



BEOORDELINGSRAPPORT

Beperkte opleidingsbeoordeling

hbo-bacheloropleiding
Technische Natuurkunde
voltijd

Fontys Hogescholen

De kracht van
kennis.

BEOORDELINGSRAPPORT

Beperkte opleidingsbeoordeling

hbo-bacheloropleiding
Technische Natuurkunde
voltijd

Fontys Hogescholen

CROHO nr.34268

Hobéon Certificering

Datum

30 november 2015

Auditpanel

ir. A.T. de Bruijn
ir. S. Boelens MBM
dr. P. Menger
B. Siebers

Secretaris

drs. G. Broers

INHOUDSOPGAVE

1.	BASISGEGEVENS	1
2.	SAMENVATTING	3
3.	INLEIDING	7
4.	OORDELEN OP HET NIVEAU VAN DE STANDAARDEN	9
5.	ALGEMEEN EINDOORDEEL	23
6.	AANBEVELINGEN	25
BIJLAGE I	Scoretabel	27
BIJLAGE II	Opleidingsspecifieke competenties	29
BIJLAGE III	Schematisch overzicht opleidingsprogramma	33
BIJLAGE IV	Auditprogramma, werkwijze en beslisregels	35
BIJLAGE V	Lijst geraadpleegde documenten	39
BIJLAGE VI	Overzicht auditteam	41

1. BASISGEGEVENS

NAAM INSTELLING	Fontys Hogescholen
status instelling	bekostigd
resultaat instellingstoets kwaliteitszorg	positief. Besluit NVAO/20132883/LL d.d. 5 september 2013
NAAM OPLEIDING (zoals in croho)	Technische Natuurkunde
registratienummer croho	34268
domein/sector croho	techniek
oriëntatie opleiding	hbo
niveau opleiding	bachelor
graad en titel	Bachelor of Applied Science
aantal studiepunten	240 EC VWO-route n.v.t.
afstudeerrichtingen	-
locatie	Eindhoven
variant	voltijd
onderwijstaal	Nederlands
datum audit / opleidingsbeoordeling	2 juni 2015
contactpersoon opleiding	de heer J. Uijlen

Basisgegevens **hbo-bacheloropleiding Technische Natuurkunde, voltijd.**

Bron: Kritische Reflectie, Eindhoven, april 2015.

Peildatum: 1 oktober 2014.

instroom (aantal)	2009	2010	2011	2012	2013	2014
uitval (percentage)						
uit het eerste jaar ¹	2009	2010	2011	2012	2013	2014
▪ voltijd	57	44	45	52	35	nnb
uit de hoofdfase ²				2009	2010	2011
▪ voltijd				24	21	9
rendement (percentage) ³ nominaal + 1 jaar				2008	2009	2010
▪ voltijd				68	38	31
docenten (aantal + fte)				aantal		Fte
▪ voltijd				13		10,9
opleidingsniveau docenten (percentage) ⁴			Bachelor	Master		PhD.
▪ voltijd			4	7		2
docent-student ratio ⁵						
▪ voltijd						1:28
contacturen (aantal) ⁶			1 ^e jaar	2 ^e jaar	3 ^e jaar	4 ^e jaar
▪ voltijd			15,7	15,2	15,0	13,5 (minor) 0.5 (afstuderen)

¹ Het aandeel van het totaal aantal bachelorstudenten (eerstejaars ho) dat na één jaar niet meer bij de opleiding staat ingeschreven, zo mogelijk voor de laatste zes cohorten.

² Het aandeel van de bachelorstudenten die zich na het eerste studiejaar opnieuw bij de opleiding inschrijven (herinschrijvers) dat in de nominale studieduur zonder het diploma te hebben behaald alsnog uitvalt uit de opleiding, zo mogelijk voor de laatste drie cohorten.

³ Het aandeel van de bachelorstudenten die zich na het eerste studiejaar opnieuw bij de opleiding inschrijven (herinschrijvers) dat het bachelordiploma haalt in de nominale studieduur + één jaar, zo mogelijk voor de laatste drie cohorten.

⁴ Het aandeel docenten (onderwijzend personeel) met een hbo, master en PhD in het totaal aantal docenten (onderwijzend personeel).

⁵ De verhouding tussen het totaal aantal ingeschreven studenten en het totaal aantal fte's aan onderwijzend personeel van de opleiding in het meest recente studiejaar.

⁶ Het gemiddeld aantal klokuren per week aan geprogrammeerde contacttijd, voor ieder jaar van de opleiding.

2. SAMENVATTING

Technische natuurkunde richt zich op het toepasbaar maken van de resultaten van natuurkundig en technisch onderzoek. Daarbij is sprake van een vertaling van natuurkundige kennis en principes naar innovatieve en duurzame technische producten en diensten. Afgestudeerden van deze opleiding hebben veelal direct na hun afstuderen een baan bij grote technische bedrijven maar ook bij kleine *start-ups* waarvan er verschillende te vinden zijn in de regio Eindhoven.

