



BEOORDELINGSRAPPORT

Beperkte opleidingsbeoordeling

hbo-bacheloropleiding
Technische Natuurkunde
Voltijd

Saxion Hogeschool

De kracht van
kennis.

BEOORDELINGSRAPPORT

Beperkte opleidingsbeoordeling

hbo-bacheloropleiding
Technische Natuurkunde
voltijd

Saxion Hogeschool
CROHO nr. 34268

Hobéon Certificering

Datum

22 april 2021

Auditpanel

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

De heer S.J. Dijkstra MSc

De heer dr. G.R. Langereis

Mevrouw L. Coremans

Secretaris

De heer drs. B. Verstegen

INHOUDSOPGAVE

1.	BASISGEGEVENS	1
2.	SAMENVATTING	2
3.	INLEIDING	5
4.	OORDELEN OP HET NIVEAU VAN DE STANDAARDEN	8
5.	ALGEMEEN EINDOORDEEL	19
6.	AANBEVELINGEN	20
BIJLAGE I	Scoretabel	21
BIJLAGE II	Programma, werkwijze en beslisregels	22
BIJLAGE III	Lijst geraadpleegde documenten	26
BIJLAGE IV	Panelsamenstelling	27

1. BASISGEGEVENS

NAAM INSTELLING	Saxion Hogeschool
status instelling	Bekostigd
resultaat instellingstoets kwaliteitszorg	Positief besluit van 12 april 2018
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	NVT
locatie	Enschede
variant	Voltijd
onderwijstaal	Nederlands
datum audit / opleidingsbeoordeling	25 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 Technische Natuurkunde heeft als speerpunt Living Technology: de wisselwerking tussen techniek en samenleving. Ze legt hierbij de focus op de sleuteltechnologieën nanotechnologie en mechatronica.

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 via de kerntaken en beroepsproducten. Via de Body of Knowledge & Skills (BoKS) is de relatie met de (inter)nationale eisen op heldere wijze vorm gegeven. De BoKS bevat ook regionaal relevante onderwerpen, waarmee de opleiding aansluit op actuele eisen vanuit het regionale perspectief.

Het beroepenveld is op meerdere manieren bij de opleiding betrokken: via de beroepenveldcommissie, het lectoraat en de kring van bedrijven rond de opleiding. Via deze gremia heeft de opleiding vastgesteld dat de TN-competenties overeenkomen met de op Europees niveau vastgelegde competenties, het Nederlandse kwalificatieraamwerk en de vereiste kennis. De relatie met de Dublindescriptoren toont aan dat de competenties voldoen aan het (inter)nationale hbo-bachelorniveau. Het panel is van oordeel dat de opleiding de relatie met het beroepenveld op een gedegen manier vorm heeft gegeven en via deze contacten borgt dat aan de vereisten van deze standaard (Europees niveau, Nederlands kwalificatieraamwerk en inhoud van de opleiding) voldaan is. Door het (lokale) werkveld te betrekken 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 vooraanstaande en passende plaats binnen de beoogde leerresultaten concludeert het panel. Het heeft een centrale plaats in het beroepsprofiel en komt in alle drie kerntaken voor.

De internationale context is in de uitwerking van de 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

Het panel is van oordeel dat de opleiding een evenwichtig en goed doordacht programma heeft. De keuzevrijheid van de student en de flexibele manier waarop het programma actueel blijft, waardeert het panel. Hierbij wordt rekening gehouden met de diversiteit van de toegelaten studenten.

De relatie tussen beoogde leerresultaten, leerdoelen en het toets- en beoordelingskader is helder. Door kerntaken, gedrag en activiteiten expliciet bij het beoordelen te betrekken houdt de opleiding zicht op de ontwikkeling van competenties. Het panel trof een open en positieve teamsfeer aan met een hoge medewerkerstevredenheid.

De onderwijsleeromgeving is evenwichtig ontworpen betreffende de verdeling van de theoriemodules en praktijkmodules in de eerste twee jaar. In de laatste twee jaar staan kerntaken en specialisatie centraal. Door het centraal stellen van de beroepspraktijk en de substantiële rol van projecten, practica en beroepsproducten 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. Het panel waardeert de betrokkenheid van het beroepenveld en de studenten bij de optimalisatie van de onderwijsleeromgeving.

De ontwikkeling van onderzoeksvaardigheden heeft een vooraanstaande en passende plaats binnen het curriculum, waarbij het panel de betrokkenheid van de lectoraten waardeert. De aandacht voor internationale aspecten is op effectieve manier vormgegeven; studenten volgen in toenemende mate onderwijs in het buitenland. Naast de onderwerpen uit de BoKS met een regionale relevantie heeft de opleiding, conform het instellingsbeleid, "Focus op Living Technology". Saxion wil hier mee bereiken dat alle opleidingen binnen Saxion kennismaken met techniek en vooral de impact die techniek heeft op de maatschappij.

Docenten hebben minimaal masterniveau en hebben allen hun didactische bekwaamheid aantoonbaar gehaald. 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. Dat de opleiding extra begeleiding faciliteert voor de taalvaardigheid vindt het panel een mooi initiatief.

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. Het beoordelen van studenten in de laatste twee jaar op zowel de geleverde producten als het doorlopen proces vindt het panel een goede zaak. Doordat de inhoud en leerdoelen zijn vastgelegd in de moduleomschrijving van de betreffende module zijn de eisen helder voor studenten.

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 extra maatregelen of faciliteiten bij dyslexie) die een deel van de studenten heeft, is de toetsing toegankelijk. 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 actieve controlerende rol en de daaruit voortvloeiende verbeteracties.

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 doorstudereren 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. De opleiding heeft een goede samenhang met navolgbare geïmplementeerde processen, wat tot uiting komt in de kwaliteit van de gehele opleiding (dus opzet, vormgeving en inhoud).

