



BEOORDELINGSRAPPORT

Beperkte opleidingsbeoordeling

hbo-bacheloropleiding
Technische Natuurkunde
voltijd

Fontys Hogescholen

De kracht van
kennis.

BEOORDELINGSRAPPORT

Beperkte opleidingsbeoordeling

hbo-bacheloropleiding
Technische Natuurkunde
voltijd

Fontys Hogescholen
Fontys Hogeschool Toegepaste
Natuurwetenschappen

CROHO nr. 34268

Hobéon Certificering

Datum

28 januari 2021

Auditpanel

De heer ir. I.F. van der Meer (vz)

De heer S.J. Dijkstra MSc

De heer dr. ir. A. Andreski

Mevrouw L. Visscher

Secretaris

De heer drs. B. Verstegen

INHOUDSOPGAVE

1.	BASISGEGEVENS	1
2.	SAMENVATTING	3
3.	INLEIDING	5
4.	OORDELEN OP HET NIVEAU VAN DE STANDAARDEN	9
5.	ALGEMEEN EINDOORDEEL	21
6.	AANBEVELINGEN	23
BIJLAGE I	Scoretabel	25
BIJLAGE II	Programma, werkwijze en beslisregels	27
BIJLAGE III	Lijst geraadpleegde documenten	31
BIJLAGE IV	Panelsamenstelling	33

1. BASISGEGEVENS

NAAM INSTELLING	Fontys Hogescholen
status instelling	Bekostigd
resultaat instellingstoets kwaliteitszorg	Positief besluit van 30-8-2019
NAAM OPLEIDING (zoals in croho)	B Technische Natuurkunde
registratienummer croho	34268
domein/sector croho	Techniek
oriëntatie opleiding	Hbo
niveau opleiding	Bachelor
graad en titel	Bachelor of Science
aantal studiepunten	240 EC
afstudeerrichtingen	n.v.t.
locatie	Eindhoven
variant	Voltijd
onderwijstaal	Nederlands
datum audit / opleidingsbeoordeling	17 november 2020

2. SAMENVATTING

Inleiding

Het doel van de opleiding is studenten op te leiden tot bachelor-ingenieurs, die de toekomstige technologische uitdagingen in industrie en samenleving aan kunnen. De opleiding TN legt hierbij het accent op het beroepsdomein R&D omdat de opleiding sterke banden met bedrijven heeft in de hightech regio Zuid Oost Brabant. Technisch natuurkundigen zijn werkzaam in een research-omgeving als TNO of werken aan verbeteringen en vernieuwing van (industriële) productieprocessen of innovaties in de zorg.

Standaard 1. Beoogde leerresultaten

Het panel is van oordeel dat de opleiding het Landelijk Opleidingsprofiel, met daarin de negen competenties, grondig heeft uitgewerkt. De relatie met de Dublin-descriptoren toont aan dat de competenties voldoen aan het (inter)nationale hbo-bachelorniveau. Via de Body of Knowledge and Skills (BoKS) is de relatie met de (inter)nationale eisen op heldere wijze vormgegeven.

Het beroepenveld is op twee manieren bij de opleiding betrokken: enerzijds op strategisch niveau via de Raad van Advies en anderzijds op programma niveau via de beroepenveldcommissie. Beide gremia concluderen dat de TN-competenties overeenkomen met de op Europees niveau vastgelegde competenties, het Nederlandse kwalificatieraamwerk en de vereiste kennis. Het panel is van oordeel dat de opleiding de relatie met het beroepenveld op een gedegen manier vorm heeft gegeven en via de intensieve contacten borgt dat aan de vereisten van deze standaard (Europees niveau, Nederlands kwalificatieraamwerk en inhoud van de opleiding) voldaan is. Door het accent op het beroepsdomein R&D van hightech bedrijven in de regio Zuid Oost Brabant sluit de opleiding aan bij de actuele eisen die vanuit het regionale, het nationale en het internationale perspectief door het beroepenveld worden gesteld.

Onderzoek heeft een passende plaats binnen de beoogde leerresultaten concludeert het panel. Het heeft een centrale plaats in het beroepsprofiel en komt in meerdere competenties voor. Internationalisering is via de context van competenties geadresseerd wat aansluit bij de internationale oriëntatie van de Technisch Natuurkundige.

Het panel stelt vast dat de opleiding aan alle eisen van standaard 1 voldoet en komt daarmee tot het oordeel 'voldoet'.

Standaard 2. Onderwijsleeromgeving

De beoogde leerresultaten in competentievorm en de onderliggende handelingsindicatoren zijn via de leerlijnen adequaat naar leerdoelen vertaald. Het panel heeft geconstateerd dat alle leerdoelen de competenties afdekken en dat de competenties meerdere keren aan bod komen in het programma. Doordat de competenties in verschillende onderwijsactiviteiten aan bod komen houdt de opleiding rekening met de diversiteit van de toegelaten studenten.

De onderwijsleeromgeving is thematisch ingericht met een centrale plaats voor projecten en practica. Het programma is doordacht ontworpen en het panel waardeert de keuzes die de opleiding hierbij gemaakt heeft. Door het centraal stellen van de beroepspraktijk en de substantiële rol van projecten en practica is sprake van een activerend en inspirerend onderwijsaanbod, waarin studenten op actieve wijze deelnemen. In de tweede helft van de studie hebben studenten ruimschoots de mogelijkheid om vorm te geven aan het eigen leerproces, zo constateert het panel.

Docenten hebben minimaal masterniveau en hebben allen hun didactische bekwaamheid aantoonbaar gehaald. Zowel vakinhoudelijk als didactisch beschikt het docententeam over een uitgebreid netwerk om up-to-date te blijven. Het panel concludeert dat docenten zowel inhoudelijk als didactisch voldoende deskundig zijn om de opleiding te verzorgen. De

studenttevredenheid die zowel uit enquêtes als uit gesprekken tijdens de audit naar voren kwam onderschrijft deze conclusie.

De studieloopbaanbegeleiding én de begeleiding van andere leeractiviteiten is door de opleiding goed geregeld.

Alle oordelen afwegend komt het panel tot het eindoordeel "voldoet" voor standaard 2.

Standaard 3. Toetsing

Het toetsprogramma is gevarieerd en levert valide en betrouwbare toetsen, zo stelt het panel vast. De verschillende toetsvormen en de toetsmatrijzen zorgen voor validiteit en betrouwbaarheid.

De formatieve toetsing, die integraal deel uitmaakt van het programma, ondersteunt het eigen leerproces van de student. Doordat de opleiding tegemoet komt aan specifieke wensen (zoals dyslexie) die een deel van de studenten heeft, is de toetsing toegankelijk.

Het vermelden van leerdoelen en toetsmatrijzen in de studiewijzer zorgen ervoor dat de eisen helder zijn voor de studenten.

De door het panel bestudeerde toetsen zijn passend bij het hbo-bachelorniveau en navolgbaar beoordeeld.

Het afstuderen is op een gedegen manier vorm gegeven volgens het panel.

De afstudeerbeoordelingen die het panel beoordeeld heeft waren navolgbaar. Ook hier komt het panel tot de conclusie dat toetsing van het afstuderen valide, betrouwbaar en voldoende onafhankelijk is.

De examencommissie vervult haar taken nauwgezet en gedegen, zo stelt het panel vast.

De examencommissie is actief en 'in control'. Het panel waardeert de voorgenomen acties en prioriteiten voor het volgend jaar. De toetscommissie bewaakt het niveau van de toetsen en informeert de stakeholders over haar bevindingen.

Alle oordelen afwegend komt het panel tot het oordeel 'voldoet' voor standaard 3.

Standaard 4. Gerealiseerde leerresultaten

Zowel uit de uitkomsten van toetsen als uit de eindwerken blijkt dat studenten van de opleiding de beoogde leerresultaten realiseren. Deze conclusie wordt verder gefundeerd door de tevredenheid van het werkveld (werkgevers en alumni) over het functioneren van de afgestudeerden. Alumni die doorstuderen zijn van mening dat er een goede aansluiting is tussen de hbo-bacheloropleiding en hun vervolgstudie.

Het panel stelt vast dat de opleiding aan alle eisen voldoet van deze standaard en beoordeelt standaard 4 met 'voldoet'.