Beoogde competenties

De opleiding hanteert een set competenties die op landelijk niveau zijn bepaald. De snelle ontwikkelingen op het vakgebied leiden er toe dat de opleiding regelmatig met het werkveld overlegt over opleidingsrelevante ontwikkelingen. Het opleidingsprofiel dat de opleiding hanteert, kenmerkt zich door zijn breedte, en is uitgewerkt in beroepstaken die een duidelijke oriëntatie laten zien op het vakgebied technische natuurkunde. De opleiding heeft in overleg met het werkveld gekozen voor een inhoudelijke profilering met een brede basis, gecombineerd met een set toepassingsvaardigheden. Deze combinatie en het in overleg met de werkveldcommissie checken van de opleidingsresultaten, geeft vertrouwen voor de toekomst.

Zowel de internationale oriëntatie als de onderzoekscomponent zijn expliciet in de competenties en in de hiervan afgeleide beroepstaken beschreven en uitdrukkelijk geplaatst in het perspectief van de beroepsvoorbereiding.

Het auditteam is van mening dat het oordeel 'goed' passend is voor Standaard 1. De opleiding hanteert een set competenties die in landelijk verband zijn vastgesteld en waar het werkveld een belangrijke stem bij heeft en die de opleiding, indien nodig, na overleg met het werkveld aanpast/herziet. De internationale component en de onderzoekscomponent zijn stevig verankerd.

Programma

De opleiding biedt een samenhangend en inspirerend curriculum aan. Het biedt studenten enerzijds fundamentele natuurkundige kennis en anderzijds praktische vaardigheden in interactie met het werkveld. Het didactische concept en de vormgeving van het curriculum zijn duidelijk uitgewerkt. De opleiding onderscheidt themagerichte projecten waarbinnen de student theoretische en op toepassing gerichte kennis verwerft. De praktijkcomponent biedt studenten de gelegenheid om kennis te maken met de beroepspraktijk en kennis en vaardigheden te verwerven waaronder *soft skills* zoals samenwerken en schriftelijk en mondeling rapporteren.

De opleiding beschikt over onderwijs- en praktijkruimten, waaronder laboratoria, die voldoende zijn toegerust en die zowel docenten als studenten de gelegenheid bieden om zich daarbij te verdiepen in de meer fundamentele aspecten van het vakgebied en te experimenteren met mogelijke toepassingen. Het curriculum staat borg voor een op de praktijk gerichte leeromgeving, bijvoorbeeld binnen de kaders van de ASIA-projecten. Daarbij worden studenten ondersteund door literatuur die het auditteam, als 'goed' kwalificeert: Engelstalig met de vereiste actualiteit en complexiteit. De minor die de opleiding zelf aanbiedt, sluit aan bij de behoefte van het werkveld en de interesses van studenten.

Het rendement van de opleiding blijft een aandachtspunt. Het auditteam stelt vast dat de opleiding de afgelopen jaren planmatig activiteiten ontwikkelde om dit te verbeteren.

Het docententeam is toegerust met vak kennis om de vakken in de volle breedte te doceren. Hun vakinhoudelijke kennis en hun kennis van het werkveld is goed. Studenten waren eveneens tevreden over de begeleidingsvaardigheden van de docenten. Over het algemeen geldt dat studenten hun docenten positief beoordelen.

Het laboratorium waar het lectoraat 'Thin Films & Functional Materials' is gevestigd, is goed geoutilleerd. Hetzelfde geldt voor de overige voorzieningen waaronder leslokalen en overige laboratoria. Zij bieden docenten en studenten de gelegenheid zich verder te verdiepen in de fundamentele aspecten van het vakgebied. De profilering van het lectoraat richting opleiding en werkveld kan nog intensiever dan thans het geval is.

Het auditteam is van mening dat het oordeel 'goed' passend is voor Standaard 2. Het curriculum is wat inhoud en toepassingsvaardigheden betreft goed vormgegeven en interessant. Internationalisering is in het curriculum verankerd, niet in de laatste plaats door de veelal Engelstalige literatuur. De onderzoekscomponent is goed verankerd. Het door de opleiding gehanteerde didactische model is passend voor deze opleiding en voldoende uitgewerkt. Het team docenten is goed toegerust voor hun taak.

Toetsing en beoordeling

Zowel de examen- als de toetscommissie zijn voldoende toegerust voor de hun toebedeelde taken en sluiten aan bij de thans geldende wettelijke en organisatorische kaders. Voor zowel toetsing als beoordeling beschikt de opleiding over een valide instrumentarium zo blijkt na bestudering van toetsen. De opleiding beschikt over een toetsmatrijs waaruit blijkt dat de opleiding de toetsopdrachten voldoende verdeelt over de leerdoelen. Het vier-ogenprincipe bij de ontwerpen van toetsen is evident aanwezig.

Binnen de ASIA-projecten en groepsopdrachten gebruikt de opleiding een beoordelingsformat dat het mogelijk maakt studenten zowel in groepsverband als individueel te toetsen.

