren vanuit de cursussen en OGO-vakken hebben opgedaan. Het panel vindt 10 EC voor een bachelorscriptie vrij weinig. Het heeft vastgesteld dat de opleiding het BEP meer als een 'tussenstation' ziet, ter voorbereiding op de masteropleiding. Het panel heeft daarnaast gezien dat de engineeringcomponent niet altijd even sterk in het BEP vertegenwoordigd lijkt (zie standaard 3). Niettemin dient een student met een afstudeerproject te laten zien dat hij/zij zelfstandig in staat is om onderzoek onder begeleiding op te zetten en uit te voeren, passend binnen een ingenieursopleiding. Het panel adviseert de opleiding dan ook het niveau en de onderwerpkeuze van het BEP beter te monitoren (zie voor concrete aanbevelingen standaard 3).

De bacheloropleiding is volgens studenten studeerbaar, maar wel pittig. Uit enquêtes is naar voren gekomen dat met name de BBT-major veel tijd van de studenten vraagt: gemiddeld besteedt een student ruim 40 uur per week aan de studie. Om studenten te helpen een positief bsa te behalen in

het eerste jaar (waarvoor 45 EC benodigd zijn), geeft de opleiding studenten halverwege het eerste jaar studieadvies aan iedere student gebaseerd op de tot dan toe behaalde studieresultaten. Wanneer studieresultaten beneden verwachting zijn, krijgt de student een adviesgesprek met de studieadviseur om te bespreken of de student de juiste studie heeft gekozen en hoe studievertraging verder kan worden voorkomen. Volgens studenten kunnen de OGO-vakken (zie hierboven, *Werkvormen*) en de tussentoetsen (zie standaard 3) veel tijd vergen. Het panel heeft tijdens gesprekken met studenten en docenten vastgesteld dat de opleiding zich hiervan bewust is en, met behulp van de begeleide zelfstudie de studenten zo veel mogelijk probeert te ondersteunen in het onderwijsprogramma. Ook hebben studenten vanaf het begin van de bacheloropleiding een mentor en een docentcoach. De mentor adviseert over algemene zaken, zoals studievaardigheden. De docentcoach helpt de student bij studiekeuzes en de invulling van de vrije keuzeruimte. In het tweede en derde jaar van de opleiding wordt de begeleiding vanuit de mentor en docentcoach minder intensief. Het panel constateert dat studenten de begeleiding zeer op prijs stellen en geeft de opleiding in overweging of zij deze begeleiding in het tweede en derde jaar actiever zou willen voortzetten om studenten verder te helpen hun opleiding studeerbaar te houden.

Curriculum masteropleiding BME

In het eerste jaar van de masteropleiding verdiepen studenten hun theoretische kennis die ze tijdens de bacheloropleiding hebben verworven met vakken (25 EC) in een door hen gekozen track. De studenten melden zich aan bij één van de onderzoeksgroepen binnen de drie clusters van de faculteit: Biomechanics & Tissue Engineering (BMTE); Biomedical Imaging & Modelling (BIM) en Chemical Biology (CB). De clusters bieden elk verschillende tracks aan. Binnen het BMTE-cluster kan gekozen worden voor *Regenerative Engineering of Biomechanics and Mechanobiology*; het Biomedical Imaging & Modelling-cluster biedt een gelijknamige track aan en het cluster van Chemical Biology verzorgt de track *Chemical Biology, Materials and Nanomedicine*. Naast deze vier reguliere tracks kan de student nog kiezen voor de track *Regenerative Medicine and Technology* (RMT) of de track *Medical Imaging* (MIx), die beide via een samenwerking met de Universiteit Utrecht en het UMC Utrecht worden aangeboden. Bij beide tracks wordt de klinische expertise vanuit het UMC Utrecht gecombineerd met de technologische expertise vanuit de Technische Universiteit Eindhoven.

Binnen de masteropleiding BME kunnen studenten kiezen voor een onderzoeksprofiel of een vrij profiel. In het onderzoeksprofiel hebben zij 15 EC aan vrije keuzeruimte in het eerste jaar, en een afstudeerproject van 60 EC in het tweede jaar. In het vrije profiel hebben studenten in beide jaren 15 EC aan keuzeruimte (dus in totaal 30 EC), en besteden zij 45 EC aan het afstudeerproject. De resterende 20 EC in het eerste jaar vullen studenten van beide profielen in met een externe stage. Tijdens deze stage leert de student de veelzijdigheid van het vak van biomedisch ingenieur kennen en bereidt hij/ zij zich voor op het afstudeerproject. Zie bijlage 1 voor een overzicht van het curriculum van de opleiding.

De masteropleiding regelt het instroomniveau van studenten via toelatingseisen. Studenten die de bacheloropleiding Biomedische Technologie van de Technische Universiteit Eindhoven of de Universiteit Twente hebben afgerond, worden direct toegelaten tot de masteropleiding. Studenten van andere opleidingen kunnen hun aanvraag laten toetsen door de facultaire toetsingscommissie. De vereiste theoretische kennis van de masteropleiding is daarmee grotendeels geborgd. Dat zorgt ervoor dat de student zowel de specialisatievakken als de vakken die de vrije keuzeruimte vullen, geheel naar eigen inzicht mag bepalen. De student kiest vakken die hem/ haar het meest interesseren en het beste passen bij de gewenste specialisatie. De student kan niet alleen kiezen uit vakken die binnen de eigen faculteit aangeboden worden, maar ook vakken selecteren bij een andere faculteit, zolang deze genoeg raakvlakken heeft met de track die de student heeft gekozen. Elk vak biedt de student verdiepende kennis binnen een bepaald vakgebied. De mentor van de student speelt hierbij een significante rol: hij/zij biedt begeleiding bij de samenstelling van het studieprogramma en geeft advies. Tegelijkertijd houdt de mentor de coherentie tussen de vakken in de gaten en bewaakt hij/ zij dat er niet te veel overlap tussen de vakken zit. Het studieprogramma wordt ter goedkeuring aan de mentor, de graduation professor en de examencommissie voorgelegd. Gedurende de opleiding kan de student de invulling van het studieprogramma nog wijzigen, elke



wijziging wordt ter goedkeuring aan de examencommissie voorgelegd. Het panel is erg te spreken over de keuzeruimte die de studenten in het masterprogramma krijgen. Studenten krijgen alle gelegenheid vakken te volgen die aansluiten op persoonlijke interesses en ambities. Daarmee heeft elke student een unieke masteropleiding afgerond waarmee hij/ zij uitstekend is voorgesorteerd op het gewenste beroep. Ook de controle op de samenhang in het gekozen studieprogramma, door meerdere partijen, wordt zeer door het panel gewaardeerd; hiermee wordt voorkomen dat studenten vakken volgen die minder passen bij wat de student uiteindelijk ambieert. Het panel heeft een overzicht gezien waaruit blijkt dat, ongeachte de individuele keuzes van de student, alle beoogde leerresultaten in het onderwijsprogramma aan bod komen.

Het tweede studiejaar beslaat het afstudeerproject waarin de student zijn/ haar academische kennis en vaardigheden aantoont binnen een onderzoeksgroep van de faculteit. De student voert hiervoor zelfstandig wetenschappelijk onderzoek uit. Een graduation professor is de supervisor van dit afstudeerproject en kent een eindcijfer toe in overleg met de afstudeercommissie; een PhD-student of postdoc (passend bij het vakgebied van het afstudeeronderwerp) is de dagelijks begeleider. Het panel ziet hier het meester-gezel principe in terug: studenten bevinden zich in het werkveld van onderzoekers en kijken vooral bij de graduation professor de kunst af. Met die kennis kunnen ze hun afstudeeronderzoek zelfstandig uitvoeren. Geholpen door de graduation professor, maar ook de dagelijks begeleider en andere onderzoekers van de onderzoeksgroep, groeit de wetenschappelijke houding van de student. Het panel waardeert het feit dat de studenten met hun afstudeerproject aan kunnen sluiten op lopend onderzoek en als onderzoeker getraind worden binnen een actieve onderzoeksomgeving. Bovendien maakt dit voor studenten een eventuele doorstroom naar een wetenschappelijke carrière eenvoudiger.

Het onderwijsprogramma is zo verdeeld dat studenten per kwartaal meestal 3 vakken volgen. In het laatste kwartaal van het eerste jaar voltooien de meeste studenten de externe stage. Om dat mogelijk te maken heeft de opleiding weinig vakken gepland in die periode. Studenten die ervoor kiezen de externe stage pas na hun afstudeerproject te doen, beginnen in dat laatste kwartaal al aan het afstudeerproject. Studenten kunnen hun externe stage uitbreiden met maximaal 10 EC vanuit de vrije keuzeruimte. Het panel heeft naar aanleiding van het gesprek met studenten vastgesteld dat studenten soms langer aan hun afstudeerproject of externe stage werken, om meer onderzoeksresultaten te behalen of omdat de stageplek goed bevalt. Daardoor loopt hun studie vertraging op. Hoewel het panel het enthousiasme van studenten op prijs stelt, acht het panel het een taak van de opleiding om studenten hierin te begeleiden. Het raadt de opleiding aan om hier aandacht aan te (blijven) besteden, bijvoorbeeld door planning en *time management* mee te nemen in de beoordelingen van afstudeer- en stageprojecten.