Het panel is van oordeel dat de opleiding hierin, mede door de goede samenhang, succesvol is.

Na instemming van de panelleden is dit rapport vastgesteld door de voorzitter op 4 februari 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 Saxion 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 georiënteerd. De opleiding TN heeft als speerpunt Living Technology: de wisselwerking tussen techniek en samenleving. Ze legt hierbij de focus op de sleuteltechnologieën nanotechnologie en mechatronica.

De drie opleidingen werken al jaren aan een gezamenlijke visie op hbo-technische natuurkunde binnen het Landelijk Overleg Technische Natuurkunde. Deze samenwerking heeft geresulteerd in een gemeenschappelijk Landelijk Opleidingsprofiel Technische Natuurkunde (LOTN) 2002. In 2014 besloten de drie opleidingen om gemeenschappelijk aan te sluiten bij het Domein Applied Science (DAS). De aansluiting bij DAS heeft geleid tot een aanpassing van het Landelijk Opleidingsprofiel in 2016.

De samenwerking van de opleidingen sterkt 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 afstudeerzittingen). 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 van Saxion Hogeschool is onderdeel van de academie Life Science, Engineering & Design (LED). De academie LED telt tien bacheloropleidingen en één masteropleiding, verdeeld over de domeinen Engineering en Life Science.

Daarnaast zijn aan de academie lectoraten verbonden: *Advanced Forensic Technology*, *Duurzame Energievoorziening*, *Industrial Design*, *International Water Technology*, *Lichtgewicht Construeren*, *Mechatronica*, *NanoBioInterface* en *NanoPhysicsInterface*. De lectoraten waarmee de opleiding de sterkste binding heeft zijn *NanoPhysicsInterface*, *Duurzame Energievoorziening* en *Mechatronica*.

Binnen de academie is de opleiding relatief klein. Op 1 oktober 2019 telde de opleiding 206 studenten. Het docententeam bestaat uit tien docenten waarbij 7.2 fte beschikbaar is voor het onderwijs en 0.8 fte voor onderzoek bij lectoraten. Deze 0.8 fte is verdeeld over drie docenten die allen onderzoek doen bij het lectoraat *NanoPhysicsInterface*. Alle docenten hebben een Master-graad, vier docenten hebben een PhD-graad.

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.

Om de audit meer te focussen heeft het panel vooraf vragen geformuleerd die door de opleiding (schriftelijk) beantwoord zijn. Deze vragen met antwoorden vormden de basis voor de gesprekken tijdens de audit.

Vorige visitatie

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

Aanbevelingen vorige accreditatie	Acties opleiding
<p>Een visie op beroep, los van de regionale inkleuring en het werkveld van de technisch natuurkundige werd voor het auditteam niet geheel duidelijk. Juist in de gesprekken met docenten kwam duidelijk naar voren dat in de kern de opleiding opleidt tot onderzoekers. Het auditteam adviseert de opleiding dit nadrukkelijk te laten terugkomen in de visie op beroep.</p>	<p>Mede door de omvangrijke opleidingsdocumentatie kwam de visie op het beroep niet helder over. De opleiding heeft de opleidingsdocumentatie herzien. Daarnaast heeft het team verschillende intervisiemomenten georganiseerd met het doel dat dit beeld ook door het gehele team doorleefd wordt.</p>
<p>Het auditteam adviseert het doen van onderzoek en het stimuleren van de onderzoekende houding explicieter te maken en integraal onderdeel van ieder vak te laten zijn. Onderzoek gaat naar de mening van het auditteam verder dan alleen samenwerking met lectoraten maar moet ook een nadrukkelijke plek krijgen in het eerste en het tweede jaar. Ook kan de visie op onderzoek nadrukkelijk vastgesteld worden.</p>	<p>De curriculumcommissie (CC) heeft geconcludeerd dat de herkenbaarheid van het onderzoek in het eerste en tweede jaar kon verbeteren, en dat onderzoek nog verder geïntegreerd kon worden. Zo zijn er bij verscheidene modules praktische opdrachten, opgenomen in de toetsing. Deze opdrachten kunnen opgevat worden als mini-onderzoekjes specifiek in een bepaald fysisch thema. Ook het <i>Applied Physics Project (APP)</i>, daar waar het onderzoek in meest geïntegreerde vorm geoefend wordt, is sterker gekoppeld met de professional skills lijn. Op deze manier wordt er explicieter aandacht gegeven aan de verschillende stappen van een onderzoek en is er meer aandacht voor betrouwbaarheid, onderbouwing en taalaspecten. In het team zijn periodiek intervisiemomenten om de visie te ijken en af te stemmen.</p>
<p>In 2016 heeft de academie een visie op internationalisering geschreven met daarin korte en lange termijn doelstellingen. Implementatie binnen de verschillende opleidingen van LED vindt nog plaats. In de kritische reflectie wordt aangegeven dat nog gewerkt wordt aan een visie voor de opleiding, maar in de auditgesprekken kwam duidelijk naar voren dat internationalisering al integraal onderdeel uitmaakt van de opleiding, een punt dat ook de studenten als zeer positief ervaren. Het auditteam adviseert om dit ook uit te dragen, daarop verder te gaan en al hetgeen nu al wordt gedaan op het gebied van internationalisering verder vorm te geven. Uiteraard moet dit ook worden</p>	<p>Het uitdragen van internationalisering heeft in het team vorm gekregen. Er wordt actief voorlichting gegeven omtrent de mogelijkheden en het belang van internationale ervaring opdoen. Vaak worden hiervoor studenten gevraagd die een semester in het buitenland gependend hebben, medestudenten te vertellen over hun ervaringen. Dit wordt o.a. in het kader van de professional skills lijn gedaan. Verder draagt iedereen in het team het ook uit richting de studenten gewoonweg door het "gesprek te voeren". Deze houding en voorlichtingsactiviteiten hebben een positief effect, gezien de groei in het aantal studenten dat ook naar het buitenland gaat voor een semester. Zie verder standaard 2.</p>