Zowel de examen- als de toetscommissie functioneert naar behoren. Het door het auditteam bevraagde werkveld is tevreden over de competenties waarover afgestudeerden beschikken. Het beoordelingsproces van de eindwerkstukken is transparant. De opleiding beoordeelt eindwerkstukken op transparante wijze zodat het proces van oordeelsvorming traceerbaar en inzichtelijk is. Het auditteam is van mening dat het oordeel 'voldoende' bij Standaard 3 op zijn plaats is. De kwaliteit van de toetsen alsmede de borging van het toetsproces zijn voldoende.

Gerealiseerd niveau

De afstudeercoördinator screent per afstudeeropdracht in welke mate dat deze voldoet aan de eisen van praktijkgericht onderzoek en complexiteit. Uitgangspunt bij het gerealiseerd niveau is dat alle beoogde competenties aan bod komen tijdens de afstudeerfase. Het auditteam stelt vast dat de door hem bestudeerde eindwerken het karakter hebben van een technisch ontwerp, de ontwikkeling van een product of een onderzoeksverslag.

De vijftien door het auditteam bestudeerde en beoordeelde eindwerkstukken representeren het bachelorniveau. De vraagstelling is doorgaans voldoende uitgewerkt, de gevolgde onderzoeksprocedure is beschreven evenals de resultaten. Op onderdelen is een verdere verbetering mogelijk van de eindwerkstukken, met name daar waar het de *uitwerking* van de onderzoekscomponent betreft. Het auditteam onderschrijft de beoordeling door de opleiding van de eindwerkstukken. Het werkveld is tevreden over de kwaliteit van de afgestudeerden. Studenten en alumni waarderen de wijze waarop de opleiding hen voorbereidt op de arbeidsmarkt. Het door het auditteam bevraagde werkveld is tevreden over de competenties waarover afgestudeerden TN'ers beschikken.

Het auditteam is van mening dat het oordeel 'voldoende' bij Standaard 4 op zijn plaats is. Werkveld en alumni zijn tevreden over de brede basis waarover afgestudeerden beschikken en hun toepassingsvaardigheden. Het niveau van de door het auditteam bestudeerde afstudeerwerken lag op bachelorniveau, de inhoud ervan is beroepsrelevant.

Algemene conclusie

De opleiding Technische Natuurkunde van Fontys Hogescholen biedt een curriculum aan dat de landelijk set competenties volgt, waarbij de opleiding in overleg met het werkveld bewust kiest voor een breed profiel. De opleiding beschikt over een docententeam dat vakinhoudelijk en didactisch is toegerust om de opleiding te verzorgen. Studenten, alumni en werkveld zijn tevreden over de kwaliteit van de opleiding. Voor het auditteam reden de opleiding Technische Natuurkunde van Fontys Hogescholen in de variant voltijd te beoordelen als voldoende. De opleiding vervult al met al een gewaardeerde maatschappelijke functie voor haar studenten, de alumni, het werkveld en personeel van Fontys in het algemeen en van de opleiding Technische Natuurkunde in het bijzonder.

Den Haag, 30 november 2015



Ir. A.T. de Bruijn,
voorzitter



drs. G. Broers,
secretaris

3. INLEIDING

Technische Natuurkunde behoort met de opleiding Applied Science tot het Fontys Instituut Toegepaste Natuurwetenschappen. De opleiding is eind jaren 60 gestart vanuit de toenmalige deeltijdopleiding Natuurkunde. Vanaf 2000 maakt Technische Natuurkunde deel uit van het instituut Toegepaste Natuurwetenschappen. Fontys biedt de opleiding thans aan in de voltijdvariant.

De opleiding Technische Natuurkunde beschikt over een team eigen docenten en deelt met de opleiding Applied Science het team 'Stage-Afstuderen-Marktgerichte taken'. Dit is verantwoordelijk voor de contacten tussen de opleidingen en het werkveld, het buitenschoolse programma en het werven van projectopdrachten uit het werkveld. De centrale kwaliteitscoördinator is verantwoordelijk voor het kwaliteitsbeleid en voert hierover overleg met vertegenwoordigers van de opleiding. Aan het instituut is het lectoraat *Thin Films & Functional Materials* verbonden.

De opleiding beschikt over een Raad van Advies en een beroepenveldcommissie, bestaande uit vertegenwoordigers uit het voor de opleiding relevante werkveld.

Accreditatie 2010

Op 15 november 2010 publiceerde de NVAO een positief accreditatiebesluit voor de opleiding Technische Natuurkunde. Alle onderwerpen die in het accreditatierapport ter sprake kwamen, werden daarbij als 'voldoende' beoordeeld. Een aantal aandachtspunten vatten we hier kort samen, gevolgd door verbetermaatregelen van de opleiding.