Algemene conclusie:

De hbo-bachelor opleiding Technische Natuurkunde heeft de ambitie om studenten af te leveren die op een hoog niveau opereren op het grensvlak van theorie, modelberekening en experiment. Het panel is van oordeel dat de opleiding hierin slaagt.

Na instemming van de panelleden is dit rapport vastgesteld door de voorzitter te Den Haag op 28 januari 2021.

3. INLEIDING

Algemeen

De technisch natuurkundige opereert op het grensvlak van theorie, modelberekening en experiment en legt daarbij de koppeling tussen de resultaten van deze drie aspecten. Bovendien verifieert de technisch natuurkundige theorieën door middel van experimenten. Onderzoek en modelleren nemen een belangrijke plaats in.

In Nederland zijn er drie opleidingen Technische Natuurkunde (TN) voor het hoger beroepsonderwijs (hbo): (i) TN Saxion, locatie Enschede, (ii) TN Fontys, locatie Eindhoven en (iii) TN Haagse Hogeschool, locatie Delft. De opleiding TN van Fontys wil studenten opleiden tot bachelor-ingenieurs, die toekomstige technologische uitdagingen in industrie en samenleving aan kunnen. Deze studenten hebben naast verdiepte kennis van natuurkunde goede communicatieve vaardigheden en zijn zowel internationaal als interdisciplinair geïntereerd. De keuze van de opleiding TN om het accent te leggen op het beroepsdomein R&D is ingegeven door het werkveld vooral in de hightech regio Zuid Oost Brabant, waarmee de opleiding sterke banden heeft.

De drie opleidingen werken al jaren aan een gezamenlijke visie op hbo technische natuurkunde. Deze samenwerking is vastgelegd in een gemeenschappelijk Landelijk Opleidingsprofiel Technische Natuurkunde (LOTN) 2002. In 2014 besloten de TN- opleidingen van Saxion en Haagse Hogeschool om in navolging van TN Fontys aan te sluiten bij het Domein Applied Science (DAS). In 2016 heeft DAS de landelijke opleidingsprofielen herzien en vastgesteld.

De samenwerking van de opleidingen strekt zich verder uit naar gezamenlijke projecten en subsidieaanvragen, door studenten die onderdelen (minoren) volgen bij andere opleidingen, en door bij elkaar in de keuken te kijken (bij o.a. afstudeerzittingen en landelijke studiedag). Elke opleiding heeft wel een eigen profilering en invulling van het onderwijsprogramma. De drie opleidingen zijn 'buren' van een van de Technische Universiteiten (TU Eindhoven, TU Twente en TU Delft) en hebben relaties met hun respectievelijke 'buur'. De drie landelijke TN-opleidingen hanteren dezelfde competentie-set en hebben vergelijkbare studieprogramma's.

De opleiding

De opleiding TN maakt deel uit van de Fontys Hogeschool Toegepaste Natuurwetenschappen (TWN), die weer onderdeel is van het Fontys Domein Techniek en Innovatie.

De opleiding TN vierde in 2018 haar vijftigjarig bestaan met het congres "Technische Natuurkunde, daar zit toekomst in". Bekende sprekers, waaronder prof. dr. Jan Terlouw, gaven hun visie over de toekomst van technische natuurkunde in de samenleving.

Om het vakkenpakket in de afstudeerfase flexibeler en actueler te maken ontwikkelde de opleiding in 2019-2020 een nieuwe indeling, waarbij een student in het laatste jaar uit zes clusters er vier kan kiezen. De flexibele afstudeerfase start in februari 2021. In de audit is de flexibele afstudeerfase aan bod geweest.

Najaar 2020 start het Fontys domein T&I met een pilot voor een gezamenlijke propedeuse, Techstart genaamd, die parallel loopt aan de bestaande propedeuses. TN neemt aan de ontwikkeling deel. Techstart zorgt voor een brede oriëntatie op technische hogere beroepsopleidingen en begeleidt de student bij de keuze voor een passende technische opleiding. Ook dit initiatief is besproken tijdens de audit.

Bijzonderheden audit

In verband met de corona-crisis waren er ten tijde van de audit van de auditeés deels beperkingen wat betreft fysieke aanwezigheid. In deze gevallen is gebruik gemaakt van Microsoft Teams. De verbinding verliep probleemloos.

Vorige visitatie

In de onderstaande tabel zijn de aanbevelingen van de vorige visitatie opgenomen inclusief de verbeteracties van de opleiding.

Bevindingen accreditatie 2015	Aanpassing door de opleiding
<p>Het auditteam merkt op dat het lectoraat zich sterker kan profileren binnen de opleiding.</p>	<p>De opzet van de SIG Detection & Measurement en daarmee de betrokkenheid van studenten bij onderzoeksprojecten maakt dat de relatie tussen het lectoraat ANS en de opleiding TN nauwer wordt.</p>
<p>Verdere verbetering van de eindwerkstukken is volgens het auditteam mogelijk door een aanscherping van de redenering: probleemstelling, eigen opdracht, beoogde resultaten, expliciteren van de strategie (opeenvolgende stappen met beoogde uitkomsten) en onderbouwing daarvan en een meer systematische rapportage van de resultaten aan de hand van de strategie. Het verschil tussen onderzoeksopdracht en engineeringopdracht bleek niet altijd duidelijk.</p>	<p>In 2014 is het onderscheid tussen o.a. onderzoeksopdracht en ontwerp-opdracht aan studenten en docenten verduidelijkt bij het afstuderen en daarna bij de stage. Vervolgens is dit gedaan bij het Project Onderwijs (PO) in het 2^e studiejaar en in de Propedeuse (P-fase). Bij het 1^e jaar Probleem Gestuurd Onderwijs (PGO) paste dit niet. Daarom is in het najaar 2017 het PGO omgezet naar PO.</p> <p>In 3 workshops 'projectmatig werken' in de P-fase worden colleges en opdrachten uitgewerkt m.b.t. drie thema's:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Onderzoeks/ontwerpproces • Het schrijven van een projectplan • Het evalueren van het project. <p>In het eerstejaars PO wordt aan deze onderwerpen specifiek aandacht besteed. Denk aan het stappenplan voor een project in de opdrachten voor PO. Er wordt duidelijk onderscheid gemaakt tussen ontwerp- en onderzoeksopdrachten, met de opeenvolgende stappen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het projectplan is ook in de Kernfase (2^e studiejaar) en de Afstudeerfase (semester 6) een belangrijk opleveringsdocument voor alle projecten. In deze fasen zijn keuzemogelijkheden tussen onderzoeks- en ontwerp-opdrachten of een combinatie van beide. • Studenten in het 2^e jaar maken nu gemakkelijker een projectplan en ook vaker zelf het onderscheid tussen onderzoeks- en ontwerpproject. <p>Met studenten die een afstudeeropdracht gaan zoeken wordt besproken of hun voorkeur bij een onderzoeks- of een ontwerp-opdracht ligt.</p>
<p>Van belang is verder dat in de eindwerkstukken de relevantie van het resultaat voor het bedrijf besproken wordt. De conclusies betreffen de technische aspecten en blijven binnen de opdracht. Bedrijfseconomische implicaties blijven vaak achterwege maar kunnen wel van belang zijn voor een bedrijf dat implicaties verbindt aan de resultaten van een onderzoeksopdracht.</p>	<p>TN is een primaire onderzoeks- en ontwerpopleiding. Een student met affiniteit voor bedrijfseconomische aspecten kan een bedrijfseconomische minor kiezen of deelnemen aan een multidisciplinair project (zoals T&I-project; The Case) waarin bedrijfsimplicaties aan bod komen.</p>
<p>Het auditteam geeft de opleiding in overweging om – in lijn met haar doelen – studenten meer ruimte te bieden aan het ontwikkelen van hun</p>	<p>Een van de onderdelen van de SIG 'Detection & Measurement' is Creative Physics. In dit thema leert de student om creatief te ontwerpen op basis van fysische principes. De projecten zijn zo gekozen dat</p>

<p>creativiteit. Daar waar studenten in de huidige opzet hun werkzaamheden verrichten binnen grotendeels vooraf vastgelegde specificaties, zou nog meer dan thans het geval is ruimte geboden kunnen worden aan opdrachten waarin studenten van <i>scratch</i> af aan een oplossing moeten uitwerken</p>	<p>creativiteit en goed ondernemerschap noodzakelijk zijn om de concepten door te ontwikkelen totdat ze daadwerkelijk op een festival of expositie staan. Ieder jaar van februari t/m november zijn er projecten voor GLOW-Eindhoven, waarvoor een kunstzinnig lichtobject met fysische grondslag wordt bedacht en gerealiseerd. In semester 6 kunnen studenten deelnemen aan multidisciplinaire projecten waar nieuwe producten of oplossingen worden bedacht. Elk jaar in juli is The Case week, waarin in competitieverband een brede bedrijfsopdracht wordt uitgevoerd. Bij ASIA-K3 projecten worden van scratch af ultrasound leermodellen ontworpen en gerealiseerd.</p>
--	--

Het panel constateert dat de opleiding adequaat gereageerd heeft op de aanbevelingen uit de vorige visitatie.