Curriculum masteropleiding Medical Engineering

De tweejarige masteropleiding bestaat uit 120 EC. Het eerste jaar bestaat uit twee klinische modules (15 EC) en vakken die dienen ter verdieping van de vakkennis op het gebied van medical engineering (25 EC). De rest van het eerste jaar, 20 EC, is een externe stage. Het tweede jaar bestaat uit een afstudeerproject (45 EC) en vrije keuzeruimte (15 EC). Zie bijlage 1 voor een overzicht van het curriculum van de opleiding. De student kan binnen deze masteropleiding, net als binnen de masteropleiding Biomedical Engineering, kiezen voor de Medical Imaging track (MIX), waarbij het studieprogramma wordt aangevuld met enkele verplichte vakken. De student kan de klinische modules kiezen uit een vooraf beschikbaar gestelde lijst. De vrije keuzeruimte (15 EC) in het tweede jaar kan de student gebruiken om het afstudeerproject te vergroten, om de externe stage te verlengen of om extra vakken te volgen. De student legt het door hem/haar gewenste onderwijsprogramma ter goedkeuring voor aan de mentor, de graduation professor (een docent van de opleiding bij wie de student wenst af te studeren) en de examencommissie om te garanderen dat er voldoende samenhang in het onderwijsprogramma zit. Het panel is erg te spreken over de keuzeruimte die de studenten in het masterprogramma krijgen. Studenten krijgen alle gelegenheid vakken te volgen die aansluiten op persoonlijke interesses en ambities. Daarmee heeft elke student een unieke masteropleiding afgerond waarmee hij/zij uitstekend is voorgesorteerd op het gewenste beroep. Ook de controle op de samenhang in het gekozen studieprogramma, door meerdere partijen,

wordt zeer door het panel gewaardeerd; hiermee wordt voorkomen dat studenten vakken volgen die minder passen bij wat de student uiteindelijk ambieert. Het panel heeft een overzicht gezien waaruit blijkt dat, ongeacht de individuele keuzes van de student, alle beoogde leerresultaten in het onderwijsprogramma aan bod komen. De eindtermen die specifiek voor deze masteropleiding zijn geformuleerd kan het panel bovendien goed terugvinden in de inhoud van het onderwijsprogramma.

Een belangrijk onderdeel binnen de masteropleiding vormen de twee klinische modules (7.5 EC per module). Beide modules belichten een ander aspect van het beroep van een klinisch ingenieur. De klinische module is opgezet als een casus (patiëntvraag), waarin de pre-diagnostische, diagnostische en behandelingsfase aan bod komt. De eerste klinische module behandelt een casus waarbij diagnose centraal staat, de tweede module behandelt een casus waarbij de behandeling centraal staat. De student kan voor beide modules kiezen uit een lijst van onderwerpen waarin een bepaald ziektebeeld of techniek centraal staat (bijvoorbeeld radiologie of neurologie). Alle klinische modules beginnen met colleges die de vereiste voorkennis behandelen. Vervolgens voeren studenten opdrachten uit om kennis te maken met verschillende diagnose- en interventietechnieken (bijvoorbeeld MRI). De module wordt afgesloten met een projectopdracht, waarbij de studenten in duo's schriftelijk en mondeling verslag doen van de prediagnose, de diagnose en de behandeling van de patiënt waarover de casus gaat. De studenten hebben in het gesprek met het panel aangegeven enthousiast te zijn over de gevarieerde wijze waarop kennis en vaardigheden worden getoetst in de klinische module. Ook de mogelijkheid om kennis te maken met het werkveld, door bijvoorbeeld aanwezig te mogen zijn bij een operatie of een patiëntenoverleg, wordt door de studenten zeer gewaardeerd. Het panel is, net als de studenten, zeer te spreken over de opzet en uitwerking van de klinische modules: deze dragen in belangrijke mate bij aan het behalen van een breed scala aan beoogde leerresultaten op het gebied van klinische vaardigheden. Het panel is van mening dat de professionele vaardigheden (communiceren, integer handelen, omgaan met patiënten) alleen in de praktijk geoefend kunnen worden en ziet daar in de klinische module een uitstekende uitwerking van. Bovendien is het panel positief over het uitgangspunt van elke klinische module. Voortborduren op fundamenteel onderzoek, waarbij de student aan de slag gaat met bestaande problematiek in de klinische setting, vergroot het zelfvertrouwen van de student en geeft hem/haar het gevoel een waardevolle bijdrage aan de kliniek te leveren. Het panel is tot slot erg tevreden over de handleiding die studenten voor de klinische module krijgen. Naast uitleg van de opdrachten geeft de handleiding ook informatie over algemene gedragsregels in een ziekenhuis en zaken als kleding in operatieruimtes. Het panel is van mening dat dit document een goede begeleiding biedt bij de eerste kennismaking met het klinische werkveld.

Het afstudeerproject waarmee de student de masteropleiding afrondt vindt plaats in een klinische setting, zoals een ziekenhuis of een bedrijf waarin klinische instrumenten of diagnostie technieken ontwikkeld worden. Het afstudeerproject betreft altijd een onderwerp wat binnen het werkgebied van een arts of een klinisch fysicus valt. De student wordt hierbij begeleid door een PhD-student, een docent vanuit de faculteit en iemand uit de klinische setting ter plaatse. Deze laatste twee personen vormen het graduation duo. In de praktijk vindt er eerst veel begeleiding op theoretisch vlak plaats vanuit de faculteit, gaandeweg krijgt de begeleider in de klinische setting een grotere rol. Het panel ziet hier het meester-gezel principe in terug: studenten bevinden zich in het werkveld, leren door de kunst af te kijken bij anderen en door veel zelf te doen. Tussentijds ontvangt de student feedback van het graduation duo over de voortgang en het proces. Het panel is positief over de goede samenwerking die de universiteit heeft met verschillende medische centra (UMC+, Kempenhaeghe, Catharina Ziekenhuis), waardoor studenten de mogelijkheid hebben om te kiezen tussen verschillende werkplekken. In gesprekken met docenten van de opleidingen heeft het panel vast kunnen stellen dat de universiteit goede connecties heeft opgebouwd met het UMC+ Maastricht. Dit ziekenhuis wordt niet enkel gezien als leverancier van stageplaatsen; er is intensief en positief contact tussen de docenten van de opleiding en de klinisch specialisten. Bovendien krijgen studenten die in Maastricht een stage hebben afgerond regelmatig een promotieplaats bij het medisch centrum aangeboden.



Enkel studenten die de bacheloropleiding Biomedische Technologie hebben afgerond en daarbij hebben gekozen voor de BBT-major, worden tot de masteropleiding toegelaten. Vanwege de klinische modules is het bovendien een vereiste dat de student zich goed verstaanbaar kan maken in de Nederlandse taal. Deze eisen zorgen ervoor dat de opleiding met een selecte groep studenten werkt die allen dezelfde voorkennis bezitten. Volgens het panel is dat een positieve zaak, aangezien hiermee de studeerbaarheid van de opleiding vergroot wordt. De klinische modules vinden allen plaats in Maastricht. Vanwege de reisafstand zorgt de opleiding ervoor dat wanneer andere studieactiviteiten op dezelfde dag gepland zijn, deze ook in Maastricht plaatsvinden. Het panel heeft over deze reisafstand gesproken met studenten en geconstateerd dat, hoewel het soms lange dagen zijn, de studenten het goed te doen vinden om heen en weer naar Maastricht te reizen: velen gebruiken de treintijd om groepswork af te stemmen. De opleiding heeft enkele maatregelen genomen om de studeerbaarheid te vergroten. Zo vindt er op dagen dat de klinische modules gepland staan geen onderwijs plaats in Eindhoven. Gezien het groeiende aantal studenten dat de bacheloropleiding Biomedische Technologie instroomt, raadt het panel de opleiding aan zich voor te bereiden op een grotere groep studenten die de klinische modules zullen volgen.