- De invoering van verbetermaatregelen was niet overzichtelijk gedocumenteerd. Het auditteam had wel verbeterplannen ingezien maar de realisatie ervan was 'niet traceerbaar'. Thans neemt de opleiding verbeteracties op in het jaarlijkse teamplan. In managementrapportages legt de directeur verantwoording af aan het CvB over de genomen verbetermaatregelen.
- Het auditteam had kritiek op het gebruik van websites als bron voor literatuur, de vermelding van bronnen en het schriftelijk taalgebruik van studenten. Daarop is het beoordelingskader voor afstudeerverslagen aangescherpt op de onderdelen taalgebruik en bronvermelding.
- Het laatste punt heeft betrekking op het opleidingsrendement. Hierbij gaf de NVAO aan dat zij het negatieve oordeel volgde van het auditteam over de rendementen '.... en beveelt sterk aan dit voortvarend ter hand te nemen'. De opleiding heeft vervolgens een inventarisatie gemaakt van de opleidingsrendementen. De norm voor een Bindend Negatief Studieadvies is verhoogd en dat de opleiding studenten extra begeleiding biedt die langer dan vijf jaar zijn ingeschreven bij de opleiding.

4. OORDELEN OP HET NIVEAU VAN DE STANDAARDEN

4.1. Beoogde eindkwalificaties

Standaard 1: De beoogde eindkwalificaties van de opleiding zijn wat inhoud, niveau en oriëntatie betreft geconcretiseerd en voldoen aan internationale eisen.

Toelichting NVAO: De beoogde eindkwalificaties passen wat betreft niveau (bachelor-master) en oriëntatie (hbo-wo) binnen het Nederlands kwalificatieraamwerk. Zij sluiten bovendien aan bij de actuele eisen die in internationaal perspectief vanuit het beroepenveld en het vakgebied worden gesteld aan de inhoud van de opleiding.

Bevindingen

Missie en visie

Het Fontys instituut waar Technische Natuurkunde deel van uit maakt, heeft een missie met als kenmerk: het inspireren en in nauwe afstemming met het werkveld/de arbeidsmarkt begeleiden van studenten tot 'competente professionals' en het leveren van een bijdrage aan de innovatie in het werkveld en de ontwikkeling van het beroep.

De opleiding Technische Natuurkunde ziet het voorts als haar missie om studenten verdiepte kennis van natuurkunde en techniek bij te brengen vanuit een interdisciplinaire invalshoek met als doel studenten op te leiden tot bachelor-ingenieurs, die uitdagingen in industrie en samenleving op korte (directe aansluiting met beroepspraktijk) en lange (zichzelf ontwikkelend) termijn aankunnen'. Daartoe beschikt de afgestudeerde over een stevige kennisbasis en een brede set toepassingsvaardigheden die in de set competenties zichtbaar zijn.

Profilering opleiding

Mede na overleg met het werkveld kiest de opleiding voor een *breed* profiel en legt daarbij een duidelijke relatie met het vakgebied Applied Science. Een keuze en een relatie die het auditteam onderschrijft. Het auditteam stelt voorts vast dat het werkveld in de regio Eindhoven prima aanknopingspunten biedt voor juist deze opleiding en dat de opleiding gebruik maakt van haar netwerk in de regio om op de hoogte te blijven van actuele ontwikkelingen. Van daaruit heeft zij gekozen voor drie beroepsdomeinen:

- Research & Development,
- Engineering en Fabricage,
- Commerce, Service en Dienstverlening.

Deze drie beroepsdomeinen zijn ingegeven door het werkveld in de 'hightech regio' Zuid Oost Brabant. De opleiding heeft in haar opleidingsconcept de drie domeinen concreet uitgewerkt in door de afgestudeerde TN'er uit te voeren activiteiten waaronder (1) het kunnen redeneren vanuit concepten en analogieën, (2) het kunnen vertalen van kennis en vaardigheden naar toepassingen, (3) het kunnen verklaren, berekenen en experimenteren en (4) het kunnen raadplegen van internationale bronnen. Het auditteam beoordeelt deze domeinkeuze van de opleiding als passend bij de eisen van het werkveld de competenties (zie hierna) en de vakinhoud.

Inhoud en oriëntatie

De Nederlandse hbo-bacheloropleidingen Technische Natuurkunde hebben in overleg met het werkveld een set competenties opgesteld. Zij onderscheiden zes beroepsspecifieke kerncompetenties, één beroepsspecifieke competentie en drie niet-beroepsspecifieke competenties.

Tot de beroepsspecifieke kerncompetenties behoren competenties op het terrein van de vakinhoud, onderzoeksmangement, experimenteren, ontwikkelen en toepassen, modelleren en specifieke voor het vakgebied typerende professionaliteit.

Voor de vakinhoud betekent dit dat de afgestudeerde TN'er werkt vanuit een basis van kennis, inzicht en vaardigheden op het terrein van natuurkunde; voor 'modelleren' betekent dit dat de afgestudeerde TN'er werkt met veelal mathematische modellen van de werkelijkheid om van daaruit simulaties uit te voeren. De beroepsspecifieke competenties zoals kennisoverdracht verwijzen naar de competentie van de TN'er om als docent of trainer werkzaam te zijn. Hij combineert daarbij vakinhoudelijke kennis en vaardigheden met didactische vaardigheden. De drie niet-beroepsspecifieke competenties refereren aan het kunnen leiding geven, zelfsturing en sociaal communicatieve vaardigheden. Het auditteam stelt vast dat het werkveld de set competenties onderschrijft: een brede basis en vaardigheden om deze toe te passen in wat complexiteit betreft uiteenlopende contexten. De nadruk ligt op vakinhoudelijke kennis. De beroepsspecifieke kerncompetenties heeft de opleiding goed uitgewerkt door niet te volstaan met een abstract geformuleerde competentie maar deze tevens 'handen en voeten' te geven door karakteristieke voorbeelden van gedrag/activiteiten te beschrijven.