<p>vastgelegd in documenten maar nog belangrijker is dat dit ook zo met elkaar wordt ervaren en beleefd.</p>	
<p>Het auditteam adviseert om met elkaar in gesprek te gaan over het taalbeleid. Nu is taal een voorwaardelijke eis, maar met elkaar zal de opleiding ook een gezamenlijke norm moeten gaan hanteren en dit in het gehele curriculum terug laten komen.</p>	<p>Binnen de academie is een werkgroep Taal bezig met verschillende acties om het taalniveau van de studenten te verbeteren, een voorbeeld hiervan is dat alle eerstejaarsstudenten deelnemen aan een diagnostische taaltoets om te bepalen wat hun startniveau is. Voor alle studenten die hier onvoldoende op scoren wordt de module Taal-0 aangeboden, waarbij de basis van de Nederlandse taal onderwezen wordt. Daarnaast is in het curriculum nadrukkelijker de taallijn gekoppeld aan de beoordeling van beroepsopdrachten.</p>
<p>Het auditteam beveelt aan om het visiedocument en het leerplan samen te voegen tot een kort en bondig document, opdat de inhoud beter leeft bij alle betrokkenen.</p>	<p>De documenten zijn herzien. Dit heeft geresulteerd in een geïntegreerd document dat kort en bondig het profiel, visie op leren en toetsen beschrijft. Dit document is het resultaat van intensief overleg met het team over de visie en maatregelen.</p>
<p>Het auditteam [...] adviseert om kritisch te kijken naar de intensiteit van de instructie, training en oefening in jaar 1 en 2 en mogelijk meer te variëren met verschillende werkvormen. De overgang naar jaar 3 lijkt erg groot te zijn in termen van zelfstandigheid. Het is in de ogen van het auditteam erg belangrijk om vanaf het begin gericht te werken aan de professionele zelfstandigheid van de studenten.</p>	<p>De opleiding heeft getracht de stap van het tweede naar het derde jaar te verkleinen door een groter beroep te doen op het zelfstandig werken en bijbehorende verantwoordelijkheid in jaar 2. In het <i>Applied Physics Project</i> werken we samen met verschillende lectoraten. Op deze manier ervaren de studenten al in het tweede jaar hoe het is om met externe opdrachtgevers te werken, hetgeen verwachtingen schept op het gebied van professioneel en verantwoordelijk werken.</p>
<p>Het auditteam adviseert de opleiding de procedures omtrent voortgangsstimulerende toetsen en – opdrachten duidelijker te beschrijven.</p>	<p>Ten tijde van de interne audit was de opleiding aan het experimenteren met deze tools om studenten te activeren. Na evaluatie (waarbij studenten betrokken waren) heeft dit een uiteindelijke vorm gekregen welke helder en simpel is. Deze is in standaard 3 (toetsing) verder uiteengezet.</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 heeft als speerpunt *Living Technology*: de wisselwerking tussen techniek en samenleving. Ze legt hierbij de focus op de sleuteltechnologieën nanotechnologie en mechatronica.

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.

Elke stap is uitgewerkt in prestatie indicatoren. Zo is het criterium "resultaten te rapporteren volgens de in het werkveld geldende standaard" uitgewerkt in (i) rapporteert volgens vereiste formats, (ii) presenteert (tussen) resultaten op heldere wijze en (iii) draagt resultaten over aan opdrachtgever.

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 niveau 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.

De opleiding heeft de competenties gerelateerd aan kerntaken, waarbij het geheel aan kerntaken het afstudeerprogramma vormt. Er zijn drie kerntaken: (i) modelmatig onderzoeken, (ii) experimenteel onderzoeken en (iii) ontwikkelen en toepassen. De competenties komen in meerdere kerntaken voor. Aan kerntaken zijn beroepsproducten verbonden. Zo zijn de competenties onderzoeken en professioneel functioneren in alle drie de kerntaken verweven. Kerntaken worden aan de hand van beroepsproducten en via prestaties en activiteiten en de daarbij horende indicatoren beoordeeld (zie verder standaard 2 en 3).

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 BoKS is direct gerelateerd aan de competenties door middel van drie onderdelen: Natuurkunde, Wiskunde en Engineering. Engineering bevat de regionale inkleuring van de opleiding door ook aandacht te besteden aan regionaal relevante onderwerpen als polymeerfysica.

Naast de onderwerpen uit de BoKS met een regionale relevantie heeft de opleiding, conform het instellingsbeleid, "Focus op Living Technology". Saxion wil hier mee bereiken dat alle opleidingen binnen Saxion kennismaken met techniek en vooral met de impact die dit heeft op de maatschappij.

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

Betrokkenheid werkveld

Om het programma actueel te houden, vraagt de opleiding feedback en advies aan de verschillende stakeholders. De beroepenveldcommissie is een belangrijke sparringpartner omtrent de actualiteit van de modules en ontwikkelingen in het werkveld. Lectoraten zijn belangrijke partners, vooral het lectoraat NanoPhysicsInterface. In het kader van de Engelstalige minor *Nanotechnology* is er nauw contact met het lectoraat omtrent de inhoud en niveau van deze minor.