Externe stage in de masteropleidingen

De externe stage beslaat een derde van het eerste jaar van de masteropleidingen. Tijdens deze stage worden studenten voorbereid op het afstudeerproject en doen ze voor het eerst zelfstandig onderzoek. De opleiding stimuleert de student stage te lopen in het buitenland. Studenten van de masteropleiding BME voeren een wetenschappelijk onderzoek uit bij een organisatie die zich bezighoudt met biomedische technologie. Daarvoor heeft de opleiding samenwerkingen met enkele universiteiten in Europa. Studenten van de masteropleiding ME lopen stage in een klinische setting (doorgaans een ziekenhuis). Tijdens de stage hebben de student en de graduation professor regelmatig contact (Skype, telefonisch) om de voortgang te bewaken en praktische of wetenschappelijke vraagstukken op te lossen. Het panel acht de externe stage een uitstekende mogelijkheid om in aanraking te komen met het wetenschappelijke en/of klinische werkveld van een biomedisch ingenieur. Ook zorgt de stage ervoor dat de student verschillende competenties versterkt, zoals communiceren (in het Engels), initiatief nemen, samenwerken, met patiënten omgaan en zelfstandigheid. In principe vindt de stage plaats in het eerste jaar van de opleiding, maar een deel van de studenten kiest ervoor de stage na hun afstudeerproject te doen, in het tweede jaar van de opleiding. Deze studenten zijn van mening dat zij, omdat ze tijdens het afstudeerproject hebben geleerd hoe ze onderzoek moeten doen, beter voorbereid zijn op de stage en het potentieel van de stage beter kunnen benutten. Omdat de stage en het afstudeerproject elkaar aanvullen en beide alle beoogde leerresultaten toetsen, maakt de volgorde voor het studieprogramma geen verschil. Het panel ziet in beide volgordes positieve kanten en waardeert het feit dat de opleiding geen vaste volgorde voorschrijft.

Begeleiding in de masteropleidingen

Aan de start van de masteropleidingen kiest de student een mentor uit met expertise in het vakgebied waarin de student wenst af te studeren. Soms is de mentor dezelfde persoon als de graduation professor. De mentor helpt de student bij het maken van het masterprogramma: keuzevakken voor de specialisatieruimte, externe stage en afstudeeropdracht. De mentor geeft ook advies op het gebied van professionele competenties van de student, de skillstest. Dit is een test die vanuit de universiteit wordt aangeboden, en aan de start van de masteropleidingen bij studenten afgenomen om inzicht te bieden in diens sterke en zwakke punten. Het doel is om samen met de mentor een plan te maken hoe de student deze skills verder gaat ontwikkelen.

Hoewel het panel zich ervan bewust is dat deze skillstest geen opleidingsspecifiek middel is, zou het graag een aantal vrijblijvende overwegingen meegeven op basis van bevindingen uit de gesprekken hierover. Het panel heeft uit de gesprekken met de studenten en het docententeam opgemerkt dat deze skillstest geen voorgeschreven opvolging binnen de opleiding kent. Sommige studenten en mentoren gaan actief met de uitslag van de skillstest aan de slag, terwijl anderen de uitslag ter kennisgeving aannemen. Het panel denkt dat er veel meer toegevoegde waarde van de skillstest mogelijk is, en het heeft gezien dat de opleiding zich hiervan bewust is en reeds zoekt naar een

manier om de opvolging van de test te vergroten. Het panel geeft de opleiding in overweging om te onderzoeken of het mogelijk is om de test in de loop van de opleiding nogmaals af te nemen. De uitslag van de skillstest wordt daarmee een nulmeting en zou gebruikt kunnen worden om de verbetering van vaardigheden die de opleiding bij de student beoogt te ontwikkelen te monitoren. Ook zou het opleidingsmanagement kunnen onderzoeken, aangezien het grootste deel van de masterstudenten van de eigen bacheloropleiding afkomstig is, of de skillstest al in de loop van de bacheloropleiding afgenomen zou kunnen worden.

De graduation professor begeleidt de student tijdens het afstudeerproject. Hij/ zij borgt dat het onderwerp van het afstudeerproject past binnen de (onderzoeksgroep van de) masteropleiding en dat de scriptie van voldoende kwaliteit is. Ook monitor hij/ zij de dagelijkse begeleiding door de PhD-student. Soms is de graduation professor ook de mentor van de student. Naast de graduation professor heeft de student van de masteropleiding Medical Engineering ook een begeleider binnen de klinische setting waar het afstudeerproject uitgevoerd wordt. Samen met de graduation professor bepalen zij het eindcijfer van de student.

Voorzieningen

Studenten maken vanaf de bacheloropleiding kennis met labwerk en experimenteren. In laboratoria krijgen studenten de ruimte te werken met oefenmateriaal (bijvoorbeeld een varkenshart) en kunnen ze hulp krijgen van de aanwezige docenten. Het panel is zeer positief over de opzet van de laboratoriumruimtes, waarbij studenten samen in één ruimte zitten met ervaren onderzoekers die daar hun experimenten uitvoeren. De onderwijsruimte voor studenten is slechts afgeschermd van de onderzoekruimte door middel van een glazen wand, waardoor studenten een uitstekende mogelijkheid hebben te zien waar onderzoekers mee bezig zijn. Gezien het groeiend aantal studenten dat de bacheloropleiding Biomedische Technologie instroomt, raadt het panel de opleiding aan zich voor te bereiden op een grotere groep studenten die gebruik moet kunnen maken van dergelijke laboratoriumruimtes.

De universiteit heeft, door samenwerking met de Universiteit Utrecht, Universiteit van Maastricht, UMC+ Maastricht en het UMC Utrecht, een unieke mogelijkheid de studenten van beide masteropleidingen voldoende kennis te laten maken met praktische toepassingen van de theorie uit de opleiding. Het panel waardeert bovendien de eigen werkplek die de opleiding beschikbaar stelt aan masterstudenten, waar zij hun opdrachten kunnen uitvoeren op computers met alle benodigde software.

Het panel heeft naar aanleiding van de gesprekken met studenten en alumni van de opleidingen vastgesteld dat er voldoende aandacht is voor voorlichting over de inhoud van de studie, keuzemogelijkheden en loopbaanmogelijkheden na afronding van de studie. De studenten zijn goed op de hoogte van de verschillen tussen de beide majors in de bacheloropleiding en het onderscheid tussen de masteropleidingen. Daarnaast biedt de faculteit doorlopend lunchlezingen en zogenaamde *career expo's* (markt met potentiële werkgevers met wie studenten in gesprek kunnen) aan, waardoor studenten voldoende worden voorbereid en geïnformeerd over mogelijke vervolgopleidingen en de arbeidsmarkt.

Personeel

Het docententeam van de faculteit bestaat uit specialisten met verschillende achtergronden (biochemici, celbiologen, klinisch specialisten). Velen maken deel uit van internationaal samenwerkende onderzoeksgroepen. Zowel onderzoek als onderwijs heeft prioriteit binnen de faculteit. Het panel heeft een toegewijd en gemotiveerd docententeam gesproken, dat met passie voor het vak de wetenschappelijke ontwikkelingen binnen hun vakgebied in hun lessen integreren. Het panel is zeer positief over het feit dat de faculteit bij selectie- en promotieprocessen niet alleen kijkt naar wetenschappelijke bijdrage, maar ook naar onderwijsactiviteiten, en studentwaardering meenemen bij overwegingen tot promotie. Van alle stafleden wordt een BKO verwacht en voldoende vaardigheid met de Engelse taal (C1 niveau). Het panel stelde naar aanleiding van het gesprek met docenten vast dat het opleidingsmanagement daarin wel flexibel is: stafleden die reeds sinds lange



tijd onderwijs verzorgen, krijgen een verkorte en/of aangepaste BKO-training. Hoewel het percentage docenten dat een BKO bezit nu nog vrij laag is, heeft de opleiding het panel verzekerd dat dit door natuurlijk verloop gaat verbeteren.

Het docententeam van de bachelor- en masteropleidingen bestaat uit universitaire (hoofd)docenten en hoogleraren. Het panel heeft gezien dat de faculteit werkt aan uitbreiding van dit team om tegemoet te kunnen komen aan de groei van het studentenaantal, met name in de bacheloropleiding. De kernvakken en de vakken die tot de bachelormajor behoren worden bij voorkeur onderwezen door hoogleraren of universitair hoofddocenten, aansluitend op hun vakgebied. Docenten met weinig ervaring worden vaak als tweede docent ingezet, naast een ervaren docent.

De studenten hebben in gesprekken met het panel aangegeven tevreden te zijn over de benaderbaarheid van de docenten. Docenten zijn bereid extra uitleg over de leerstof te geven en laten de studenten hun kennis daarnaast ook regelmatig testen met behulp van zelfgemaakte quizen. Docenten zijn actief bezig met hun vakevaluaties en ze staan open voor verbeteringsuggesties. Het panel heeft daarnaast gezien dat docenten ook van elkaars onderwijs willen leren: ze bekijken elkaars vakevaluatie om te zien welke werkvorm de studenten het meeste aanspreekt.