De opleiding heeft verder het vakgebied beschreven aan de hand van kenmerkende beroepssituaties, kenmerkende handelingen en kenmerkende resultaten. De beroepssituaties waarbinnen de afgestudeerde TN'er werkzaam is, beschrijft zij aan de hand van de omgeving waarbinnen hij werkt, zijn rol en de opdracht waaraan hij werkt: het kunnen initiëren, organiseren en uitvoeren van onderzoek, het kunnen toepassen van mathematische modellen en het kunnen vertalen van natuurkundige principes naar praktische toepassingen. In de kern gaat het daarbij om het oplossen van een probleem of het beantwoorden van een onderzoeksvraag vanuit een natuurkundige context. De 'kenmerkende handelingen' typeren de belangrijkste werkzaamheden waar de afgestudeerde TN'er mee te maken krijgt. Het experimentele en modelmatige van het vakgebied komen hierbij nadrukkelijk aan bod. De TN'er maakt bij het oplossen van problemen gebruik van geavanceerde instrumenten en zijn vaardigheid om zijn brede vakinhoudelijke basis in te zetten in wisselende contexten en om daarbij interdisciplinair te kunnen werken. Het auditteam is tevreden over de concretisering van de competenties en hieraan gekoppelde beroepssituaties.

Validering door het werkveld

Het opleidingsprofiel en de hiervan afgeleide opleidingskwalificaties zijn in landelijk verband opgesteld. De door het auditteam geconsulteerde vertegenwoordigers van het werkveld onderschrijven het brede profiel van de Fontys-opleiding en de set competenties.

De afgestudeerde kan, voorzien van voldoende bagage als technicus, ontwerper, productontwikkelaar, adviseur of proces operator aan de slag. De rollen en functies, onderverdeeld in de eerder genoemde drie beroepsdomeinen, zijn goed uitgewerkt en geven inzicht in het werkveld van de technisch natuurkundige.

Het auditteam is positief over de wijze waarop de opleiding is geworteld in het regionale bedrijfsleven. De opleiding bevindt zich geografisch in een gebied waar veel fundamenteel natuurkundige onderzoek wordt uitgevoerd en hierop gebaseerde bedrijvigheid plaatsvindt. De opleiding profiteert daarvan door contacten met dat bedrijfsleven en, niet in de laatste plaats, door stage- en afstudeerplekken van studenten en projectopdrachten bij bedrijven in de regio.

Behalve een werkveldcommissie kent de opleiding ook een Raad van Advies. De opleiding raadpleegt haar Raad van Advies als het gaat om ontwikkelingen in het werkveld en de implicaties hiervan voor de opleiding. Ook raadpleegt de opleiding haar Raad van Advies bij meer beleidsmatige kwesties. Over belangrijke wijzigingen in het beroepsprofiel en de inhoud van het curriculum raadpleegt de opleiding de werkveldcommissie. Zowel het werkveld als het auditteam is van oordeel dat de landelijk afgesproken competenties ook regionaal draagvlak hebben.

Oriëntatie en niveau

De competenties hebben een duidelijke focus op de beroepspraktijk van de technisch natuurkundige. Essentieel hierbij is, zo gaf het werkveld aan, dat de afgestudeerde technisch natuurkundige beschikt over een brede kennisbasis van waaruit hij zich verder ontwikkelt. Meer specialistische kennis leert de student in het bedrijf waar hij na zijn afstuderen terechtkomt.

De opleiding heeft het niveau over de verschillende studiejaar in het opleidingsprofiel goed uitgewerkt, zo laat bestudering van de doelstellingen en het curriculum zien. Zij onderscheidt drie kwalificatieniveaus. Per opleidingscompetentie geeft de opleiding het niveau aan waarop de student de competentie dient te beheersen. Het hoogste kwalificatieniveau betreft de competenties op de terreinen: vakinhoud, onderzoek, experimenteren, ontwikkelen en toepassen, leren en zelfsturing. Voor de overige opleidingscompetentie geldt niveau 2. Het auditteam onderschrijft deze niveau-indeling door de opleiding: de opleiding legt hierbij de juiste prioriteiten.

Internationalisering

Vrijwel iedere student komt in aanraking met het internationale werkveld. De competenties borgen enerzijds de internationale aspecten van het vakgebied en anderzijds biedt de veelal Engelstalige kenniscomponent de studenten voldoende basis om zich internationaal te oriënteren. Concreet gaat het dan om het kunnen volgen van ontwikkeling in het vakgebied, het kunnen rapporteren over de resultaten van onderzoek in de Engelse taal (het auditteam heeft een Engelstalige onderzoekspresentatie bijgewoond) en het kunnen samenwerken binnen interdisciplinaire, internationaal samengestelde teams. Ongeveer 20 procent van de studenten volgt een stage in het buitenland. Bedrijven waar studenten stage lopen in Nederland zijn internationaal georiënteerd.