4. OORDELEN OP HET NIVEAU VAN DE STANDAARDEN

4.1. Beoogde leerresultaten

Standaard 1: 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 NVAO: 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

Voor welke functies leidt de opleiding op?

Het doel van de opleiding is studenten op te leiden tot bachelor-ingenieurs, die de toekomstige technologische uitdagingen in industrie en samenleving aan kunnen. De opleiding TN legt hierbij het accent op het beroepsdomein R&D omdat de opleiding sterke banden met bedrijven heeft in de hightech regio Zuid Oost Brabant. Technisch natuurkundigen zijn werkzaam in een research-omgeving als TNO of werken aan verbeteringen en vernieuwing van (industriële) productieprocessen of innovaties in de zorg.

Beoogde leerresultaten

De opleiding heeft de beoogde leerresultaten geformuleerd als negen competenties:

(i) onderzoeken, (ii) ontwikkelen, (iii) experimenteren, (iv) beheren en coördineren, (v) adviseren en in- en verkopen, (vi) instrueren en coachen, (vii) leidinggeven en managen, (viii) zelfsturing en (ix) modelleren.

De competenties zijn door de opleiding verder uitgewerkt in gedragscriteria ("Hij laat dit zien door:"). Zo is de competentie onderzoeken uitgewerkt in:

1. over voldoende deskundigheid en initiatief te beschikken door op natuurwetenschappelijk gebied problemen op te sporen en te analyseren;
2. de doelstellingen van een gewenst onderzoek vanuit de vraagstelling te formuleren;
3. zelfstandig (wetenschappelijke) literatuur te selecteren en te verkrijgen om zich verder in het probleem te verdiepen, daarbij de betrouwbaarheid van de verschillende informatiebronnen correct inschattend;
4. een werkbaar en duurzaam werkplan (met budget) te maken waarbij rekening wordt gehouden met aspecten als kwaliteitszorg, veiligheid en milieu;
5. het werkplan planmatig uit te (laten) voeren door gebruik te maken van relevante methoden, technieken en apparaten;
6. resultaatgericht met anderen samen te werken in multidisciplinair verband;
7. de resultaten samen te vatten, te structureren en te interpreteren in relatie tot de onderzoeksvraag;
8. resultaten te rapporteren volgens de in het werkveld geldende standaard;
9. op basis van de verkregen resultaten voorstellen te doen voor vervolgonderzoek.

De competenties hebben elk vier niveaus: (i) uitvoeren, (ii) oplossend, (iii) integrerend en (iv) genererend. Elk niveau is kort gekarakteriseerd. Niveau (iii), integrerend, is gekarakteriseerd door "Effectief gedrag van de directe omgeving versterken. Trefwoorden: integreren, ontwikkelen, transfer van kennis en vaardigheden."

Binnen het landelijk overleg zijn de negen competenties gerelateerd aan de Dublin Descriptoren, waardoor het hbo-bachelorniveau aangetoond is.

Deze negen competenties inclusief handelingsindicatoren en niveaus zijn door het Domein Applied Science (DAS) in 2016 vastgesteld. De opleiding heeft deze competenties, samen met het geactualiseerd profiel Technische Natuurkunde, verwerkt in de beoogde leerresultaten waarna de beroepenveldcommissie de beoogde leerresultaten gevalideerd heeft.

In januari 2018 heeft het DAS een addendum op de profielbeschrijving uitgebracht waarin het niveau van de competentie 'Ontwikkelen' voor TN op 2 is gezet en waarin de voor Technische Natuurkunde aanvullende negende competentie 'Modelleren' is beschreven. De opleiding TN heeft in 2018 haar documenten aangepast en hanteert sindsdien het nieuwe competentieprofiel.

Het competentieprofiel, aangevuld met de Body of Knowledge & Skills (BoKS) van TN, is vastgelegd in het Landelijk Opleidingsprofiel TN. Profiel en BoKS zijn gebaseerd op "A European specification for physics bachelor studies" van de European Physics Society (EPS).

De werkgroep onderwijs van het domein DAS onderzoekt de mogelijkheid om de competenties samen te nemen tot een 'beroepscompetentie'. Als de opleidingen binnen het domein het hierover eens kunnen worden, vereenvoudigt dit de beoordelingscriteria voor zowel de studenten als de docenten.

Betrokkenheid werkveld

Het werkveld is op verschillende wijze bij de opleiding betrokken.

Ten eerste is er de Raad van Advies (RvA), die twee keer per jaar bijeenkomt en adviseert aan het management van Fontys Hogeschool Toegepaste Natuurwetenschappen inzake de beroepsprofielen, de ontwikkelingen in het relevante beroepenveld en het voorgenomen beleid met betrekking tot de doelstellingen van de opleidingen.

Daarnaast is er voor de opleiding TN een specifieke beroepenveldcommissie. Deze bespreekt de beoogde leerresultaten van de opleiding tweemaal per studiejaar. Recentelijk stonden de toekomstvisie van TN, overstap van PGO naar PO in het kader van de onderzoeks- en ontwerpleerlijn, het beoordelingskader bij het afstuderen, flexibiliteit en verdiepende vakken in de afstudeerfase en de inhoud van de opleidingsminor op de agenda.

De TN-competenties komen overeen met de op Europees niveau vastgelegde competenties, het Nederlandse kwalificatieraamwerk en de vereiste kennis. Dit is door de RvA en de beroepenveldcommissie bevestigd en staat nog regelmatig op hun agenda's.

Onderzoek en internationalisering

Onderzoek staat centraal in het competentieprofiel via de competentie onderzoeken, experimenteren en ontwikkelen. De opleiding heeft onderzoek als volgt gedefinieerd in een technisch natuurwetenschappelijke context. Over de technisch meest onzekere delen van een idee of ontwerp worden onderzoeksvragen geformuleerd, die tot doel hebben zekerheid te verkrijgen over de toepasbaarheid van materialen of technologieën. De hbo-Bachelor TN werkt daarbij primair aan het beantwoorden van door anderen (leidinggevend, meer ervaren professionals) gestelde vragen door middel van experimenteel of modellerend onderzoek, vaak in samenwerking met academici, die de meer abstracte/theoretische kant van het werk doen.

Internationalisering komt tot uiting in de internationale oriëntatie van het vakgebied. In de competenties komt internationalisering terug in gedragscriteria zoals het zelfstandig selecteren van internationale literatuur of het onderhouden van relaties met internationale klanten.

Weging en Oordeel

Het panel is van oordeel dat de opleiding het Landelijk Opleidingsprofiel, met daarin de negen competenties, grondig heeft uitgewerkt. De relatie met de Dublin Descriptoren toont aan dat de competenties voldoen aan het (inter)nationale hbo-bachelor niveau. Via de BoKS is de relatie met de (inter)nationale eisen op heldere wijze vorm gegeven.

Het beroepenveld is op twee manieren bij de opleiding betrokken: enerzijds op strategisch niveau via de Raad van Advies en anderzijds op programmaniveau via de beroepenveldcommissie. Beide gremia concluderen dat de TN-competenties overeenkomen met de op Europees niveau vastgelegde competenties, het Nederlandse kwalificatieraamwerk en de vereiste kennis. Het panel is van oordeel dat de opleiding de relatie met het beroepenveld op een gedegen manier vorm heeft gegeven en via de intensieve contacten borgt dat aan de vereisten van deze standaard (Europees niveau, Nederlands kwalificatieraamwerk en inhoud van de opleiding) voldaan is. Door het accent op het beroepsdomein R&D van hightech

bedrijven in de regio Zuid Oost Brabant sluit de opleiding aan bij de actuele eisen die vanuit het regionale, het nationale en het internationale perspectief door het beroepenveld worden gesteld.