Overwegingen

De opleidingen Biomedische Technologie vormen gezamenlijk een vijfjarig curriculum dat van een brede basisopleiding naar een researchspecialisatie gaat, en waarin de masteropleiding naadloos aansluit op de bacheloropleiding. Het panel is positief over de onderwijsleeromgeving van zowel de bachelor- als de masteropleidingen. Alle opleidingen bieden de studenten de kennis, vaardigheden en faciliteiten om de beoogde leerresultaten van de specifieke opleiding in de daarvoor gestelde tijd te behalen. De opleiding heeft een professioneel en toegewijd personeelsbestand, en maakt gebruik van feedback van studenten om het programma doorlopend te verbeteren.

De twee majors in de bacheloropleiding stellen studenten in staat te kiezen voor een meer technologische dan wel medische opleiding, en zich hiermee voor te bereiden op één van de twee masteropleidingen. De opleiding hanteert een variëteit aan werkvormen, waarbij het panel met name enthousiast is over de onderwijsvorm Ontwerpgericht Onderwijs. Het OGO brengt studenten academische, professionele en vakspecifieke vaardigheden bij, en zorgt voor samenhang tussen vakken in het curriculum.

Binnen de masteropleidingen hanteert de opleiding een meester-gezelrelatie tussen de graduation professor en de student. De studenten hebben veel keuzevrijheid in beide opleidingen, waarbij een zorgvuldige samenstelling van het curriculum met de graduation professor borgt dat iedere student alle beoogde leerresultaten behaalt. De externe stage vormt samen met het afstudeerproject volgens het panel een goede voorbereiding op een wetenschappelijke en/of klinische carrière. Binnen de masteropleiding Medical Engineering is het panel erg enthousiast over de inhoud en organisatie van de klinische modules die in samenwerking met het UMC van Maastricht aangeboden wordt. Deze bieden een uitstekende gelegenheid om kennis te maken met het werk van een biomedisch ingenieur in een klinische setting.

Conclusie

Bacheloropleiding Biomedische Technologie: het panel beoordeelt Standaard 2 als 'goed'.

Masteropleiding Biomedical Engineering: het panel beoordeelt Standaard 2 als 'goed'.

Masteropleiding Medical Engineering: het panel beoordeelt Standaard 2 als 'goed'.

Standaard 3: Toetsing

De opleiding beschikt over een adequaat systeem van toetsing.

Toelichting:

De beoordeling is valide, betrouwbaar en voldoende onafhankelijk. De eisen zijn helder voor de studenten. De kwaliteit van de tentaminering en examinering wordt voldoende gewaarborgd en voldoet aan de wettelijke deugdelijkheidsvereisten. De toetsen ondersteunen het eigen leerproces van de student.

Bevindingen*Toetsing*

De opleidingen hanteren een faculteitsbreed toetsbeleid dat aansluit op het universiteitsbrede toetskader dat de TU/e heeft opgesteld. Het panel heeft gezien dat sinds de vorige visitatie van 2012 een sterke verbetering is gemaakt in de kwaliteitsborging van de toetsen. Zo stelt de faculteit bij het ontwerp van een toets het gebruik van een toetsplan verplicht, waarin de leerdoelen en de wijze van toetsing van die leerdoelen, moeten zijn uitgewerkt. Om te helpen bij het opstellen van een dergelijk toetsplan heeft de faculteit recentelijk een toetsdeskundige aangesteld. Docenten maken (samen met de toetsdeskundige, of zelfstandig) toetsmatrijzen bij het ontwerp van de toets, leggen de toetsopgaven met de bijbehorende antwoordmodellen ter controle voor aan een collega, waarna zij samen de toetsanalyses uitvoeren na afname van de toets. Dit gebeurt meestal in zogenaamde docent-duo's, waarbij beide docenten nauw betrokken zijn bij het vak. Dit geldt voor alle vakken. Het panel vindt dit een goede zaak. Het panel constateert echter wel dat dit beleid zeer recent is ingevoerd en zich nog in de praktijk dient te bewijzen. Op dit moment zijn er nog verschillen tussen de docenten binnen de opleidingen. Hoewel binnen de opleiding bijvoorbeeld gebruik wordt gemaakt van rubrics (een matrix met criteria waaraan de student zou moeten voldoen), hanteert niet elke docent deze. Ook zijn de nieuwe docenten, doordat ze hun BKO-certificaat behaald hebben, beter op de hoogte van toetsing dan hun meer ervaren collega's die geen BKO-certificaat bezitten. Het panel adviseert de opleiding dan ook om aandacht te besteden aan een uniforme implementatie van het nieuwe toetsbeleid. Een eenduidige werkwijze is niet alleen bruikbaar voor docenten bij het maken van toetsen, ook voor studenten biedt het inzicht in wat er van hen wordt verwacht. Het panel verwacht dat de recent aangestelde toetsdeskundige en de te verwachten groei van het aantal docenten dat hun BKO-certificaat behaald heeft als vliegwiel kan fungeren voor het door de opleiding ingezette traject van kwaliteitsverbetering.

De externe stage in de masteropleidingen wordt afgerond met een presentatie op zowel de stageplaats als op de eigen faculteit. Zowel de begeleider vanuit de faculteit als de stagebegeleider ter plaatse beoordeelt de student met een cijfer waarmee het eindcijfer wordt bepaald. De masteropleidingen hebben geconstateerd dat er systematisch hoge eindcijfers werden uitgedeeld voor de buitenlandse stages. Daarop heeft het opleidingsmanagement besloten het eindcijfer dat de beoordelaar vanuit universiteit uitreikt, dubbel zo zwaar mee te wegen als het eindcijfer dat de stagebegeleider geeft. Het panel vindt dat het opleidingsmanagement hiermee een goed protocol heeft opgezet om een meer consistente becijfering te bewerkstelligen en cultuurbepaalde interpretatie van oordelen te voorkomen. Het panel is echter minder tevreden over de handreiking die de stagebegeleider van de opleidingen ontvangt, waarin de beoordelingscriteria (zoals zelfstandigheid, experimentele en praktische vaardigheden, de kwaliteit van het verslag) en het gewenste niveau van de student uiteen worden gezet. De handreiking is volgens het panel erg summier: de beoordelaar wordt gevraagd één cijfer te geven, waarbij toelichting op de criteria niet noodzakelijk is. Het panel adviseert om in het beoordelingsformulier een beoordeling van alle afzonderlijke criteria te vragen. Daarmee wordt de beoordeling en de totstandkoming van het eindcijfer inzichtelijker voor de student.

In de masteropleiding *Medical Engineering* zijn klinische modules een belangrijk onderdeel van het eerste jaar van de opleiding. Het panel waardeert de wijze waarop de klinische modules zijn opgezet. Kennis wordt getoetst door middel van meerkeuzetoetsen, praktische vaardigheden worden getoetst



met opdrachten, verslagen en presentaties. Studenten ontvangen een eindcijfer, dat bestaat uit een weging van het cijfer op de toets, tussentijdse opdrachten en het afsluitende project (waarbij het project het meest bepalend is voor het eindcijfer). Het panel is positief over de beoordeling van de klinische modules. De handleiding beschrijft elke opdracht die tijdens de klinische module aan bod komt, waarbij leerdoelen en toetsing helder worden uitgelegd. De handleiding vermeldt tevens de rubrics die de beoordelaar gebruikt bij de beoordeling van de presentaties, wat de inzichtelijkheid van de beoordeling voor de student vergroot.

Tussentoetsen

De tussentoetsen zijn onderdeel van instellingsbreed beleid waarin is bepaald dat in het eerste jaar van de bacheloropleiding alle vakken twee tussentoetsen afnemen die 20-60% meetellen in de bepaling van het eindcijfer van het vak. Deze tussentoetsen zijn vervolgens niet herkansbaar in hetzelfde academische jaar. Een tussentoets is vaak een opdracht (presentatie, essay, onderzoeksvoorstel, labexperiment) of een tentamen. Zoals gezegd is de inzet van tussentoetsen verplicht voor het eerste jaar van de bacheloropleiding, in het tweede en derde studiejaar worden tussentoetsen bij ongeveer de helft van de vakken ingezet (afhankelijk van het gekozen onderwijsprogramma). In de masteropleidingen maken de tussentoetsen deel uit van slechts twee vakken.

De opleidingen en de examencommissie worstelen met de universiteitbreed ingevoerde reglementen uit de OER rondom verplichte tussentoetsen die niet herkansbaar zijn. In enkele gevallen heeft de som van tussentoetsen een grote invloed op het eindcijfer, en is het eindcijfer daarmee nauwelijks herkansbaar. In incidentele gevallen (< 5%) kan dit zelfs leiden tot een lastig te herstellen onvoldoende die een negatief BSA tot gevolg heeft. Het panel is het met het management, de docenten en de studenten eens dat dit een onwenselijke situatie is. Bovendien sluit het huidige beleid rondom tussentoetsen volgens het panel niet aan op het gewenste formatieve karakter van de tussentoetsen, zoals dat door de opleiding geformuleerd is. De opleiding heeft al enkele wijzigingen in de opzet en procedure van de tussentoetsen aangebracht. Zo kunnen studenten die de BSA norm niet halen als gevolg van een niet-herkansbare onvoldoende binnen datzelfde studiejaar, een aangepaste norm krijgen vastgesteld. Ook kiest de opleiding soms voor het niet laten meetellen van een tussentoets bij een onvoldoende of het wege van een tussentoets op 0%. Dergelijke wijzigingsvoorstellen moeten echter wel toestemming verkrijgen van de opleidingsdirecteur. Het panel steunt de opleiding in deze reeds ingevoerde wijzigingen en de verdere intenties van de opleiding om de procedure van tussentijdse toetsen te veranderen, zodanig dat dit voor de studenten minder hindernissen en een lagere studielast oplevert.