De literatuur die in de opleiding wordt gebruikt, is veelal Engelstalige. Twee Engelstalige handboeken vormen de basis voor de opleiding en sluiten zonder meer aan op het hbo-bachelor niveau en op de door de opleiding gehanteerde set competenties, met name op de terreinen 'Experimenteren', 'Modelleren' en 'Ontwikkelen en toepassen'. Zij biedt tevens een prima aansluiting op het domein waartoe de opleiding behoort.

Onderzoek

De onderzoekscomponent is binnen de set competenties ontegenzeggelijk aanwezig. 'Onderzoek-management'. Het gaat dan om het kunnen vertalen van een globale onderzoeksvraag naar een concreet onderzoeksvoorstel, om het kunnen analyseren van een technisch probleem wat betreft risico en/of haalbaarheid, om het opstellen en uitvoeren van een onderzoeksplan, het bijeen brengen van deskundigen en het kunnen overleggen met opdrachtgevers over de voortgang van het onderzoek.

Weging en Oordeel

Het auditteam beoordeelt standaard 1 als 'goed'. En wel om de volgende redenen:

- de opleidingen op het terrein van Technische Natuurkunde hebben op landelijk niveau het opleidingsprofiel en de hiervan afgeleide competenties op een concrete en daarmee inzichtelijke wijze uitgewerkt in overleg met het werkveld,
- de opleiding kiest in haar profiel voor een brede basis en toepassingsvaardigheden die werkveld en alumni onderschrijven,
- de opleiding en het werkveld onderhouden nauwe banden, waarbij de opleiding aansluit bij de competentie-eisen van het regionale werkveld op het terrein van technische natuurkunde.
- internationalisering en onderzoek zijn in de set competenties opgenomen.

4.2. Onderwijsleeromgeving

Standaard 2: Het programma, het personeel en de opleidingsspecifieke voorzieningen maken het voor de instromende studenten mogelijk de beoogde eindkwalificaties te realiseren.

Toelichting NVAO: De inhoud en vormgeving van het programma stellen de toegelaten studenten in staat de beoogde eindkwalificaties te bereiken. De kwaliteit van het personeel en van de opleidingsspecifieke voorzieningen is daarbij essentieel. Programma, personeel en voorzieningen vormen een voor studenten samenhangende onderwijsleeromgeving.

Bevindingen

Kennisbasis en vaardigheden

Op landelijk niveau is een *Body of Knowledge and Skills (BoKS)* opgesteld. Kenmerken zijn een stevige natuurkundige- en wiskunde basis. De opleiding heeft aanvullend, na consultatie van haar werkveldcommissie op onderdelen deze *BoKS* verder uitgebreid.

De kennisbasis bestaat uit drie disciplines: natuurkunde, wiskunde en *engineering*. Binnen natuurkunde verwerft de student kennis van en inzicht in studieonderdelen zoals de kwantummechanica, thermodynamica, elektromagnetisme en de klassieke mechanica. Binnen bijvoorbeeld wiskunde verwerft de student kennis van en inzicht in de lineaire en numerieke algebra, statistiek en Laplace- en Fourier-transformaties verwerft. Binnen engineering vallen studieonderdelen zoals meet- en regeltechniek, energietechniek en nanotechnologie.

Additioneel aan genoemde natuurkunde studieonderdelen, moet de student ook vertrouwd raken met de kernbegrippen uit de atoomfysica, deeltjesfysica, stromingsleer en akoestiek en materialen. Voorts verwerft de student tijdens zijn opleiding kennis van en inzicht in software, instrumentatie, sensoren, meettechnieken en het genereren van data. Tot zijn vaardigheden behoren het opzetten en uitvoeren van experimenten, modelleren en simuleren, programmeren en communiceren in woord en geschrift. De opleiding besteedt aan dit laatste ruim aandacht: de student moet in staat zijn door hem uitgevoerde experimenten correct te beschrijven en de resultaten duidelijk te kunnen weergeven. De kennisbasis is door het auditteam getoetst bij de beroepenveld commissie en bij afgestudeerde studenten en door beide partijen als goed gekwalificeerd.

Over de door de opleiding gebruikte literatuur kan het auditteam kort zijn: relevant, *up to date*, veelal Engelstalig en van de vereiste diepgang.

De onderzoekscomponent is in het curriculum verwerkt, conform de competentie-eis. Al vanaf de start van de opleiding werkt de student aan zijn onderzoekscompetenties en minder aan de engineeringscompetenties. Dit gebeurt met name binnen de kaders van de competenties 2, 3 en 4 (zie bijlage) die betrekking hebben op onderzoeksmanagement, experimenteren en op ontwikkelen en toepassen. Bestudering van het curriculum laat zien dat de opleiding de onderzoekscomponent binnen ASIA-projecten (zie hierna) vormgeeft, binnen het practicum Fysisch Experimenteren, groepsopdrachten, de stage en de afstudeeropdracht. De student leert daarbij een probleemanalyse en probleembeschrijving te formuleren, een onderzoeksplan op te stellen, zelfstandig literatuur te selecteren op relevantie. Hij leert onderzoek uit te voeren, gegevens te verzamelen en deze te interpreteren.