De opleiding houdt zelf de landelijke trends in de gaten, via de kring van (lokale) bedrijven rond de opleiding. Zo is in de regio de sleuteltechnologie fotonica steeds belangrijker aan het worden. Studenten komen tijdens de opdrachten in jaar 3 en 4 steeds vaker in aanraking met dit werkgebied. De opleiding verkent, samen met een aantal andere opleidingen, het lectoraat NanoPhysics en het lokale werkveld, hoe de opleiding, en in bredere context de gehele academie, invulling kan geven aan deze ontwikkelingen.

De TN-competenties komen overeen met de op Europees niveau vastgelegde competenties, het Nederlandse kwalificatieraamwerk en de vereiste kennis. Uit de documentatie blijkt dat dit door de beroepenveldcommissie is bevestigd en dat het nog regelmatig is geagendeerd.

Onderzoek en internationalisering

Onderzoek staat centraal in het competentieprofiel via de competentie onderzoeken, experimenteren en ontwikkelen. De opleiding leidt daarom studenten op die een kritisch onderzoekende houding hebben. In de visie van de opleiding is een bekwame technisch natuurkundige daarom ook een *reflective practitioner*: essentieel is het vermogen het (geleverde) werk te kunnen onderbouwen en te verantwoorden en de aanpak, na reflectie, (in toekomstige gevallen) bij te kunnen stellen.

Het internationale karakter komt tot uitdrukking in de communicatie met klanten, leveranciers of experts, die bij veel instellingen regelmatig geheel of gedeeltelijk in het Engels is. De opleiding vindt het daarom belangrijk dat studenten bewust worden gemaakt, en met basisvaardigheden uitgerust worden, om in een internationale context te opereren.

Weging en Oordeel

Het panel is van oordeel dat de opleiding het Landelijk Opleidingsprofiel, met daarin de negen competenties, grondig heeft uitgewerkt via de kerntaken en beroepsproducten. Via de Body of Knowledge & Skills (BoKS) is de relatie met de (inter)nationale eisen op heldere wijze vorm gegeven. De BoKS bevat ook regionaal relevante onderwerpen, waarmee de opleiding aansluit op actuele eisen vanuit het regionale perspectief.

Het beroepenveld is op meerdere manieren bij de opleiding betrokken: via de beroepenveldcommissie, het lectoraat en de kring van bedrijven rond de opleiding. Via deze gremia heeft de opleiding vastgesteld 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 deze contacten borgt dat aan de vereisten van deze standaard (Europees niveau, Nederlands kwalificatieraamwerk en inhoud van de opleiding) voldaan is. De relatie met de Dublin Descriptoren toont aan dat de competenties voldoen aan het (inter)nationale hbo-bachelorniveau Door het (lokale) werkveld te betrekken 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 vooraanstaande en passende plaats binnen de beoogde leerresultaten concludeert het panel.

Het heeft een centrale plaats in het beroepsprofiel en komt in alle drie kerntaken voor. De internationale context is in de uitwerking van de 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 zes leerlijnen vorm gegeven: (i) de natuurkunde lijn-groen, (ii) de wiskunde lijn- geel, (iii) hardware-practica-rood, (iv) software-practica - blauw, (v) professionele vaardigheden (grijs) en (vi) onderzoeksprojecten (paars/lichtblauw). Via deze leerlijnen zijn de competenties verwerkt in leerdoelen van onderwijsseenheden.

Het programma is als volgt opgebouwd:

Kwartiel 1.1	Kwartiel 1.2	Kwartiel 1.3	Kwartiel 1.4
Mathematics 1 (3EC)	Mathematics 2 (3EC)	Mathematics 3 (3EC)	Mathematics 4 (3EC)
Optics 1 (3EC)	Thermodynamics 1 (3EC)	Electromagnetism 1 (3EC)	Electromagnetism 2 (3EC)
Mechanics 1 (3EC)	Mechanics 2 (3EC)	Oscillations & Waves (3EC)	Atomic Physics 1 (3EC)
Experiments 1 (4EC)	Matlab/Simulink (4EC)	Labview (4EC)	Experiments 2 (4EC)
Professional Skills (4EC)			
Applied Physics Project 1 (4EC)			

Kwartiel 2.1	Kwartiel 2.2	Kwartiel 2.3	Kwartiel 2.4
Laplace and Fourier Transformations (3EC)	Systems Analysis (3EC)	Control Engineering* (3EC)	
Fluidmechanics and Heat Transfer 1 (3EC)		Fluid Mechanics and Heat Transfer 2* (3EC)	Thermodynamics 2 (3EC)
Atomic Physics 2 (3EC)	Materials science (3EC)		Polymer Physics* (3EC)
	Optics 2 (3EC)		Optics 3* (3EC)
		Statistics (3EC)	Design of Experiments (3EC)
Intro. Comsol (4EC)	Digital Signal Processing* (3EC)	Experiments 3 (4EC)	
Professional Skills (4EC)			
Applied Physics Project 2 (6EC)			

Jaar 3 & Jaar 4		
3S project (25 EC) Keuzemodulen (5EC)		Minor (30EC)
Graduation Assignment 1 (10 EC)		Graduation Assignment 2 (10 EC)
Core professional task [Modelling Research] (15 EC)	Core professional task [Experimental Research] (15 EC)	Core professional task [Development/Application Research] (10 EC)

De eerste twee jaren staan in het teken van het onderwijzen van basiskennis en basisvaardigheden. Aan het eind van het tweede jaar is de volledige inhoudelijke basis gerealiseerd.

De competenties beheren en coördineren, adviseren en in- en verkopen, instrueren en coachen, leidinggeven en managen en zelfsturing zijn gekoppeld aan ontwikkeling van professionele vaardigheden. De overige competenties zijn gekoppeld aan de andere leerlijnen.

De relatie tussen leerdoelen en beoogde leerresultaten legt de opleiding via karakteristieke voorbeelden van gedrag en activiteiten. Gedrag en activiteiten worden via prestatie-indicatoren beoordeeld.