Onderzoek heeft een passende plaats binnen de beoogde leerresultaten concludeert het panel. Het heeft een centrale plaats in het beroepsprofiel en komt in meerdere competenties voor. Internationalisering is via de context van competenties geadresseerd wat aansluit bij de internationale oriëntatie van de Technisch Natuurkundige.

Het panel stelt vast dat de opleiding aan alle eisen van standaard 1 voldoet en komt daarmee tot het oordeel 'voldoet'.

4.2. Onderwijsleeromgeving

Standaard 2: Het programma, de onderwijsleeromgeving en de kwaliteit van het docententeam maken het voor de instromende studenten mogelijk de beoogde leerresultaten te realiseren.

Toelichting NVAO: 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*). Indien het onderwijs in een andere taal dan het Nederlands wordt verzorgd, motiveert de opleiding deze keuze. Dit geldt ook indien de opleiding een anderstalige opleidingsnaam hanteert. Docenten beschikken over voldoende beheersing van de taal waarin zij doceren. Voorzieningen worden niet beoordeeld, tenzij deze specifiek voor de betreffende opleiding zijn getroffen.

Bevindingen

Programma en relatie beoogde leerresultaten

Het programma van de bachelor TN is via vijf leerlijnen vorm gegeven: (i) de kennisleerlijn, (ii) de onderzoek- en ontwerpleerlijn, (iii) de werkveldleerlijn, (iv) de communicatie leerlijn en (v) de studieloopbaanleerlijn. Via deze leerlijnen zijn de competenties verwerkt in leerdoelen van onderwijseenheden. Zo komen in de propedeuse de competenties *onderzoek*, *experimenteren* en *modelleren* aan bod. Deze competenties zijn in projecten en practica verwerkt. Hieronder is de competentie *onderzoeken* uitgewerkt.

leerdoelen	onderwijsvorm	toets
1. Inhoudelijk met de opdrachtgever over de opdracht te communiceren (bv. interne of externe opdracht-gever); een gegeven casus te analyseren, een onderzoeksvraag te formuleren en deze op te delen in deelvragen.	PO	Aanwezigheid, Inzet, Presentatie, Verslag.
2. (Zo nodig) in overleg met de opdrachtgever de vraagstelling te verhelderen. In overleg met de opdrachtgever doelstellingen te formuleren vanuit een aangereikte eenvoudige doelstelling.	Practicum	Aanwezigheid, Inzet, Verslag, Performance Assessment.
3. Gebruik te maken van aangereikte literatuur om de vraag te verhelderen.		
4. Voor de opdracht een werkplan/ plan van aanpak te maken volgens een aangereikt protocol (met doel, opzet, tijdsduur en planning, rekening houdend met veiligheids- en milieuvoorschriften).		
5. Bij uitvoering van de opdracht te werken conform het werkplan/ stappenplan.		
6. Actief mee te werken in een team.		
7. Het resultaat van de opdracht zo nodig rekenkundig/statistisch te bewerken en samen te vatten, te structureren in het licht van de onderzoeksvraag en overzichtelijk in beeld te brengen.		
8. Mondeling en/of schriftelijk volgens aangegeven richtlijnen over de opdracht te rapporteren.		

Onderwijsleeromgeving

Het programma bestaat uit een major van 210 EC en een minor van 30 EC.

Het programma is als volgt opgebouwd:

	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4
TN 1 ^{ste} jaar	Meten aan beweging 14 EC	Warmtehuishouding 16 EC	Metten aan processen 15 EC	Fundamenteel onderzoek van de materie 15 EC
TN 2 ^{de} jaar	Sensing and Processing 15 EC	Smart Materials 15 EC	Waves, Optics and Sound 15 EC	Heat and Mass Transfer 15 EC
TN 3 ^{de} jaar	Stage 30 EC		Energy and Environment 15 EC	Signals and Materials 15 EC
TN 4 ^{de} jaar	Minor 30 EC		Afstudeeropdracht 30 EC	

De propedeutische fase bestaat uit vier periodes en wordt afgesloten met een propedeutisch examen. De hoofdfase bestaat uit de resterende zes semesters. Na semester 5 is de vereiste Body of Knowledge afgesloten met de Kernfasebeoordeling. In semesters 6 en 8, de Afstudeerfase, vindt verdieping plaats. Aan het eind van semester 8 is het Afsluitend Examen van de opleiding. Als laatste onderdeel van de opleiding voert de student een afstudeeropdracht uit.

Voor de inrichting van het curriculum heeft de opleiding de volgende keuzes gemaakt:

- De opleiding is thematisch ingericht en elk thema is opgebouwd uit vakken, practica en groepsprojecten.
- Binnen de werkvormen en vakinhouden is de relatie tussen theorie en de toepassing ervan zo direct mogelijk (keuze van de thema's). Bij het thema Waves-Optics-Sound bijvoorbeeld staat het gedrag van golven en trillingen centraal. Optica, Akoestiek, Trillingen en Elektromagnetische golven worden parallel gegeven, waarop ook de wiskunde is afgestemd. Tijdens het practicum worden in dezelfde periode experimenten uitgevoerd met als doel o.a. om de gelijkenis tussen de vakgebieden te leren zien.
- Het curriculum is opklimmend in moeilijkheid.
- De beroepspraktijk is optimaal in het studieprogramma geïntegreerd.
- In het studieprogramma is aandacht voor communicatieve en sociale vaardigheden.
- Eerstejaars projecten hebben vaste onderwerpen. Voor studenten vanaf het tweede studiejaar worden elk jaar nieuwe projectopdrachten in het werkveld gezocht.

Het uitgangspunt is dat lessen niet uitvallen. Bij afwezigheid van de verzorger van een onderwijsactiviteit realiseert de opleiding binnen het team vervanging. Als dit niet mogelijk is wordt de activiteit uitgesteld.

De Body of Knowledge and Skills (BoKS) bestaat uit kennis van natuurkunde, wiskunde en engineering en de algemene, experimenteer- en modelleringsvaardigheden en de algemene vaardigheden betreffen communiceren, samenwerken, projectmatig werken, zelfstandig kennis verwerven en informatie verzamelen.

Bij de experimentele vaardigheden behoren het beoordelen van meetmethoden, het gebruik van instrumenten, het bouwen van opstellingen en het verwerken van meetgegevens.

Bij modellering valt te denken aan het selecteren, beoordelen en gebruiken van reken- of simulatiesoftware en het opzetten van modellen.

Onderzoeksvaardigheden en internationalisering

Activiteiten van technisch natuurkundigen zijn gericht op onderzoeksvragen en probleemstellingen. Het doen van onderzoek staat daarom centraal in de opleiding. In de onderwijsvormen Practicum, Projectonderwijs en stage bouwen studenten hun onderzoeksvaardigheden op. Het belang van onderzoek doen in de opleiding blijkt uit de prominente rol die de competenties Experimenteren, Onderzoeken en Ontwikkelen innemen in de opleiding.

Het werkterrein van de technisch natuurkundige zal veelal een sterke internationale component hebben. In de opleiding komt internationalisering op verschillende manieren aan bod. De studenten komen in aanraking met internationale aspecten, door gebruik te maken van Engelstalige studieboeken, vakliteratuur, de onderwijseenheid communicatie Engels en door stage te lopen in internationaal georiënteerde bedrijven en instellingen. Eerste en tweedejaars studenten wonen de presentaties bij van studenten, die in het buitenland stage/afstuderen hebben gedaan. De opleiding organiseert namelijk een buitenlandmarkt waar de studenten die in het buitenland zijn geweest hun poster presenteren en jongerejaars studenten informeren over hun ervaringen. Studenten kunnen desgewenst in het buitenland een minor volgen.

De aandacht voor internationale aspecten mag, indien het programma dit toelaat, vergroot worden merkt het panel op.