Samengevat stelt het auditteam vast dat de opleiding haar studenten terdege toerust om de competenties op het terrein van onderzoeksvaardigheden te realiseren.

Verbinding competenties en programma

Het auditteam is positief over de wijze waarop de opleiding de 'koninklijke weg' heeft bewandeld bij het omzetten van de set competenties in doelstellingen en het curriculum. Iedere competentie is daarbij vertaald in meetbare doelstellingen: karakteristieke voorbeelden van gedrag en activiteiten. Dit heeft de opleiding op een inzichtelijke én consistente wijze uitgewerkt in het CLOTS-schema (Competenties, Leerdoelen, Onderwijseenheden, Toetsvormen en Studiepunten). Per studieonderdeel is aangegeven welke competenties en hiervan afgeleide doelstellingen centraal staan. De door de student te verwerven kennis en vaardigheden zijn duidelijk beschreven; zo duidelijk dat niet alleen de docent maar ook de student zich een goed beeld kan vormen van hetgeen de opleiding verwacht.

Het accent in het vierjarige curriculum ligt op (fundamentele) natuurkundige internationaal gevalideerde kennis, onderzoeksvaardigheden, toepassingsvaardigheden en communicatieve vaardigheden. Het auditteam stelt vast dat de opleiding recente ontwikkelingen in het vakgebied op een adequate wijze in het programma verwerkt. Voor recente ontwikkelingen in het vakgebied kan de student ook terecht bij het lectoraat waar hij de gelegenheid heeft om te experimenteren, te ontwerpen en daarbij theorie en praktijk kan combineren.

Vormgeving

De opleiding heeft een eigen visie op leren en ontwikkelen geformuleerd die als volgt is samen te vatten. Kennis en vaardigheden zijn geïntegreerd in de beroepspraktijk. De opleidingsactiviteiten hebben een sterke taak- en probleemoriëntatie waardoor de student de toepasbaarheid en de samenhang van de te bestuderen lesstof doorziet, zo stelt het auditteam vast. Vervolgens heeft de opleiding een aantal pedagogische en didactische eisen geformuleerd die goed aansluiten bij de hiervoor samengevatte opleidingsvisie. Hiertoe behoort de integratie van de beroepspraktijk in het curriculum. Theorie en praktijk sluiten op elkaar aan, de horizontale en verticale samenhang van het curriculum zijn duidelijk waarneembaar. De samenhang in het curriculum is vormgegeven in vijf leerlijnen: de kennisleerlijn, de onderzoeksleerlijn (deels nog in ontwikkeling), de werkveldleerlijn, de communicatieleerlijn (deels nog in ontwikkeling) en de studieloopbaanleerlijn. Eerstgenoemde leerlijn is door de opleiding en het werkveld altijd als 'heel belangrijk' beschouwd. Binnen deze leerlijn biedt de opleiding basisvakken en practica aan. Het belang van deze leerlijn voor de opleiding blijkt uit de wijze waarop de opleiding de kennisleerlijnen heeft uitgewerkt tot op het niveau van vakonderdelen. Dit gaf het auditteam goed inzicht in de concrete inhoud en volledigheid van de verschillende studieonderdelen.

Het curriculum is thematisch van opzet waarbij de thema's bestaan uit vakken, practica en groepswork, is een belangrijke taak weggelegd voor het werkveld bij stage en afstuderen en is het curriculum zodanig van opbouw, dat de vakinhoud steeds complexer wordt en studenten steeds zelfstandiger werken. De opleiding zorgt er voor dat een veelheid aan vakinhouden en vaardigheden bij de door haar gekozen thema's aan bod komen. De thema's zijn voor studenten herkenbaar en relevant. Voorbeelden van thema's uit de propedeuse zijn: meten aan beweging, warmtehuishouding en fundamenteel onderzoek van de materie. Voor de kernfase kiest de opleiding onder andere voor de thema's *smart materials*, *waves*, *optics and sound* en *sensing and processing*. In de afstudeerfase werken studenten aan twee thema's: *energy and environment* en *signals and materials*.

De theoriecomponent behorende bij een thema biedt de opleiding aan in afzonderlijke theorievakken. Dit kan in de vorm van een college maar ook door middel van een instructieles. De opleiding heeft ieder vak gesplitst in onderdelen die docenten successievelijk behandelen en waarbij de complexiteit ervan toeneemt. Gedurende zijn opleiding dient de student ook steeds zelfstandiger te worden bij het uitvoeren van zijn werkzaamheden.