Eindwerken

De eindwerken van de bachelor- en masteropleidingen bestaan uit twee delen: een verslag en een presentatie.

In de bacheloropleiding voert de student een bacheloreindproject uit, dat wordt beoordeeld door de supervisor (een professor van de opleiding) en een tweede beoordelaar (een stafid uit een andere onderzoeksgroep). Samen vullen zij het beoordelingsformulier in waarin het verslag en de presentatie volgens vaststaande criteria (zelfstandigheid, schriftelijke rapportage, presentatie) worden beoordeeld. Het panel heeft enkele eindprojecten van de bacheloropleiding ingezien (zie standaard 4) en constateert dat er een grote variatie aan onderwerpen is, waarbij de engineeringcomponent niet altijd even sterk vertegenwoordigd lijkt. De opleiding heeft in gesprekken met het panel aangegeven dat de engineeringcomponent door de beoordelaars wordt bewaakt. Het panel is het met de opleiding eens dat deze werkwijze een diversiteit in eindprojecten mogelijk maakt, wat de multidisciplinariteit van de opleiding reflecteert. Het panel is echter ook van mening dat dit resulteert in eindprojecten die in sommige gevallen niet optimaal passen bij de doelstelling van de opleiding (opleiden tot ingenieur). Het panel is van mening dat de opleiding hier meer de leiding in zou kunnen nemen. De opleiding kan bijvoorbeeld geschikte onderwerpen vaststellen waarmee elk eindproject een duidelijke engineering-signatuur garandeert. De opleiding kan daarnaast één of meerdere criteria aan het beoordelingsformulier toevoegen waarmee expliciet

beoordeeld wordt in hoeverre studenten engineering skills hebben getoond in hun eindproject. Tijdens de gesprekken met het management heeft het panel vastgesteld dat de tweede beoordelaar de taak heeft te controleren of het onderwerp van het eindproject past binnen de reikwijdte van de opleiding

De alumni gaven in het gesprek met het panel aan dat het in de masteropleiding Biomedical Engineering mogelijk is om 'engineering' te vermijden door specifieke vakken niet te kiezen en de taakverdeling in groepsopdrachten zo te organiseren dat een collega-student de engineeringwerkzaamheden (bijvoorbeeld programmeren of modelleren) uitvoert. Hoewel het panel de keuzemogelijkheden in de opleiding waardeert, vindt het panel het onwenselijk dat studenten enkele ingenieursvaardigheden mogelijk niet beheersen. Het adviseert de opleiding de engineering-component in de opleiding sterker te borgen. De opleiding zou bij bijvoorbeeld groepsopdrachten kunnen bewaken dat de engineeringwerkzaamheden meer tussen de studenten wordt gerouleerd, of in enkele gevallen via een individuele opdracht wordt getoetst.

In de masteropleidingen beoordeelt de graduation professor de masterscriptie op basis van eisen die hij/ zij vooraf heeft bepaald, zoals een rapportage in de vorm van een wetenschappelijk artikel. Experimentele en analytische vaardigheden, zelfstandigheid, initiatief en schriftelijke en mondelinge vaardigheden worden meegewogen in de beoordeling. Vervolgens stelt de graduation professor een thesecommissie samen, waarin de graduation professor nog twee extra beoordelaars aanwijst. In het geval van de MIX- en RMT-track van de masteropleiding Biomedical Engineering is één van deze twee beoordelaars iemand van de Universiteit Utrecht; in het geval van de masteropleiding Medical Engineering is één van de twee beoordelaars iemand met een klinische functie. De tweede beoordelaar is doorgaans een professor vanuit de faculteit. De dagelijkse begeleider (doorgaans een PhD-student) mag de thesecommissie van advies voorzien.

Het panel heeft tijdens het gesprek met docenten gesproken over de wijze van beoordeling van de eindwerken van zowel de bachelor- als de masteropleidingen. De betrokken beoordelaars komen door middel van een informeel overleg tot een eindcijfer. Het panel zou de wijze van beoordeling wat meer gestructureerd willen zien en adviseert de opleiding ervoor te zorgen dat de beoordelaars onafhankelijk van elkaar een eindcijfer formuleren en daarover in gesprek gaan. Tot slot wordt de ruimte voor narratieve feedback in het beoordelingsformulier beperkt gebruikt. Tijdens de gesprekken met de docenten heeft het panel geconstateerd dat de feedback die studenten mondeling op hun eindcijfer ontvangen na afloop van de eindpresentatie veel uitgebreider is dan de beknopte schriftelijke weergave op het beoordelingsformulier. Het panel acht dit een gemiste kans; studenten kunnen een schriftelijke terugkoppeling nog eens teruglezen en daarvan leren.

Examencommissie

De bachelor- en masteropleidingen vallen onder de verantwoordelijkheid van de examencommissie van de faculteit Biomedische Technologie. De commissie is verantwoordelijk voor de borging van de kwaliteit van examens en tentamens en de vaststelling van regels daaromtrent. Daarnaast behandelt zij verzoeken van studenten (vrijstelling, extra toetsmogelijkheid) en voert zij het bindend studieadvies uit. De commissie vergadert eens per maand, de voorzitters van alle examencommissie binnen de TU/e vergaderen 8-10 keer per jaar. Juridische zaken overlegt de commissie met de afdeling ESA (*Education and Student Affairs*). De commissie bestaat uit vijf leden: vier docenten die actief zijn bij zowel de bacheloropleiding als de masteropleidingen, en een extern lid. De commissie mandateert enkele van haar taken aan de secretaris. Dit betreffen uitsluitend verzoeken van de student waarin niet wordt afgeweken van de Onderwijs- en Examenregeling en waarbij de verantwoordelijke docent/ opleidingsdirecteur het verzoek reeds heeft goedgekeurd. De examencommissie wint structureel advies in bij de opleidingsdirecteur en de studieadviseur van de faculteit. Het panel heeft geconstateerd dat de examencommissie naar behoren functioneert. Zij informeert naar slagingspercentages van tentamens en gaat in gesprek met de docent wanneer dit percentage zeer hoog (>90%) dan wel zeer laag (<60%) ligt. In dat gesprek wordt de manier van lesgeven, de toetsvorm en ook de vereiste voorkennis besproken. Ook de studentenenquête die over de toetsing van het vak gaan koppelt de examencommissie terug aan de docent. Studenten



leggen het gewenste onderwijsprogramma en een voorstel voor hun afstudeerproject ter goedkeuring voor aan de examencommissie. Voor het onderwijsprogramma bestaan enkele kwaliteitseisen (verplichte vakken aanwezig en alle beoogde leerresultaten komen aan bod) waarop de examencommissie een controle uitvoert. Het panel heeft vastgesteld dat de examencommissie veel initiatieven neemt om kwaliteit in de opleiding te borgen. Zo nodigt ze steekproefsgewijs docenten uit om een toetsanalyse van één van hun vakken uit te werken en vraagt ze willekeurig enkele afstudeerprojecten op om de kwaliteit hiervan te controleren. Bij klachten van studenten pakt de examencommissie dit samen met de betreffende docent op, bijvoorbeeld door een bijstelling van de normering van een toets. Eens per jaar kijkt de examencommissie samen met de decaan of er specifiek hoge of lage cijfers binnen vakken of onderzoeksgroepen worden toegekend. De examencommissie heeft minder invloed op de kwaliteit van de toetsing wat betreft de vakken vanuit het Bachelor College. Deze zijn universiteitsbreed opgezet en kunnen niet op opleidingsniveau aangepast worden.

Overwegingen

De opleidingen hanteren een solide systeem om de kwaliteit van toetsing te waarborgen via een recent vastgesteld toetsbeleid. Het panel is met name positief over het vierogenprincipe bij de ontwikkeling en beoordeling van toetsen, al blijft aandacht nodig voor een uniforme uitroiling van dit nieuwe beleid. Het panel ondersteunt de aanpassingen die de opleiding maakt aan het universiteitsbrede beleid rondom tussentoetsen om de studeerbaarheid van met name de bacheloropleiding te vergroten. Wat betreft de beoordeling van de eindwerken adviseert het panel met nadruk om de beoordelaars onafhankelijk van elkaar tot een oordeel te laten komen voordat zij gezamenlijk het eindcijfer bepalen. Ook zouden zij uitgebreide schriftelijke feedback kunnen geven aan de student. Het panel adviseert daarnaast de bacheloropleiding om extra aandacht te besteden aan de onderwerpkeuze van de eindwerken, zodat de opleiding ervan verzekerd is dat iedere student afdoende getoetst wordt op voor de opleiding relevante ingenieursvaardigheden. De opleiding zou dit extra kunnen borgen door zich ervan te verzekeren dat iedere student individueel op ingenieursvaardigheden getoetst wordt. De examencommissie van de opleidingen vervult haar functie naar behoren en neemt op proactieve wijze deel aan de kwaliteitsborging van de toetsing binnen de drie opleidingen.