Docenten en begeleiding

Het docententeam van de opleiding bestaat uit vijftien docenten (13,6 FTE) en vijf instructeurs/laboratorium medewerkers (4,1 FTE). Alle docenten hebben minimaal masterniveau. Ook het lectoraat *Applied Natural Sciences* is bij het onderwijs betrokken. Het lectoraat verzorgt voor de opleiding een deel van het thema *Smart Materials* en biedt studenten de mogelijkheid voor stage, afstuderen en het doen van projecten. Docenten participeren niet alleen in het lectoraat maar zijn ook betrokken bij netwerken als NNV, KIVI, Vereniging PhotonicsNI, NAFEMS, Nederlands Akoestisch Genootschap, Audio Engineering Society of NVMBR. Eénmaal per kwartaal staat een TNW brede studiedag op het programma met als recente onderwerpen: structuur TNW en rendement, toetscommissie, studiesucces, strategie, financiën en huisvesting, aansluiting mbo-hbo. Jaarlijks combineert de opleiding de teambuildingsdag met een bezoek aan een van de stagebedrijven. Docenten bezoeken regelmatig conferenties, zoals de Woudschotenconferentie over natuurkundididactiek, physics@veldhoven, de Fontys toetsconferentie, Symposium van het Data Science Center Eindhoven.

Naast de inhoudelijke deskundigheid is ook de didactische deskundigheid goed verdeeld over het team. Alle docenten hebben een didactische bevoegdheid of zijn bekwaamheid (Basis Kwalificatie Onderwijs). De opleiding faciliteert assessments en trainingen op het gebied van didactiek/toetsen, mediawijsheid en onderzoeksvaardigheden. Docenten nemen deel aan intervisiebijeenkomsten over studieloopbaanbegeleiding. Zowel uit de gesprekken met studenten tijdens de audit als uit enquêtes komt naar voren dat studenten tevreden zijn over zowel de didactische kwaliteiten als de inhoudelijke expertise van de docenten.

De opleiding kent een systeem van individuele studieloopbaanbegeleiding (slb). In het eerste semester is de slb-er aan zijn slb-student gekoppeld als PO-coach. De student houdt tijdens de studie dezelfde slb-er. Het begeleidingsprogramma is beschreven in de studiehandleiding Propedeuse. In speciale slb-lessen (6 sbu) in de propedeuse wordt stilgestaan bij zaken waar studenten in het kader van persoonlijke ontwikkeling met betrekking tot studeren mee te maken (kunnen) krijgen.

In de studieloopbaanbegeleiding is het uitgangspunt dat de studenten zelf verantwoordelijk zijn voor het studiesucces en dat de slb-er helpt. Er zijn mogelijkheden voor individuele begeleiding door studiecoaches en er worden trainingen georganiseerd, zoals 'omgaan met faalangst', 'plannen en organiseren', 'uitstelgedrag' en 'stagevoorbereiding'. Eveneens wordt huiswerkbegeleiding aangeboden. Al voor de start van de studie, bij het studiekeuzecheck

(SKC)-gesprek, worden studenten op de activiteiten van de studievereniging Planck gewezen en direct na de zomervakantie vinden er individuele intakegesprekken plaats.

Weging en Oordeel

De beoogde leerresultaten in competentievorm en de onderliggende handelingsindicatoren zijn via de leerlijnen adequaat naar leerdoelen vertaald. Het panel heeft geconstateerd dat alle leerdoelen de competenties afdekken en dat de competenties meerdere keren aan bod komen in het programma. Doordat de competenties in verschillende onderwijsactiviteiten aan bod komen houdt de opleiding rekening met de diversiteit van de toegelaten studenten.

De onderwijsleeromgeving is thematisch ingericht met een centrale plaats voor projecten en practica. Het programma is doordacht ontworpen en het panel waardeert de keuzes die de opleiding hierbij gemaakt heeft. Door het centraal stellen van de beroepspraktijk en de substantiële rol van projecten en practica is sprake van een activerend en inspirerend onderwijsaanbod, waarin studenten op actieve wijze deelnemen. In de tweede helft van de studie hebben studenten ruimschoots de mogelijkheid om vorm te geven aan het eigen leerproces, zo constateert het panel.

Docenten hebben minimaal masterniveau en hebben allen hun didactische bekwaamheid aantoonbaar gehaald. Zowel vakinhoudelijk als didactisch beschikt het docententeam over een uitgebreid netwerk om up-to-date te blijven. Het panel concludeert dat docenten zowel inhoudelijk als didactisch voldoende deskundig zijn om de opleiding te verzorgen. De studenttevredenheid die zowel uit enquêtes als uit gesprekken tijdens de audit naar voren kwam onderschrijft deze conclusie.

De studieloopbaanbegeleiding én de begeleiding van andere leeractiviteiten is door de opleiding goed geregeld.

Alle oordelen afwegend komt het panel tot het eindoordeel "voldoet" voor standaard 2.

4.3. Toetsing

Standaard 3: De opleiding beschikt over een adequaat systeem van toetsing.

Toelichting NVAO: 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

Toetsbeleid en toetsprogramma

De uitgangspunten van het toetsbeleid zijn vastgelegd in "Toetsbeleid TNW, 2016".

Voor toetsing zijn de volgende uitgangspunten geformuleerd:

- Voor toetsing en beoordeling heeft TNW relevante en valide instrumenten, waarmee betrouwbaar wordt vastgesteld of de student de kennis en competenties van (onderdelen van) het programma heeft verworven.
- Toetsing en beoordeling zijn integraal onderdeel van het programma en sluiten aan bij de gevraagde kennis en competenties, studieactiviteit, vorm en inhoud van het betreffende programmaonderdeel.
- Toetsing en beoordeling passen binnen de vigerende wettelijke, organisatorische en financiële kaders.

Het toetsprogramma van de opleiding heeft deze uitgangspunten verder uitgewerkt. Zo heeft de opleiding beschreven op welke wijze de competenties per beheersniveau worden getoetst. De opleiding hanteert hierbij een mix van toetsvormen zoals schriftelijke kennistoetsen, projectverslagen, presentaties, practicumverslagen, performance assessments bij practica en stage- en afstudeerproducten.

De vorderingen in de competentieontwikkeling van de student worden in twee examens beoordeeld: het propedeutisch examen na één jaar nominale studie en het afsluitend examen aan het eind van de opleiding. Het afsluitend examen heeft een Kernfasebeoordeling aan het einde van het vijfde semester. Deze Kernfasebeoordeling dient als bewijs dat de student de Body of Knowledge & Skills beheerst. Studenten die een verkort traject volgen doen het propedeutisch examen na een half jaar. Voor ieder examen is vastgelegd welke competenties aangetoond dienen te worden en op welk niveau.

Studenten met dyslexie of andere speciale behoeften hebben recht op verlengde tijd bij toetsing. De opleiding biedt (na besluit van de examencommissie) in individuele gevallen specifieke faciliteiten (bijvoorbeeld aparte geluidsvrije ruimte) voor het maken van toetsen.

Validiteit, betrouwbaarheid en transparantie

Voor de theorievakken is een toetsmatrijs ontwikkeld, die drie functies heeft:

- het verdelen van de toetsvragen naar leerdoelen;
- het verdelen van de toetsvragen naar categorieën: kennis, inzicht, vaardigheden, toepassen en integreren;
- een overzicht geven van de (deel)resultaten van de toets per student.

De toetscommissie controleert of de theorietoetsen voldoen aan de toetsmatrijs. Hierdoor is de validiteit van theorietoetsen geborgd.

Bij de stage geeft de bedrijfsmentor de student per competentie ontwikkelingsgerichte feedback, welke de student aanvult met een zelfreflectie.

De studenten nemen de bewijslast voor de algemene ingenieurscompetenties op in hun portfolio.

Door het panel beoordeelde toetsen

Het panel heeft van de verschillende studie jaren representatieve toetsen beoordeeld en komt tot de volgende bevindingen. Van alle theorietoetsen heeft het panel een toetsmatrijs en een

beoordelingsmodel gezien. Ook bij de niet specifieke toetsen, zoals bijvoorbeeld de toets of studenten voldoende inspanning leveren op het gebied van studievoordigheid, constateert het panel dat de opleiding goed over de toetsvorm heeft nagedacht en op een adequate manier toetst. Het panel concludeert dat de toetsen passend zijn bij het hbo-bachelorniveau en dat de beoordeling navolgbaar is.