Zo is bijvoorbeeld de competentie onderzoeken uitgewerkt in:

De hbo-bachelor TN doet technisch natuurkundig onderzoek met het doel om gestelde onderzoeksvragen te beantwoorden of probleemstellingen op te lossen en levert daarmee een bijdrage aan nieuwe ontwikkelingen en oplossingen voor technische probleemstellingen.

De student kan dit aantonen door een globale onderzoeksvraag te vertalen in concrete onderzoeksvragen en een uitwerkt onderzoeksplan op te stellen.

De bijbehorende prestatie-indicatoren zijn: (i) formuleert onderzoeksdoelen dusdanig dat ze concreet en meetbaar zijn, (ii) formuleert toetsbare hypothesen als richtsnoer voor het onderzoek en (iii) maakt onderscheid tussen hoofd- en bijzaken.

De voorbeelden van gedrag en activiteiten en de prestatie-indicatoren maken deel uit van zowel de leerdoelen als de toets- en beoordelingscriteria.

Onderwijsleeromgeving en het beroepenveld

Het vierjarig studieprogramma is zodanig opgebouwd dat de complexiteit van de inhoud, de omgeving en de zelfstandigheid van de student geleidelijk toeneemt naarmate de studie vordert. In de eerste twee leerjaren volgen de studenten gescheiden modules, waarbij de mate van docentsturing relatief hoog ligt, maar afneemt in vooral het tweede jaar. Het curriculum is gebalanceerd ingericht wat betreft de verdeling van de theoriemodules en praktijkmodules per kwartiel.

De propedeuse is oriënterend en selecterend; de student verwerft de basis van alle leerlijnen die de opleiding karakteriseren en die terug zullen komen in de opvolgende drie leerjaren. Hierdoor is het eerstejaars studieprogramma zodanig ingericht dat er aan het eind van het jaar een realistisch advies gegeven kan worden over de voortzetting van de studie, op basis van inhoudelijke kennis, vaardigheden en de getoonde attitude.

In de loop van het tweede jaar wordt de gevraagde mate van toepassing van de geleerde vaardigheden en zelfstandigheid van de student geleidelijk steeds meer vergroot, door de rol van de docent steeds meer naar 'coach' te verschuiven en steeds meer naar 'beroepsproducten' te vragen. Ook is er in het tweede jaar keuzeruimte: studenten kunnen twee modules kiezen uit modules gegeven binnen de opleiding of modules van een andere opleiding binnen LED. De opties binnen de opleiding zijn expertisemodules, waarin de student een zelfstandig kleinschalig onderzoek doet: *Programming in Python, Acoustics, 6sigma, Introduction to*

Weather Science, Medical Physics en *Solid State Physics*. Deze modules worden tevens gebruikt om in te spelen op trends in het werkveld. Het panel vindt dit een mooie en flexibele manier om het curriculum te actualiseren.

Het derde en vierde jaar bestaan uit vier semesters: het *Smart Solutions* semester, de minor, *Graduation Assignment I* (voorheen stage) en *Graduation Assignment II* (voorheen afstudeerstage). De focus in deze fase ligt op een verdere specialisatie en verdieping. De volgorde en toepassingsrichting van de vier semesters worden voornamelijk bepaald door de student zelf.

Onderzoeksvaardigheden en internationalisering

De ontwikkeling van onderzoeksvaardigheden is voor de opleiding het hoofdingrediënt van de opleiding. In het merendeel van de modules is de student met onderzoek bezig. De student krijgt complexe of minder complexe vraagstukken voorgeschiedt waar hij/zij een oplossing voor moet zien te vinden – zelfstandig of in een duo of projectgroep. De onderzoekslijn is op een mooie manier verweven in het programma. De student legt de resultaten van zijn/haar werk vast op een wijze die representatief is voor het beroepenveld (beroepsproducten), zoals logboeken of rapporten. Het *Applied Physics Project 2* wordt in nauwe samenwerking met de Saxion-lectoraten *Nanophysics, Nanobiophysics*, Mechatronica en Duurzame Energievoorzieningen uitgevoerd.

In de opleiding komt internationalisering op verschillende manieren aan bod.

De opleiding gebruikt veelal Engelstalig studiemateriaal. Vanwege het internationale karakter stimuleert de opleiding studenten (en door de opdrachtgever vaak verplicht) om in het Engels te rapporteren en/of te presenteren. Alle TN-studenten nemen ook deel aan de internationale projectweek van de academie LED.

Studenten worden door de opleiding aangemoedigd om in het kader van het Smart Solutions Semester deel te nemen aan het *European Project Semester (EPS)*, of een *graduation assignment* (met daaraan een van de kerntaken gekoppeld) of minor in het buitenland te doen. Dit gebeurt in toenemende mate: in semester 1 van 2019-2020, is ruim een derde van de studenten in jaar 3 of 4 in het buitenland geweest voor het EPS, een minor, de stage of het afstuderen.

Docenten en begeleiding

Het docententeam bestaat uit tien docenten (7.6 fte), aangevuld met één technisch onderwijsassistent (1.0 fte). Alle docenten hebben een masteropleiding in de fysica of aanverwante richting, hebben een Basis Kwalificatie Examinering en beschikken (binnenkort) over een Basis Didactische Bekwaamheid. Vier docenten zijn gepromoveerd en drie docenten zijn structureel verbonden aan een lectoraat (0.8 fte). De opleiding zet docenten in vanuit hun affiniteit en expertise. De helft van het team is betrokken bij de onderzoekslijn en de andere helft is studieloopbaanbegeleider. Het panel plaatst de kanttekening dat, gezien het internationale karakter van TN, het docententeam wat meer culturele diversiteit mag bevatten. Niet zozeer wat internationale ervaring betreft, maar vooral regionale aspect in de lagen van de opleiding (studenten, docenten en vertegenwoordigers van het beroepenveld hebben hoofdzakelijk een regionale achtergrond).