Conclusie

Bacheloropleiding Biomedische Technologie: het panel beoordeelt Standaard 3 als 'voldoende'.

Masteropleiding Biomedical Engineering: het panel beoordeelt Standaard 3 als 'voldoende'.

Masteropleiding Medical Engineering: het panel beoordeelt Standaard 3 als 'voldoende'.

Standaard 4: Gerealiseerde leerresultaten

De opleiding toont aan dat de beoogde leerresultaten zijn gerealiseerd.

Toelichting:

Het realiseren van de beoogde leerresultaten blijkt uit de uitkomsten van toetsen, de eindwerken en de wijze waarop afgestudeerden in de praktijk of in een vervolgopleiding functioneren.

Bevindingen

Bacheloropleiding Biomedische Technologie

De studenten van de bacheloropleiding Biomedische Technologie beginnen aan het einde van het derde studiejaar aan het bacheloreindproject (BEP) waarmee ze de bacheloropleiding afronden (zie standaard 2 en 3). Het panel heeft voorafgaand aan het bezoek 15 bachelorscripties van de opleiding bestudeerd. Het stelt daarbij vast dat de scripties in de regel van voldoende niveau zijn. Wel zag het

panel een grote variatie in de scripties qua lengte, vorm, opbouw en wetenschappelijke diepgang. Zo heeft het panel een scriptie gezien die een uitwerking van practica betrof, maar ook een zeer sterke scriptie die terecht een 10 ontving. De scripties waren over de breedte van voldoende niveau en in de meeste gevallen adequaat becijferd, al vond het panel in een tweetal gevallen een cijfer aan de hoge kant. Het panel concludeert dat de opleiding zijn gestelde doelen voor het opleiden van biomedische ingenieurs behaalt. Over de engineeringcomponent van de bacheloreindprojecten was het panel minder tevreden (zie standaard 3). Sommige eindwerken vond het panel minder passend voor een ingenieursopleiding. Het panel adviseert de opleiding nauwer te monitoren op afstudeeronderwerpen die beantwoorden aan het karakter van een ingenieursopleiding (zie voor aanvullende aanbevelingen standaard 3).

Volgens de opleiding worden alle beoogde leerresultaten getoetst middels het BEP. Het panel is van mening dat leerresultaat C (Apply knowledge and understanding of mathematics, sciences and engineering to model and solve simple biomedical problems) minder eenvoudig vast te stellen is in het eindproject. Omdat de onderwerpkeuze van het eindproject niet per definitie alle disciplines bevat die in dit leerdoel zijn opgenomen, kan het voorkomen dat dit leerdoel niet met het BEP getoetst wordt. Omdat dit leerresultaat in voldoende andere vakken binnen de opleiding aan de orde komt, heeft het panel desondanks vertrouwen dat studenten de beoogde leerresultaten bij het voltooien van de opleiding bereiken. Echter, vanwege de centrale rol van engineering binnen de opleiding, adviseert het panel om het leerresultaat rondom ingenieursvaardigheden voor alle studenten expliciet aan het eindproject te koppelen (zie standaard 3).

Omdat de bacheloropleiding de student laat kiezen tussen twee majors en daar bovenop in elk studiejaar keuzevakken aanbiedt die verschillende onderwerpen beslaan, is de invulling van de bacheloropleiding per student verschillend. De alumni hebben in het gesprek met het panel aangegeven dat deze veelzijdigheid de kracht is van de opleiding: de student kan zich al vroeg specialiseren in een voor hem/haar relevant onderwerp. De grote mate van keuzevrijheid is ook de reden geweest dat veel alumni juist voor deze studie bij deze universiteit hebben gekozen. Alumni van de bacheloropleiding stromen in de meeste gevallen door naar één van de beide masteropleidingen die in dit rapport worden besproken. Het panel heeft in het gesprek met alumni vernomen dat zij bij het uitoefenen van hun functie de ruime scholing die de bacheloropleiding biedt op het gebied van professionele vaardigheden goed kunnen merken. Zo noemen alumni dat zij de indruk hebben makkelijker te communiceren in een multidisciplinaire setting en een bredere kennisbasis te hebben dan alumni van vergelijkbare studies zoals natuurkunde, biomedische wetenschappen.

Masteropleiding Biomedical Engineering

De studenten van de masteropleiding Biomedical Engineering besteden het tweede studiejaar aan het afronden van hun opleiding door het schrijven van de masterscriptie (zie standaard 2 en 3). Volgens de opleiding worden alle beoogde leerresultaten in de masterscriptie getoetst.

Het panel heeft voorafgaand aan het bezoek 15 masterscripties van de opleiding bestudeerd. In de scripties kon het panel goed zien dat de opleiding studenten wenst op te leiden tot onderzoekers. Wel merkte het panel op dat er enige variatie in de scripties zit op het gebied van de weergave van de resultaten en het niveau van de analyses. Alle scripties waren goed verzorgd en van voldoende niveau. Het panel concludeert hieruit dat de opleiding haar gestelde doelen behaalt.

De opleiding houdt graag contact met haar alumni. Daarvoor maakt het gebruik van het alumninetwerk Willem Eindhoven. Alumni worden door de opleiding uitgenodigd voor een *exit talk*, waarin zij hun ervaringen met de opleiding kunnen delen. Gemiddeld vinden afgestudeerden 2,5 maand na hun opleiding een baan, waar ze terecht komen in een breed palet aan functies. De meesten vinden werk als onderzoeker (27%) of als manager (23%).

De alumni die het panel heeft ontmoet waren zeer positief over de brede kennis en vaardigheden die de opleiding biedt, waardoor zij terecht kunnen in allerlei functies. Omdat de opleiding zo breed is,



worden studenten op alle gebieden onderwezen. De keuzes van de student bepaalt het zwaartepunt van de opleiding. Daardoor zijn alumni van deze opleiding divers. Dat maakt het voor werkgevers wel lastig om te bepalen welke expertise iemand heeft, bijvoorbeeld op het gebied van onderzoek, engineering en laboratoriumwerk. De alumni hebben aangegeven dat zij van de opleiding graag wat meer voorlichting hadden willen hebben over de mogelijkheden in het toekomstige werkveld, dat lijkt nu nog erg gericht op alleen onderzoeksfuncties. Gezien het feit dat slechts een kwart van de alumni in een onderzoeksfunctie terechtkomt adviseert het panel de opleiding meer informatie aan de studenten te geven op het gebied van andere functiegebieden, met name het bedrijfsleven.

Masteropleiding Medical Engineering

De studenten van de masteropleiding Medical Engineering besteden het tweede studiejaar aan het afronden van hun opleiding door het schrijven van de masterscriptie (60 EC). Volgens de opleiding worden alle beoogde leerresultaten in de masterscriptie getoetst.

Het panel heeft voorafgaand aan het bezoek 15 masterscripties van de opleiding bestudeerd en vond het niveau van de scripties ruimschoots voldoende tot zeer goed. In de scripties kon het panel goed zien dat de opleiding studenten wenst op te leiden die thuis zijn in beide werelden en resultaten hieruit helder kunnen vertalen. De scripties waren goed verzorgd en over de breedte van hoog niveau. Het panel concludeert hieruit dat de opleiding haar gestelde doelen behaalt. Wel merkte het panel op dat de weergave van de resultaten en het niveau van de analyses per scriptie verschilt.

De opleiding houdt graag contact met haar alumni. Daarvoor maakt het gebruik van het alumninetwerk Willem Einthoven. Alumni worden door de opleiding uitgenodigd voor een *exit talk*, waarin zij hun ervaringen met de opleiding kunnen delen. Gemiddeld vinden afgestudeerden 2,5 maand na hun opleiding een baan, waar ze terechtkomen in een breed palet aan functies. De meesten vinden werk in de gezondheidszorg (64%). Een grote groep alumni (51%) gaat na het behalen van hun masterdiploma verder in het onderzoek, wat het niveau van de afgestudeerden verder onderstreept.