Het panel heeft van vijf studenten het portfolio bestudeerd, waarin de bewijslast staat voor de algemene ingenieurscompetenties. Het panel concludeert dat deze portfolio's een zinvolle aanvulling vormen in het toetsprogramma.

Over het geheel van toetsen merkt het panel op dat, afgezien van de feedback van de stagebegeleider, de opleiding nergens de competenties direct beoordeelt. Het panel beveelt de opleiding aan de directe toetsing van competenties in te voeren.

Afstuderen

De afstudeercoördinator screent voor aanvang van het afstuderen de opdracht aan de hand van een lijst met criteria, zoals praktijkgerichtheid van het onderzoek, omvang en complexiteit.

De afstudeeropdracht wordt afgesloten met een presentatie en een verdediging voor een afstudeercommissie. De afstudeermentor en de bedrijfsmentor beoordelen de afstudeeropdracht op de criteria: inwerktijd, zelfstandigheid, inventiviteit, aanpak, technisch resultaat, communicatie, gebruik faciliteiten en houding. Het afstudeerverslag wordt door hen beoordeeld op de criteria: inhoud, opbouw en volledigheid van het onderzoek of het ontwerpproces.

Externe borging bij de afstudeerzittingen is er door de aanwezigheid van gecommiteerden als adviseur en door de bedrijfsmentor als beoordelaar.

Examen- en toetscommissie

De opleiding heeft een toetscommissie die rapporteert aan de curriculumcommissie. Deze bevordert de validiteit en betrouwbaarheid van de toetsen en adviseert over het toetsbeleid. De toetscommissie geeft sturing aan de organisatie en de uitvoering van de toetsing en koppelt haar bevindingen en voorgenomen verbeteracties terug naar studenten en docenten. Daarnaast informeert de toetscommissie elk halfjaar de examencommissie.

De examencommissie stelt jaarlijks vast welke medewerkers als examinator mogen optreden. De examencommissie beoordeelt of een medewerker vak-, toets- en beoordelingsbekwaam is. Uit de gesprekken en documentatie stelt het panel vast dat de examencommissie actief en 'in control' is. Het panel waardeert de voorgenomen acties met prioriteiten voor het volgend jaar.

Weging en Oordeel

Het toetsprogramma is gevarieerd en levert valide en betrouwbare toetsen, zo stelt het panel vast. De verschillende toetsvormen en de toetsmatrijzen zorgen voor validiteit en betrouwbaarheid.

De formatieve toetsing, die integraal deel uitmaakt van het programma, ondersteunt het eigen leerproces van de student. Doordat de opleiding tegemoet komt aan specifieke wensen (zoals dyslexie) die een deel van de studenten heeft, is de toetsing toegankelijk.

Het vermelden van leerdoelen en toetsmatrijzen in de studiewijzer zorgen ervoor dat de eisen helder zijn voor de studenten.

De door het panel bestudeerde toetsen zijn passend bij het hbo-bachelorniveau en navolgbaar beoordeeld.

Het afstuderen is op een gedegen manier vorm gegeven volgens het panel.

De beoordelingen van de vijftien afstudeeropdrachten die het panel bestudeerd heeft, waren navolgbaar en verantwoord. Ook hier komt het panel tot de conclusie dat de toetsing valide, betrouwbaar en voldoende onafhankelijk is.

De examencommissie vervult haar taken nauwgezet en gedegen. De examencommissie is actief en 'in control'. Het panel waardeert de voorgenomen acties en prioriteiten voor het volgend jaar. De toetscommissie bewaakt het niveau van de toetsen en informeert de stakeholders over haar bevindingen.

Alle oordelen afwegend komt het panel tot het oordeel 'voldoet' voor standaard 3.

4.4. Gerealiseerde leerresultaten

Standaard 4: De opleiding toont aan dat de beoogde leerresultaten zijn gerealiseerd.

Toelichting NVAO: 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

Door het panel beoordeelde afstudeerverslagen

Het panel heeft vijftien afstudeerverslagen geselecteerd en deze beoordeeld. Het panel concludeert dat de opdrachten van hbo-bachelorniveau zijn en passend zijn bij het domein van Technische Natuurkunde, op één geval na. Tijdens de audit is deze casus besproken met de betreffende afstudeerbegeleider en de examencommissie en het panel heeft begrip voor het besluit om de betreffende student deze opdracht te geven.

Het panel is zich bewust van de brugfunctie die een TN'er in de hightech sector vervult en daarmee vaak raakvlakken heeft met andere disciplines. Het panel beveelt de opleiding aan om die afstudeeropdrachten, waar sprake is van een verbinding met andere disciplines, vooraf door twee examinatoren te laten beoordelen.

Daarnaast stelt het panel vast dat sommige van de beoordeelde afstudeeronderzoeken zeer goed uitgevoerd zijn en het hbo-bachelorniveau ontstijgen.

Uit de uitkomsten van de toetsen en de beoordelingen van de afstudeerverslagen concludeert het panel dat de opleiding aantoont dat studenten de beoogde leerresultaten realiseren. Het gehele toetsprogramma, inclusief de toetsen en het portfolio met de bewijslast voor de algemene ingenieurscompetenties, levert een verdere onderbouwing van deze conclusie.

Functioneren afgestudeerden in de praktijk

Vertegenwoordigers uit de beroepenveldcommissie lieten zich tijdens de audit positief uit over het niveau van de afstudeeropdrachten en -verslagen en over het functioneren van afgestudeerden in de praktijk. De beroepenveldcommissie houdt de vinger aan de pols door als gecommiteerde jaarlijks een aantal afstudeersessies bij te wonen.

Alumni gaven aan tevreden te zijn over de opleiding. De alumni stelden goed uit de voeten te kunnen met het geleerde. Een relatief groot deel van de afgestudeerden (25%) volgt een universitaire vervolgopleiding (veelal een master). De doorstuderende alumni, die het panel sprak, spraken van een goede aansluiting op de vervolgopleiding.

Weging en Oordeel

Zowel uit de uitkomsten van toetsen als uit de eindwerken blijkt dat studenten van de opleiding de beoogde leerresultaten realiseren. Deze conclusie wordt verder gefundeerd door de tevredenheid van het werkveld (werkgevers en alumni) over het functioneren van de afgestudeerden. Alumni die doorstuderen zijn van mening dat er een goede aansluiting is tussen de hbo-bacheloropleiding en hun vervolgstudie.

Het panel stelt vast dat de opleiding aan alle eisen voldoet van deze standaard en beoordeelt standaard 4 met 'voldoet'.

5. ALGEMEEN EINDOORDEEL

Op de vier standaarden beoogde leerresultaten, onderwijs leeromgeving, toetsing en gerealiseerde leerresultaten komt het panel tot het oordeel 'voldoet'.

Het algemeen eindoordeel luidt, conform de beslisregels van dit kader, 'positief'.

Het panel adviseert de NVAO om de accreditatie van de hbo-bachelor Technische Natuurkunde van Fontys Hogescholen te continueren.

6. AANBEVELINGEN

Het panel heeft de volgende aanbevelingen geformuleerd:

Onderzoek, samen met de twee andere opleidingen, of het schrijven van goed studiemateriaal voor de betreffende vakken een interessante optie is, met name voor de propedeuse.

Ten aanzien van de beoordeling van competenties:

Het panel beveelt de opleiding aan de directe toetsing van competenties minimaal één moment in de opleiding in te voeren.

Ten aanzien van het afstuderen:

Het panel is zich bewust van de brugfunctie die een TN'er in de hightech sector vervult en daarmee vaak raakvlakken heeft met andere disciplines. Het panel beveelt de opleiding aan om die afstudeeropdrachten, waar sprake is van een verbinding met andere disciplines, vooraf door twee examinatoren te laten beoordelen.