Uit de gesprekken met docenten kwam naar voren dat het beleid, de plannen en de ambities van de opleiding nog efficiënter gerealiseerd kunnen worden als het draagvlak in het team verder wordt vergroot.

Als voorbeeld noemt het panel het project *Studiesucces*, dat wat professionele ontwikkeling betreft een aantal pareltjes bevat, die te herleiden waren tot de coördinator van dit programma. Het panel adviseert de opleiding deze mooie projecten breder te beleggen door hier meer docenten bij te betrekken.

De opleiding voert intakegesprekken met aankomende studenten en hanteert een uitgebreide intakeprocedure, zodat studenten en de docenten elkaar al leren kennen en een aantal zaken (o.a. functiebeperkingen) besproken zijn voorafgaand aan de studie. Hierdoor kan aan studenten al vanaf het begin van de studie de juiste begeleiding of doorverwijzing worden gegeven.

De studieloopbaanbegeleiding (SLB) richt zich op het leerproces, de studieplanning, studievoortgang en de persoonlijke ontwikkeling van de student. De student behoudt normaal gesproken gedurende de gehele studietijd dezelfde SLB'er. Student en SLB'er voeren, in de eerste twee jaar, minimaal vier zgn. '1-op-1 gesprekken'.

De betreffende docenten verzorgen bij elke module de onderwijsgerelateerde begeleiding. Begeleiding vindt hoofdzakelijk plaats tijdens de ingeroosterde lesuren, maar ook buiten deze lesuren zijn docenten waar mogelijk beschikbaar om vragen te beantwoorden. Studenten ervaren een lage drempel om docenten aan te spreken.

De opleiding verzorgt extra begeleiding op het gebied van taalvaardigheid. Beperkte taalvaardigheid leidt regelmatig (mede) tot studievertraging. Er zijn twee hoofdproblemen. Ten eerste de onvoldoende technische beheersing van de Nederlandse (en soms Engelse) taal, zoals een correcte toepassing van de spelling, grammatica en interpunctie.

Het tweede hoofdprobleem betreft het kunnen aanbrengen van structuur en opbouw in een verslag/betog en het onderscheid maken tussen relevante zaken en niet-relevante zaken in beroepsproducten.

Om deze deficiënties op te sporen heeft de opleiding een Taaltoets als screeningsinstrument ontwikkeld. De taal cursus 'Taal-0' biedt studenten hulp, evenals verdere verwijzing naar taalworkshops.

Instroom en uitstroom

De opleiding is relatief klein (206 studenten, peildatum oktober 2019). Uit de gesprekken met studenten, alumni, docenten en werkveld kwam naar voren dat de studenten zeer gewild zijn en de behoefte aan TN'ers het aanbod overtreft. Daarnaast vraagt het panel zich af of de opleiding niet te streng selecteert in het eerste jaar.

Het panel adviseert de opleiding om, samen met stakeholders als het beroepenveld en de universiteit, een plan op te zetten om de uitstroom te verhogen.

De opleiding mag als ambitie hebben om niet alleen het slimste jongetje van de klas te zijn, maar ook het dikste (in de zin van een dikke instroom).

Weging en Oordeel

Het panel is van oordeel dat de opleiding een evenwichtig en goed doordacht programma heeft. De keuzevrijheid van de student en de flexibele manier waarop het programma actueel blijft waardeert het panel. Hierbij wordt rekening gehouden met de toegelaten studenten.

De relatie tussen beoogde leerresultaten, leerdoelen en het toets- en beoordelingskader is helder. Door kerntaken, gedrag en activiteiten expliciet bij het beoordelen te betrekken houdt de opleiding zicht op de competenties. Het panel trof een open en positieve teamsfeer aan met een hoge mate van medewerkerstevredenheid. Uit de documentatie en de gesprekken tijdens de audit bleek dat studenten positief zijn over de vakinhoudelijke bekwaamheid van de docenten en de kwaliteit van begeleiding.

De onderwijsleeromgeving is evenwichtig ontworpen betreffende de verdeling van de theoriemodules en praktijkmodules in de eerste twee jaar. In de laatste twee jaar staan kerntaken en specialisatie centraal. Door het centraal stellen van de beroepspraktijk en de substantiële rol van projecten, practica en beroepsproducten 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. Het panel waardeert de betrokkenheid van het beroepenveld en de studenten bij de optimalisatie van de onderwijsleeromgeving.

De ontwikkeling van onderzoeksvaardigheden heeft een vooraanstaande en passende plaats binnen het curriculum, waarbij het panel de betrokkenheid van de lectoraten waardeert. De aandacht voor internationale aspecten is op effectieve manier vormgegeven; studenten volgen in toenemende mate onderwijs in het buitenland. De ontwikkeling van onderzoeksvaardigheden heeft een vooraanstaande en passende plaats binnen het curriculum, waarbij het panel de betrokkenheid van de lectoraten waardeert. De aandacht voor internationale aspecten is op effectieve manier vormgegeven; studenten volgen in toenemende mate onderwijs in het buitenland.

Naast de onderwerpen uit de BoKS met een regionale relevantie heeft de opleiding, conform het instellingsbeleid, "Focus op Living Technology". Saxion wil hier mee bereiken dat alle opleidingen binnen Saxion kennismaken met techniek en vooral de impact die dit heeft op de maatschappij.

Docenten hebben minimaal masterniveau en hebben allen hun didactische bekwaamheid aantoonbaar gehaald. Het panel concludeert dat docenten zowel inhoudelijk als didactisch voldoende deskundig zijn om de opleiding te verzorgen.