De alumni die het panel heeft ontmoet waren zeer te spreken over de brede kennis en vaardigheden die de opleiding biedt, waardoor zij terecht kunnen in allerlei functies. Omdat de opleiding zo breed is, worden studenten op alle gebieden onderwezen. De keuzes van de student bepaalt het zwaartepunt van de opleiding. Daardoor zijn alumni van deze opleiding divers. De meeste alumni vinden werk in het ziekenhuis waar ze ook hun masterscriptie hebben uitgevoerd. Met name de vaardigheid om zowel met medici als met natuurkundigen of scheikundigen te kunnen communiceren wordt als een toegevoegde waarde gezien door de alumni. Hiermee functioneert een medisch ingenieur als een bemiddelaar tussen technologische ontwikkelingen en de praktische toepassing ervan.

Overwegingen

Het panel stelt vast dat de eindwerken van de bacheloropleiding Biomedische Technologie van voldoende niveau zijn, en laten zien dat studenten de beoogde leerresultaten van de opleiding realiseren. De alumni van de opleiding stromen in de meeste gevallen door naar de masteropleidingen Biomedical Engineering of Medical Engineering. De alumni die het panel sprak waren met name tevreden met de veelzijdigheid van de opleiding: gedurende de opleiding is het mogelijk je in verschillende gebieden te specialiseren. Het panel concludeert dat de opleiding de ambitie waarmaakt om studenten op te leiden die in een multidisciplinaire werkomgeving kunnen functioneren.

Het panel stelt vast dat de eindwerken van de masteropleiding Biomedical Engineering van degelijk niveau zijn, en laten zien dat studenten de beoogde leerresultaten van de opleiding realiseren. De alumni van de opleiding komen terecht in zeer diverse functies in met name de gezondheidszorg en het bedrijfsleven. De alumni die het panel sprak waren allen tevreden met hun opleiding. Het panel

concludeert dat de opleiding de ambitie waarmaakt om studenten op te leiden op het snijvlak van life sciences en engineering.

Het panel stelt vast dat de eindwerken van de masteropleiding Medical Engineering van goede wetenschappelijke kwaliteit zijn. De eindwerken laten zien dat studenten de beoogde leerresultaten van de opleiding realiseren. De alumni van de opleiding komen terecht in zeer diverse functies, met name in onderzoek en gezondheidszorg. Alle alumni die het panel sprak waren zeer te spreken over hun opleiding. Ze vonden dat deze hen goed voorbereid op een wetenschappelijke carrière of een functie in de gezondheidszorg. Het panel concludeert dat de opleiding de ambitie waarmaakt om studenten op te leiden als technologische specialisten met een klinische focus.

Conclusie

Bacheloropleiding Biomedische Technologie: het panel beoordeelt Standaard 4 als 'voldoende'.

Masteropleiding Biomedical Engineering: het panel beoordeelt Standaard 4 als 'voldoende'.

Masteropleiding Medical Engineering: het panel beoordeelt Standaard 4 als 'goed'.

ALGEMEEN EINDOORDEEL

Het panel beoordeelt standaard 1, 3 en 4 van het NVAO Beoordelingskader 2016 voor de bacheloropleiding Biomedische Technologie aan de Technische Universiteit Eindhoven als 'voldoende'. Het panel beoordeelt standaard 2 van deze opleiding als 'goed'. Volgens de beslisregels behorend bij het beoordelingskader is het eindoordeel over de opleiding daarmee 'voldoende'.

Het panel beoordeelt standaard 1, 3 en 4 van het NVAO Beoordelingskader 2016 voor de masteropleiding Biomedical Engineering aan de Technische Universiteit Eindhoven als 'voldoende'. Het panel beoordeelt standaard 2 van deze opleiding als 'goed'. Volgens de beslisregels behorend bij het beoordelingskader is het eindoordeel over de opleiding daarmee 'voldoende'.

Het panel beoordeelt standaard 1 en 3 van het NVAO Beoordelingskader 2016 voor de masteropleiding Medical Engineering aan de Technische Universiteit Eindhoven als 'voldoende'. Het panel beoordeelt standaard 2 en 4 van deze opleiding als 'goed'. Volgens de beslisregels behorend bij het beoordelingskader is het eindoordeel over de opleiding daarmee 'goed'.

Conclusie

Het panel beoordeelt de *bacheloropleiding Biomedische Technologie* als 'voldoende'.

Het panel beoordeelt de *masteropleiding Biomedical Engineering* als 'voldoende'.

Het panel beoordeelt de *masteropleiding Medical Engineering* als 'goed'.

BIJLAGEN

BIJLAGE 1: OVERZICHT VAN HET CURRICULUM

Bacheloropleiding Biomedische Technologie

Distribution of credits over the educational components of the general bachelor BMT program

	Year 1 (EC)	Year 2 (EC)	Year 3 (EC)	Total (EC)
Courses (major + core + elective)	45	40	35	120
USE (course + project)		10	5	15
DBL	5 (major) + 10 (elective)	10	5	30
Projects			5 (elective)	5
Individual Final project			10	10
Total	60	60	60	180

Core courses 2017-2018

Course name	Code	Time	Credits
Calculus	2WBBo	Year 1 quarter 1	5 EC
Applied physical sciences	3NBBo	Year 1 quarter 2	5 EC
Data analytics for engineers	2IABo	Year 1 quarter 3	5 EC
USE basis: Ethics and history of technology	oSABo	Year 1 quarter 4	5 EC
Design	4WBBo	Year 2 quarter 1	5 EC

Masteropleiding Biomedical Engineering

BME regular tracks generation 2015 and up

Research profile

First year	EC
Specialization electives	25
External internship	20
Free electives	15
Total	60
Second year	EC
Graduation project	60
Total	60

Free profile

First year	EC
Specialization electives	25
External internship	20
Free electives	15
Total	60
Second year	EC
Graduation project	45
Free electives	15
Total	60

Special tracks generation 2017 and up

RMT track

First year	EC
Core: RMT intro	15
Specialization electives	10
External internship	20
Free electives	15
Total	60
Second year	EC
Graduation project	60
Total	60

Mlx track Free profile

First year	EC
Specialization electives	25
• Incl. Core course Team Challenge	(5)
External internship	20
Free electives	15
Total	60
Second year	EC
Graduation project	45
Free electives	15
Total	60

Mlx track Research profile

First year	EC
Specialization electives	25
• Incl. Core course Team Challenge	(5)
External internship	20
Free electives	15
Total	60
Second year	EC
Graduation project	60
Total	60

Masteropleiding Medical Engineering

Generation 2015 and up

First year	EC
Core: Clinical Modules	15
Specialization electives	25
External internship	20
Total	60
Second year	EC
Graduation project	45
Free electives	15
Total	60

Clinical modules

CM1: Diagnostics and Monitoring	CM2: Decision making and intervention
<ul style="list-style-type: none">• Radiology	<ul style="list-style-type: none">• Cardiovascular Diseases
<ul style="list-style-type: none">• Intensive care	<ul style="list-style-type: none">• Oncology
<ul style="list-style-type: none">• Neurology	<ul style="list-style-type: none">• Orthopaedics
	<ul style="list-style-type: none">• Clinical Chemistry

BIJLAGE 2: DOMEINSPECIFIEK REFERENTIEKADER

In 2005, the domain-specific requirements for Biomedical Engineering in the Netherlands, were developed by the Biomedical Engineering programmes of TU/e, University of Twente, and University of Groningen and proposed to QANU:

Biomedical Engineering is an engineering discipline focused at the interface of engineering and life sciences. Biomedical Engineering education should include basic general engineering requirements (as for example indicated by the Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)) and a thorough understanding of life sciences.

Recently, the three original partners and the Technical University Delft have confirmed the domain-specific requirements.

Biomedical Engineering programmes must demonstrate that their students attain, according to the shared Dublin descriptors:

Knowledge and understanding:

- a. Knowledge of the basic disciplines mathematics, sciences, and engineering (mechanical, electrical, and chemical engineering and applied physics) to be applied in the field of Bio medical Engineering in a broader sense; i.e. including directly adjacent fields.
- b. Knowledge and understanding of concepts of physiology, (cell-) biology, anatomy, biochemistry, pharmacology and pathology as applicable in the field of Biomedical Engineering.

Applying knowledge and understanding:

- c. The capability to apply and integrate advanced mathematics, sciences, and engineering to model and solve complex biomedical problems (see also d).

Making judgements:

- d. An ability to conduct scientific research in areas of biomedical engineering and technology that are relevant to the advancement of knowledge and insight into fundamental and applied aspects of health and disease.
 - An ability to make measurements on and interpret data from living systems, addressing problems associated with the interaction between living and non-living materials and systems.
 - An ability to translate a clinical or health-relevant problem or question into an experiment, system, component, or process (design) to meet desired needs and, governed by scientific research or modelling, to advise in issues like clinical research in biomedical engineering diagnosis and therapy.

Communication:

- e. A capability to bridge the gap between fundamental and applied research in biomedical engineering and medical (life) sciences by:
 - Demonstrating an ability to communicate effectively in written and verbal form.
 - Collaboration in a multidisciplinary setting, which may include clinicians, other healthcare workers and industry professionals alike.
- f. An awareness of potential societal and ethical implications of (scientific research in) Biomedical Engineering and, in this context, an ability to critically evaluate the effects of his/her work.