BIJLAGE I**Scoretabel**

Scoretabel paneloordelen Fontys Hogescholen hbo- bachelor Technische Natuurkunde voltijd	
Standaard	Oordeel
Standaard 1. De beoogde leerresultaten	voldoet
Standaard 2. Onderwijsleeromgeving	voldoet
Standaard 3. Toetsing	voldoet
Standaard 4. Gerealiseerde leerresultaten	voldoet
Algemeen eindoordeel	positief

BIJLAGE II Programma, werkwijze en beslisregels

HBO-bacheloropleiding Technische Natuurkunde – Fontys Hogeschool TNW

Overzicht panelleden

Naam	Rol
Dhr. ir. I.F. van der Meer	Voorzitter
Dhr. S.J. Dijkstra	Panellid
Dhr. A. Andreski	Panellid
Mw. L. Visscher	Student-lid
Dhr. drs. B. Verstegen	Secretaris

Variant(en):

Voltijd

Locatie :

Nexusgebouw, De Rondom 1, Eindhoven

Datum locatiebezoek:

17 november 2020

Programma

Tijd	Gesprekspartners (incl. namen en functies)	Gespreksonderwerpen
08.15 – 08.30	Inloop & ontvangst auditteam	
08.30 – 09.15	Vooroverleg auditteam	<ul style="list-style-type: none">- vooroverleg- bestudering documenten ter inzage
09.15 – 10.00	Management en lectoraat	<i>Kennismaking MT en vaststellen agenda</i> <ul style="list-style-type: none">- eigenheid opleiding / positionering & profilering- ambities- hbo-niveau- relatie beroepenveld- internationale oriëntatie- onderzoeksdimensie
10.00 – 10.15	Intern overleg auditteam	<ul style="list-style-type: none">- intern overleg- bestudering documenten ter inzage
10.15 – 11.00	Studenten P-fase, 2x K-fase 2 x stage en PR-team 2 x A-fase en OC	<ul style="list-style-type: none">- aansluiting- kwaliteit en relevantie programma- studeerbaarheid / studiebegeleiding- kwaliteit docenten- opleidingsspecifieke voorzieningen- rol betrokkenheid studenten/ medezeggenschap kwaliteitszorg- toetsen en beoordelen
11.00 – 11.15	Intern overleg auditteam	<ul style="list-style-type: none">- intern overleg- bestudering documenten ter inzage
11.15 – 12.15	Docenten 7 docenten	<i>Samenhangende onderwijsleeromgeving</i> <ul style="list-style-type: none">- inhoud en vormgeving programma- eigen inkleuring programma- onderzoekslijn- lectoraat en kenniskring interactie onderwijs en onderzoek- praktijkcomponenten / stage- internationale component- aansluiting instromers- relatie docenten beroepenveld- eigen deskundigheid docenten- kwaliteit docententeam

		<ul style="list-style-type: none"> - opleidingsspecifieke voorzieningen - toetsen en beoordelen borging niveau
12.15 – 13.00	Lunch auditteam	<ul style="list-style-type: none"> - intern overleg - bestudering documenten ter inzage
13.00 – 13.30	Rondleiding Opleidingsspecifieke voorzieningen + inzien materiaal, 1 docent, lid SIG & 1 student	Rondleiding
13.30 – 14.00	Praktijkgericht onderzoek 3 docenten	Lectoraat
14.00 – 14.30	Eigen invulling opleiding 3 docenten	Internationalisering Flexibele A-fase Contact houden met afstudeerders tijdens covid-19 /SLB
14.30 – 15.15	Examencommissie/Toetscommissie voorzitter ExCie, 3 leden ExCie en 2 leden Toetscie	<ul style="list-style-type: none"> - bevoegdheden, taken en rollen - relatie tot het management - (relatie tot de toetscommissie) - kwaliteitsborging toetsen en beoordelen - kwaliteitsborging afstuderen
15.15 – 15.30	Intern overleg auditteam	<ul style="list-style-type: none"> - intern overleg - bestudering documenten ter inzage - bepalen pending issues
15.30 – 16.15	Werkveldvertegenwoordiging /Alumni 6 personen	<p><i>Gespreksonderwerpen Alumni</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - kwaliteit en relevantie van de opleiding (programma, docenten) - functioneren in de praktijk of vervolgopleiding <p><i>Gespreksonderwerpen Werkveld</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - actuele ontwikkelingen en doorvertaling naar programma - andere wensen vanuit het werkveld - eigen inkleuring opleiding - stage en begeleiding - onderzoekscomponent - gerealiseerd niveau
16.15 – 16.30	Pending issues <i>Alle gesprekspartners zijn hiervoor beschikbaar</i>	<i>Indien van toepassing</i>
16.30 – 17.15	Intern overleg auditteam	<ul style="list-style-type: none"> - intern overleg - bepaling voorlopige beoordeling
17.15 - 17.30	Terugkoppeling	
17.30	Ontwikkelsprek	

'NB. In verband met de privacywetgeving zijn hier uitsluitend de functies/rollen van gesprekspartners opgenomen. De namen van de gesprekspartners zijn bij de secretaris van het auditpanel bekend.'

Werkwijze

Bij de beoordeling van de betreffende opleiding is uitgegaan van het door de NVAO vastgestelde 'Beoordelingskader accreditatiestelsel hoger onderwijs Nederland' van september 2018. Daarin staan de standaarden vermeld waarop het auditpanel zich bij de beperkte opleidingsbeoordeling van een opleiding moet richten en de criteria aan de hand waarvan het auditpanel zijn oordeel over de opleiding moet bepalen.

De secretaris lichtte het auditpanel voorafgaand aan de visitatie uitgebreid voor over het beoordelingskader en de -procedure en over de van hen verwachte attitude voor, tijdens en na de visitatie. Tevens zorgde de secretaris voor een kalibratie van het auditpanel door de interpretatie van de standaarden, de oordelen en de beslisregels door te nemen. Tijdens het audittraject bewaakte de secretaris de correcte procesgang, zag erop toe dat het oordeel van het auditpanel conform het kader tot stand kwam en ondersteunde het proces van de oordeelsvorming.

Op basis van de door opleiding geleverde documentatie heeft het auditpanel zich een beeld kunnen vormen van de primaire en secundaire processen van de betreffende opleiding. Voorafgaand aan het locatiebezoek vond een voorbereidend intern paneloverleg plaats waarin het auditpanel het informatiedossier en de onderliggende documenten besprak. Bovendien zijn de bevindingen van het auditpanel over de eindwerken tijdens het vooroverleg onderling gedeeld.

Verantwoording werkwijze ten tijde van Corona:

In verband met de corona-crisis waren er ten tijde van de audit van overheidswege restricties voor het mogen reizen en waren er richtlijnen voor het bewaren van afstand tot elkaar. In nauw overleg tussen het auditpanel en de opleiding is besloten om de audit deels online uit te voeren. Daarvoor is gebruik gemaakt van Microsoft Teams.

Het auditpanel heeft op locatie geauditeerd, met inachtneming van de richtlijnen. De opleiding zelf zorgde voor het aanmaken van de groepen van auditees, te weten: het management, de deelnemers, de docenten, de examencommissie, vertegenwoordigers van de werkveldadviesraad. Alle betrokkenen kregen voorafgaand aan de audit via de e-mail een uitnodiging of uitnodigingen om deel te nemen aan de gesprekken.

Voorafgaand aan de audit waren er duidelijke afspraken gemaakt over de borging van de kwaliteit van de audit.

De visitatie was gericht op een verificatie van de bevindingen uit de documentenanalyse en het verkrijgen van aanvullende informatie over de inhoud van het programma. Dit geschiedde door gesprekken met vertegenwoordigers van de opleiding, studenten en het werkveld, die waren te kenschetsen als 'gesprekken tussen vakgenoten'.

De verificatie door het auditpanel geschiedde door verscheidene malen hetzelfde onderwerp met verschillende geledingen te bespreken en aan de hand van additionele documentatie en - daar waar het de huisvesting en de materiële voorzieningen betreft- ook door eigen waarneming.

Na overleg met de betreffende opleiding heeft het auditpanel met in achtneming van de daartoe strekkende regels van de NVAO en op basis van zijn documentanalyse en de daaruit voortvloeiende specifieke aandachtspunten de keuze van de gesprekspartners vastgesteld.

Het auditpanel bood studenten, docenten en andere betrokkenen bij de opleiding die niet waren opgenomen in het programma van het locatiebezoek, de gelegenheid om zaken onder de aandacht te brengen die zij van belang achten voor de beoordeling. Het auditpanel heeft geconstateerd, dat de betreffende opleiding de mogelijkheid daartoe tijdig en op correcte wijze bij hen onder de aandacht heeft gebracht en hen heeft geïnformeerd over hoe zij contact konden opnemen met de secretaris van het auditpanel.

Het auditteam ontving in totaal één reactie.