De studieloopbaanbegeleiding én de begeleiding van andere leeractiviteiten is door de opleiding goed geregeld. Dat de opleiding extra begeleiding faciliteert voor de taalvaardigheid vindt het panel een mooi initiatief.

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

Toetsprogramma en toetsproces

In leerjaren 1 en 2 staat de Body of Knowledge and Skills (BoKS) centraal. Borging van de kwaliteit van toetsing vindt plaats via een examinerator, die aan de hand van de toetsmatrijs of het beoordelingsformat een toets opstelt/opdracht maakt en deze voorlegt aan een door de curriculumcommissie aangewezen collega-examinator. Deze laatste beoordeelt de kwaliteit van de toets en geeft feedback aan de opsteller van de toets. In samenspraak wordt vervolgens de definitieve toets opgesteld. Indien er sprake is van speciale redenen kan de examencommissie de toets beoordelen. Speciale redenen zijn: (i) het 'proces-verbaal' ingevuld door studenten of surveillanten naar aanleiding van de toets; (ii) ongebruikelijk goede resultaten (>90% behaald); (iii) ongebruikelijk slechte resultaten (<20% behaald) en (iv) de dialoog in het team naar aanleiding van de resultaten.

De examencommissie vormt zich vervolgens in deze gevallen een eigen oordeel en neemt dan naar aanleiding van de situatie een actie of besluit.

Voor alle theoriemodules zijn twee toetsmomenten per cursusjaar. De inhoud en leerdoelen zijn vastgelegd in de moduleomschrijving van de betreffende module. Hierbij wordt er onderscheid gemaakt in feitenkennis, begripsmatige kennis, reproductieve vaardigheden en productieve vaardigheden (Taxonomie van Romiszowski).

In leerjaren 3 en 4 voert de student tijdens de programmaonderdelen (3S-project en de *Graduation Assignments*) voor het beroep kenmerkende opdrachten (kerntaken) uit die integraal beoordeeld worden. Naast het product zijn ook het doorlopen proces en de onderbouwing van keuzes aspecten van de beoordeling. De beoordelingscriteria vloeien voort uit de competentiebeschrijvingen.

Beoordelingen in het kader van het afstudeerdossier worden (op dit moment nog) ingeleverd bij de leden van de examencommissie die de formulieren controleren op volledigheid en het resultaat van de beoordeling registreren.

Door het panel beoordeelde toetsen

Het panel heeft van de verschillende studiejaar representatieve toetsen beoordeeld en komt tot de volgende bevindingen. Van de beoordeelde theorie toetsen heeft het panel een toetsmatrijs en een beoordelingsmodel gezien. Ook bij de andere toetsen, zoals bijvoorbeeld (meet)rapporten, constateert het panel dat de opleiding goed over de toetsvorm heeft nagedacht en op een adequate manier toetst en beoordeelt. Het panel concludeert dat de toetsen passend zijn bij het hbo-bachelorniveau en dat de beoordeling navolgbaar is.

Afstuderen

De opleiding stelt zodanige eisen aan opdrachten dat geborgd is dat de opdracht en de bijbehorende taken in overeenstemming zijn met het competentieprofiel van de opleiding. Uit ervaring is gebleken dat het zeldzaam is dat één opdracht alle beroepstaken (competenties) van een TN'er bevat. In het afstudeerprogramma is het eindniveau van de opleiding gekoppeld aan kerntaken. De programmaonderdelen stage en afstuderen zijn vervangen voor de drie kerntaken die worden uitgevoerd tijdens *Graduation Assignments*.

In november 2019 heeft de evaluatie van de TN-pilot afstudeerdossier plaatsgevonden. Hieruit is gebleken dat de opleiding op de goede weg is met het werken met kerntaken.

De beroepenveldcommissie heeft het afstudeerprogramma inclusief beoordelingsformat gevalideerd.

Het panel heeft vijftien eindopdrachten beoordeeld en komt tot de conclusie dat alle beoordelingen goed navolgbaar zijn. In alle gevallen kon het panel zich vinden in de beoordeling.

Examencommissie

De examencommissie is academie-breed ingericht en heeft verschillende kamers. De kamer voor TN bestaat uit twee leden uit het TN-team die actief participeren in de centrale examencommissie. Bij het monitoren van het toetsproces bekijkt de examencommissie elk studiejaar een aantal toetsen of opdrachten. De bevindingen worden met de verantwoordelijke docent, de curriculumcommissie en waar nodig ook in de opleidingscommissie gedeeld. Verder rapporteert de examencommissie over verzoeken van studenten, toetskwaliteit en borging eindniveau aan de centrale examencommissie LED (Life Science, Engineering & Design). De examencommissie LED was minder tevreden over de volledigheid van de toetsdossiers en de archivering hiervan. Om hier controle op te krijgen heeft de academie een toets-*desk* ingericht.

De opleiding neemt actief deel aan de door de examencommissie georganiseerde bijeenkomsten waar leden van de examencommissie door de opleidingen ingebrachte beoordelingen van afstudeerders bekijken en hier feedback op geven. Uit deze sessie komt naar voren dat de ingebrachte werken van voldoende niveau zijn en dat de beoordelingen afdoende zijn toegelicht.

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. Het beoordelen van studenten in de laatste twee jaar op zowel de geleverde producten als het doorlopen proces vindt het panel een goede zaak.

Doordat de inhoud en leerdoelen zijn vastgelegd in de moduleomschrijving van de betreffende module zijn de eisen helder voor studenten.

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 speciale maatregelen of faciliteiten bij dyslexie) die een deel van de studenten heeft, is de toetsing toegankelijk.

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 actieve controlerende rol en de daaruit voortvloeiende verbeteracties.

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. 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 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 gecommitteerde 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 Saxion Hogeschool te continueren.