Learning skills:

- g. An ability to develop new concepts within the field of BME.
- h. An ability to comprehend international scientific research.
- i. Recognition of the need for, and an ability to engage in lifelong learning



BIJLAGE 3: BEOOGDE EINDKWALIFICATIES

BACHELOROPLEIDING BIOMEDISCHE TECHNOLOGIE

ILO for a bachelor BMT student are (adapted from DSFR):

B.Sc. BME students acquire

Knowledge and understanding in:

- A. Basic beta disciplines: mathematics, sciences, and engineering (mechanical, electrical, and chemical engineering and applied physics) to be applied in the field of Biomedical Engineering in a broader sense; i.e. including directly adjacent fields.
- B. Life sciences: physiology, (cell-) biology, anatomy, biochemistry, pharmacology and pathology as applicable in the field of Biomedical Engineering.

B.Sc. BME students learn to

Apply knowledge and understanding:

- C. Of mathematics, sciences and engineering to model and solve simple biomedical problems.

Make judgements:

- D. Involving the making of measurements on and the interpretation of simple data from living systems, addressing the problems associated with the interaction between living and nonliving materials and systems at a basic level.
- E. Involving the ability to translate simple clinical or health-relevant problems or questions into an experiment, system, component, or process to meet desired needs and, governed by scientific research or modelling, to advise in issues like clinical research in biomedical engineering, diagnosis and therapy.
- F. By demonstrating an awareness of potential societal and ethical implications of scientific research in Biomedical Engineering and, in this context, an ability to critically evaluate the effects of his/her research.

Communicate:

- G. By bridging the gap between fundamental and applied research in biomedical engineering and medical (life) sciences by:
 - Demonstrating an ability to communicate effectively in Dutch in written and verbal form, and
 - Collaboration in a multidisciplinary setting.

B.Sc. BME students acquire

Learning skills:

- H. As demonstrated in their recognition of the need for, and an ability to engage in lifelong learning at the BSc+ level with a high level of autonomy.

MASTERPLEIDING BIOMEDICAL ENGINEERING

ILO for a master BME student are (adapted from DSFR):

M.Sc. BME students acquire

Knowledge and understanding:

A. Of in depth biomedical engineering, in a coherent set of specialties, that builds on the basic knowledge acquired in the Bachelor's phase, and that provides a basis or opportunity for originality in developing or applying ideas in this specialization.

M.Sc. BME students learn to

Apply knowledge and understanding:

B. In order to apply and integrate advanced mathematics, sciences and engineering knowledge as well as specialized knowledge to model and solve complex biomedical problems in new and unfamiliar environments.

Making judgements:

C. In an ability to conduct scientific research in areas of biomedical engineering and technology that are relevant to the advancement of knowledge and insight into fundamental and applied aspects of health and disease.

- An ability to make measurements on and interpret complex data from living systems, addressing the complex problems associated with the interaction between living and non-living materials and systems, and the ability to successfully recognize and address new problems in this field.
- An ability to translate a complex, not well-defined, clinical or health-relevant problem or question into an experiment, system, component, or process to meet desired needs and, governed by scientific research or modelling, to advise in issues like clinical research in biomedical engineering, diagnosis and therapy.

Communicate:

D. With a capability to bridge the gap between complex fundamental and applied research in biomedical engineering and medical (life) sciences by

- Demonstrating the ability to communicate effectively in written and verbal form in Dutch and English, by underpinning knowledge and rationale (restricted scope) to specialist and non-specialist audiences alike, and
- Collaboration in a multidisciplinary setting, which may include clinicians, other healthcare workers and industrialists alike.

E. An awareness of potential societal and ethical implications of scientific research in Biomedical Engineering and, in this context, an ability to critically evaluate the effects of the research carried out under his/her responsibility.

Learning skills:

F. An ability to study international scientific research.

G. Recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning at MSc+ level in a manner that may be largely self-directed or autonomous.

MASTERPLEIDING MEDICAL ENGINEERING

ILO for a master ME student are (adapted from DSFR):

M.Sc. ME students acquire

Knowledge and understanding:

A. Of in depth biomedical engineering, in a coherent set of specialties, that builds on the basic knowledge acquired in the Bachelor's phase, and that provides a basis or opportunity for originality in developing or applying ideas in this specialization.

M.Sc. ME students learn to

Apply knowledge and understanding:

B. In order to apply and integrate advanced mathematics, sciences and engineering knowledge as well as specialized knowledge to model and solve complex biomedical problems in new and unfamiliar environments.

Making judgements:

C. In an ability to conduct scientific research in areas of biomedical engineering and technology that are relevant to the advancement of knowledge and insight into fundamental and applied aspects of health and disease.

- An ability to make measurements on and interpret and quantify complex data from living systems, addressing the complex problems associated with the interaction between living and non-living materials and systems, and the ability to successfully recognize and address new problems in this field.
- An ability to translate a complex, not well-defined, clinical or health-relevant problem or question into an experiment, system, component, or process to meet desired needs and, governed by scientific research or modelling, to advise in issues like clinical research in biomedical engineering, diagnosis and therapy.
 - Develop well defined, efficient, effective, and patient-friendly protocols for diagnosis, decision making, and treatment.
 - Know how to (statistically) deal with inter- and intra- patient and observer variability, measurement errors and inaccuracies, incompleteness or absence of data.
 - Bring solutions back to treatment of patients.

Communicate:

D. With a capability to bridge the gap between complex fundamental and applied research in biomedical engineering and medical (life) sciences by

- Demonstrating the ability to communicate effectively in written and verbal form in Dutch and English, by underpinning knowledge and rationale (restricted scope) to specialist and non-specialist audiences alike.
- Collaboration in a multidisciplinary setting, which may include clinicians, other healthcare workers and industrialists alike.
- Including diagnosis and treatment of individual patients.

E. An awareness of potential societal and ethical implications of scientific research in Biomedical Engineering and, in this context, an ability to critically evaluate the effects of the research carried out under his/her responsibility.

Learning skills:

F. An ability to study international scientific research.

G. Recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning at MSc+ level in a manner that may be largely self-directed or autonomous

BIJLAGE 4: BEZOEKPROGRAMMA

DAG 1 MAANDAG 19 NOVEMBER 2018

10.00 - 10.15 Ontvangst
10.15 - 11.45 Voorbereidend overleg panel
11.45 - 12.30 Interview opleidingsmanagement
12.30 - 13.15 Lunch
13.15 - 14:15 Rondleiding (+ films)
14.15 - 14.30 Uitloop/pauze
14.30 - 15.15 Interview studenten bachelor
15.15 - 16.00 Interview docenten bachelor
16.00 - 16.30 Uitloop/pauze
16.30 - 17.15 Interview examencommissie
17.15 - 18.00 Interview alumni/werkveld masteropleidingen

DAG 2 DINSDAG 20 NOVEMBER 2018

09.00 - 09.30 Aankomst, intern overleg panel
09.30 - 10:15 Interview studenten master BME
10:15 - 11:00 Interview studenten master ME
11.00 - 11.15 Uitloop/pauze
11.15 - 12.15 Interview docenten master ME/BME
12.15 - 13.15 Intern overleg (incl. lunch)
13.15 - 14.00 Eindgesprek met formeel verantwoordelijken
14.00 - 16.00 Opstellen oordelen
16.00 - 16.15 Mondelinge rapportage voorlopig oordeel
16.15 - 16.30 Afronding
17.00 - 20.00 Ontwikkelgesprek (tijdens diner)

BIJLAGE 5: BESTUDEERDE EINDWERKEN EN DOCUMENTEN

Het panel heeft voorafgaand aan het bezoek 15 eindwerken bestudeerd van de bacheloropleiding Biomedische Technologie, 10 eindwerken van de masteropleiding Biomedical Engineering en 10 eindwerken van de masteropleiding Medical Engineering. De gegevens van de eindwerken zijn bekend bij QANU en zijn op aanvraag beschikbaar.

Het panel heeft tijdens het bezoek onder meer de volgende documenten bestudeerd (deels in *hard copy* en deels via de elektronische leeromgeving):

- Beoogde leerresultaten
- Curriculumoverzicht
- Beschrijving van de T-vormige ingenieur
- Beschrijving opleidingsinhoud (een selectie studiematerialen en de elektronische leeromgeving)
- Keuzevakkenlijst masteropleidingen 2011-2018
- Onderwijs- en Examenreglement
- Lijst met afstudeerwerken
- Facultair toetsbeleid 2017
- Jaarverslagen examencommissie 2011-2017
- Beoordelingsformulier externe stage masteropleidingen
- Verslag exitgesprekken alumni masteropleidingen
- Handleidingen klinische Modules *Diagnostiek en Monitoring* en *Besluitvorming en Interventie*