De secretaris heeft met deze persoon telefonisch contact opgenomen. De panelleden hebben in de verschillende gesprekken tijdens de audit nagetrokken in hoeverre er sprake was van een incident of een breder gevoeld aandachtspunt, zonder de namen van de melder te noemen. Daarmee waarborgde het auditpanel de anonimiteit van de melder.

Afstemming deelpanels binnen het cluster

De visitatie binnen dit cluster is uitgevoerd door Hobéon waarbij Hobéon alle drie hogescholen heeft beoordeeld. Gedurende het traject heeft één voorzitter alle betrokken kernpanelen voorgezeten. Via de gemeenschappelijke voorzitter en de overlappende leden is er afgestemd over de opzet en de focuspunten van de audits.

Het oordeel van het auditpanel, vastgelegd in een conceptrapport, werd aan de opleiding voorgelegd voor een toets op eventuele feitelijke onjuistheden.

Beslisregels

Volgens de NVAO-Beslisregels Accreditatie kan een standaard 'voldoet', 'voldoet ten dele' of 'voldoet niet' scoren. Hobéon heeft de beslisregels toegepast, zoals deze zijn opgesomd in het 'Beoordelingskader accreditatiestelsel hoger onderwijs Nederland, September 2018'.

Wanneer er sprake is van verschillende varianten van een opleiding (bijvoorbeeld: voltijd, deeltijd en duaal), dan moet uit de beoordeling blijken dat voor elke variant de kwaliteit is gewaarborgd op grond van de standaarden uit het betreffende beoordelingskader om te komen tot een positief eindoordeel over de opleiding. Het eindoordeel over de opleiding luidt: 'positief', 'positief onder voorwaarden' of 'negatief'.

Indien een opleiding onder één CROHO-registratie wordt aangeboden op meerdere locaties, kan de opleiding alleen voor accreditatie in aanmerking komen als uit de beoordeling blijkt dat elke locatie voldoet aan de in het betreffende beoordelingskader genoemde kwaliteitsstandaarden.

Beperkte opleidingsbeoordeling

Het eindoordeel over een opleiding is in elk geval positief indien alle standaarden 'voldoet' scoren.

Het eindoordeel over een opleiding is in elk geval positief onder voorwaarden indien Standaard 1 voldoet en maximaal twee standaarden een 'voldoet ten dele' scoren, waarbij het auditpanel het opleggen van voorwaarden adviseert.

Het eindoordeel over een opleiding is in elk geval negatief indien:

- een of meer standaarden 'voldoet niet' scoren
- standaard 1 'voldoet ten dele' scoort
- een of twee standaarden 'voldoet ten dele' scoren, waarbij het auditpanel niet adviseert om voorwaarden op te leggen;
- drie of meer standaarden 'voldoet ten dele' scoren.

BIJLAGE III Lijst geraadpleegde documenten

- Zelfevaluatie-rapport Technische Natuurkunde.
- FHTNW Convenant Ambitie 2020, 12 november 2014.
- Fontys Leaflet Techstart, 2020.
- Evaluatie-rapport Fontys TNW Lectoraat Thin Films and Functional Materials, Hobéon, mei 2017.
- Visie TNW voor Fotonica, Geert Langereis, juli 2019.
- Rapportage SIG Detection & Measurement, Geert Langereis, januari 2019.
- Bachelor of Science in het domein Applied Science, een competentiegerichte profielbeschrijving, stichting DAS, september 2016.
- Landelijk Opleidingsprofiel Hbo-bachelor Technische Natuurkunde, december 2016.
- Bachelor of Science in het domein Applied Science, een competentiegerichte profielbeschrijving Addendum januari 2018, stichting DAS.
- 'Kwaliteit als opdracht', Vereniging van hogescholen, 2009.
- Opleidingsconcept Technische Natuurkunde, September 2020.
- 'Specification Description for European Physics Bachelor Studies', EPS-publicatie, 2009.
- HBO-Monitor 2019.
- OER-TN 2020-2021, mei 2020.
- Boekenlijst TN 2020-2021.
- 'Zo doe je een onderzoek', Roel Grit en Mark Julsing, Noordhoff, 2017.
- Stagebrochure Opleiding Technische Natuurkunde, Najaar 2020.
- Afstudeerbrochure Opleiding Technische Natuurkunde, 2020-2021.
- Overzicht internationale stages, juni 2020.
- Jaarverslag Opleidingscommissie TN, 2017.
- Bezoekrapporten stage en afstuderen 2017-2020
- Evaluatie stage 2018-2019 Bedrijfsmentoren, oktober 2019.
- Evaluatie afstuderen 2018-2019 Bedrijfsmentoren, oktober 2019
- Nationale Studenten Enquête (NSE) 2018.
- Studiehandleiding Propedeuse 2020-2021
- Fontys Uitgangspunten voor Studentenwelzijn, 2018.
- Planckgas 2019.
- Lijst deskundigheid docenten TN.
- Toetsbeleid TNW, 2016.
- Kwaliteitsnota TNW, september 2018
- Studiehandleiding Post-propedeuse 2020-2021.
- Overzicht van het ingezette personeel
 - naam, functie, omvang aanstelling, graad en deskundigheid
- Overzichtslijst van *alle* recente eindwerken.
- Toetsopgaven + beoordelingscriteria en normering (antwoordmodellen) en een representatieve selectie van gemaakte toetsen (presentaties, stageverslagen, assessments, portfolio's e.d.) en beoordelingen.

Het panel heeft van vijftien studenten de eindwerken bestudeerd.

Om redenen van privacy zijn de namen van afgestudeerden en hun studentnummers van wie het panel de eindwerken heeft bekeken niet opgenomen in deze rapportage. Namen van de afgestudeerde studenten, hun studentnummer evenals de titels van de eindwerken zijn bekend bij de secretaris van het auditpanel.

BIJLAGE IV Panelsamenstelling

Op 30-09-2020 heeft de NVAO goedkeuring gegeven aan de samenstelling van het auditpanel t.b.v. de beoordeling van de opleiding Technische Natuurkunde van Fontys Hogescholen onder het nummer 009417. Deze opleiding behoort tot onderstaande visitatiegroep.

Naam visitatiegroep:	HBO Technische Natuurkunde
----------------------	----------------------------

De secretaris van het auditpanel beschikt over nadere informatie over de samenstelling en expertise van de panelleden die in bovengenoemde visitatiegroep zijn ingezet.

In onderstaande tabel volgen korte functiebeschrijvingen van de panelleden die deelnamen aan het auditpanel van de in dit beoordelingsrapport beschreven opleiding.

Naam	Rol	Korte functiebeschrijvingen
De heer ir. I.F. van der Meer	Voorzitter	De heer Van der Meer werkt bij Kennispoort als innovatieadviseur voor het MKB in de regio Zwolle, in het bijzonder de maak industrie.
De heer S.J. Dijkstra MSc	Lid	De heer Dijkstra is Manager van de School of Engineering & Design van de Hogeschool Windesheim.
De heer Dr. ir . A. Andreski	Lid	De heer Andreski is associate Lector Nanotronic Interfaces aan Saxion Hogeschool
Mevrouw L. Visscher	Studentlid	Mevrouw Visscher studeert sinds september 2018 Technische Natuurkunde aan de Haagse Hogeschool. Van mei 2019 tot mei 2020 was zij secretaris van het bestuur van de Studievereniging S.V. Ångström.
De heer drs. B. Verstegen	Secretaris	De heer B. Verstegen is door de NVAO geschoold en geregistreerd secretaris.

De door alle panelleden ondertekende onafhankelijkheids- en geheimhoudingsverklaringen zijn in het bezit van Hobéon. In deze verklaring verklaren de panelleden gedurende ten minste vijf jaar voorafgaand aan de audit geen zakelijke noch persoonlijke binding te hebben gehad met de betrokken instelling - anders dan die in het kader van de werkzaamheden als lid van het auditpanel van het evaluatiebureau -, die een onafhankelijke oordeelvorming ten positieve of ten negatieve zou kunnen beïnvloeden.



Strategische dienstverlener voor kennisintensieve organisaties



Lange Voorhout 14
2514 ED Den Haag

T (070) 30 66 800

F (070) 30 66 870

E info@hobeon.nl

I www.hobeon.nl