6. AANBEVELINGEN

Het panel heeft de volgende aanbevelingen geformuleerd:

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

De opleiding is relatief klein (206 studenten, peildatum oktober 2019). Uit de gesprekken met studenten, alumni, docenten en werkveld kwam naar voren dat de studenten zeer gewild zijn en de behoefte aan TN'ers het aanbod overtreft. Het panel vraagt zich af of de opleiding niet te streng selecteert in het eerste jaar.

Het panel adviseert de opleiding om, samen met stakeholders als het beroepenveld en de universiteit, een plan op te zetten om zowel de instroom als de uitstroom te verhogen.

Als suggestie geeft het panel mee om het verzorgingsgebied te vergroten qua studenten en qua bedrijven naar het gehele Noorden en Oosten van Nederland.

Uit de gesprekken met docenten kwam naar voren dat beleid, de plannen en de ambities van de opleiding nog efficiënter gerealiseerd kunnen worden als het draagvlak in het team verder wordt vergroot. Dit geldt eveneens voor mooie projecten als Studiesucces.

BIJLAGE I Scoretabel

Scoretabel paneloordelen Saxion Hogeschool 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

Auditprogramma Beperkte Opleidingsbeoordeling t.b.v. hbo-bacheloropleiding Technische Natuurkunde, Saxion Hogeschool – 25 november 2020 (online)

Tijd	Onderwerp	Deelnemers
9:00-9:30	<i>Kennismaking, vaststellen agenda en</i> - Ontwikkelingen in opleiding en team, strategie - ambities - hbo-niveau - relatie beroepenveld - internationale oriëntatie - onderzoeksdimensie	Management, Lector en voorzitter Curriculumcommissie
9:30-10:00	Pauze/ overleg	
10.00-10.30	<i>Samenhangende onderwijsleeromgeving</i> - inhoud en vormgeving programma - onderzoekslijn - lectoraat en kenniskring interactie onderwijs en onderzoek - praktijkcomponenten / stage - internationale component - aansluiting instromers - relatie docenten beroepenveld - eigen deskundigheid docenten - kwaliteit docententeam - toetsen en beoordelen borging niveau	3 docenten
10:30-11:00	Pauze/ overleg	
11.00-11.30	<i>Samenhangende onderwijsleeromgeving</i> - aansluiting - kwaliteit en relevantie programma - studeerbaarheid / studiebegeleiding - kwaliteit docenten - opleidingsspecifieke voorzieningen - rol betrokkenheid studenten/ medezeggenschap kwaliteitszorg - toetsen en beoordelen	4 studenten
11.30-13.00	Pauze/overleg/lunch	
13.00-13.30	<i>Gespreksonderwerpen Alumni</i> - kwaliteit en relevantie van de opleiding - functioneren in de praktijk of vervolgopleiding <i>Gespreksonderwerpen Werkveld</i> - actuele ontwikkelingen en doorvertaling naar programma - andere wensen vanuit het werkveld - stage en begeleiding - onderzoekscomponent	2x Werkveld/2 x alumni

	- gerealiseerd niveau	
13.30-14.00	Pauze/ overleg	
14.00-14.30	<i>Toetsing en gerealiseerde leerresultaten</i> - bevoegdheden, taken en rollen - relatie tot het management - kwaliteitsborging toetsen en beoordelen - kwaliteitsborging afstuderen	Examencommissie curriculumcommissie en opleidingscommissie
14.30-15.00	Mogelijkheid voor <i>pending issues</i> en voorbereiding terugkoppeling	
15.00-15.30		Terugkoppeling

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 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 naam 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 kernpanels 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 dual), 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

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.

Daarnaast bestudeerde het panel de volgende documenten:

1. Landelijk opleidingsprofiel 2016 LoTN
2. Saxion Strategisch Plan 2020-2024
3. Opleidingsprofiel TN juni 2020.
4. Analyse Werkveld Tevredenheids Onderzoek TN 2019
5. Module Description Smart Solutions Semester_2020-2021
6. Saxion Onderwijsvisie 2019
7. Professionaliseringsoverzicht team TN
8. Medewerker Tevredenheids Onderzoek TN 2019
9. NSE rapportages 2019
10. Toetsbeleid LED 2019
11. informatiegids afstuderen TN2020 , Afstudeergids TN ing2015 (oud) en Stagegids TN ing2015 (oud)
12. Presentatie Proces competentiebeoordelingen
13. A3 project afstudeerprogramma LED
14. Jaarverslag examencommissie 2018-2019
15. Lijst afstudeeropdrachten TN 2018-2019-2020
16. OER 2020-2021
17. Overzicht van het ingezette personeel
 - naam, functie, omvang aanstelling, graad en deskundigheid
18. Toetsopgaven + beoordelingscriteria en normering (antwoordmodellen) en een representatieve selectie van gemaakte toetsen (zoals presentaties, stageverslagen of assessments) en beoordelingen.

BIJLAGE IV Panelsamenstelling

Op 30 september 2020 heeft de NVAO goedkeuring gegeven aan de samenstelling van het auditpanel t.b.v. de beoordeling van de opleiding Technische Natuurkunde van Saxion Hogeschool 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. G.R. Langereis	Lid	De heer Langereis is Consultant Beleid Onderzoek bij dienst Onderwijs & Onderzoek bij Fontys Hogescholen en was tot januari 2020 bij SMART Photonics werkzaam als Programma Manager R&D.
Mevrouw L. Coremans	Student-lid	Mevrouw Coremans studeert sinds 2016 Technische Natuurkunde aan Fontys Hogescholen. Ze is onder andere studentlid van de Instituuts Medezeggenschapsraad.

Drs. B. Verstegen	Secretaris	De heer Verstegen is NVAO-getraind 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