In de propedeuse leert de student basisvaardigheden met een duidelijke sturing door de docent. In de kernfase van de opleiding voert de student zelf experimenten uit waarbij de docentsturing afneemt. In de afstudeerfase is de student zelf aan zet om een eigen onderzoekopzet te kiezen en deze verder te ontwikkelen. Een fraai voorbeeld van de toenemende complexiteit van de onderzoeksvaardigheden trof het auditteam aan bij zijn rondgang langs de voorzieningen. Studenten moeten niet alleen leren om waarden af te lezen van de apparatuur maar zich daarbij ook de vraag stellen: klopt de door mij afgelezen waarde of is er wellicht sprake van een meetfout?

Aan iedere opleidingscompetentie heeft de opleiding een of meerdere werkvormen gekoppeld. Als onderwijsvorm maakt de opleiding, naast colleges, practica en stages, gebruik van probleem gestuurd onderwijs (pgo) en projectonderwijs. Pgo gebruikt de opleiding vooral in de eerste fase van de studie: studenten werken in groepen aan een casus onder de begeleiding van een tutor. In de tweede helft van de opleiding ligt de nadruk op projectonderwijs. Zie hierna onder 'ASIA',

ASIA-projecten

Een aparte vermelding als goed voorbeeld van praktijkopdrachten, verdienen de ASIA-projecten (Applied Science Ingenieurs- en Adviesbureau). ASIA is de organisatievorm waarvoor Fontys gekozen heeft om studenten aan praktische gerichte opdrachten te laten werken. De belangrijkste doelstellingen zijn: kennismaken met concrete bedrijfssituaties en bedrijfsopdrachten, projectmatig samenwerken op een bedrijfsmatige wijze en het ontwikkelen en zelfstandig opzetten en uitvoeren van onderzoek. Als vervolg op de ASIA-projecten uit het tweede studiejaar, voeren studenten in het tweede semester van het derde studiejaar onderzoek uit dat zij samen met het werkveld afsluiten met een symposium. Ook kunnen studenten deelnemen aan multidisciplinaire projecten, *Integral Product Development* (IPD), waar zij samenwerken met studenten van andere disciplines.

Het auditteam beschouwt zowel de ASIA-projecten als de multidisciplinaire projecten als een waardevolle invulling/uitwerking van het didactisch concept van de opleiding waarbij theorie en praktijk elkaar afwisselen.

Lectoraat

Het lectoraat *Thin Films & Functional Materials* verzorgt naast frontaal onderwijs ook projectopdrachten voor ASIA en IPD. Studenten kunnen hier stage lopen of een afstudeeropdracht uitvoeren. Het lectoraat past volgens het auditteam prima binnen deze opleiding: veel aspecten van dit lectoraat hebben een relatie met de theoriecomponent van het vak en bieden studenten voldoende gelegenheid om hun theoretische kennis toe te passen. In dit verband wijst het auditteam op de mogelijkheid voor studenten om zich binnen de kaders van het lectoraat verder te bekwamen in het uitvoeren van experimenten (competentie 3). Daarbij ligt de nadruk op het voorbereiden van metingen/experimenten, het formuleren van toetsbare hypothesen als richtsnoer voor experimenten, het integreren van het instrumentarium tot een werkende meetoplossing en het kunnen rapporteren van de meetresultaten. Studenten melden tevreden te zijn over de mogelijkheid om zich binnen het curriculum te bekwamen in het uitvoeren van onderzoek. Het lectoraat is passend voor deze opleiding; het sluit goed aan op de inhoud van de opleiding en op het regionale werkveld wat betreft de onderzoeksthema's.

Het lectoraat had eerst een eigen programma binnen de minor. Dat is vervolgens overgegaan naar het kernprogramma, waardoor iedere student er mee in aanraking komt. Het gevolg is wel geweest dat het lectoraat minder zichtbaar geworden is. In het gesprek met alumni en werkveld bleek dat zij het lectoraat niet kenden. Het auditteam merkt op dat het lectoraat zich sterker kan profileren binnen de opleiding.

Een 'tandje bij schakelen' is hier op zijn plaats, want de relevantie van het lectoraat voor de opleiding is groot. En het is ook zeer wel mogelijk gelet op het potentieel waarover het lectoraat beschikt.

De minor

In het zesde semester van de opleiding volgen studenten een minor. Studenten kunnen daarbij een keuze maken uit een opleidingsspecifieke minor of een Fontys-brede minor. Ook bestaat voor studenten de mogelijkheid een minor buiten Fontys te volgen. Veruit de meeste studenten kiezen voor een minor die gelieerd is aan hun vakgebied. Het auditteam stelt vast dat de opleiding binnen de kaders van haar minor *Exploring Physics* zes voor het vakgebied relevante vakken aanbiedt: Elektro-Akoestiek, Astrofysica, Quantumwereld, Fotonica, Design of Experiments en Didactische vorming. Binnen de kaders van dit laatste onderdeel betreft de opleiding haar derdejaars studenten bij de verwerking van de leerstof door eerstejaars studenten. Volgens het auditteam een prima manier, óók voor derdejaarsstudenten, om zich zowel de kennis- als de vaardighedencomponent van de opleiding in een meer verdiepte vorm eigen te maken.

Ontwikkeling van beroepsvaardigheden

Om er voor te zorgen dat de kennis en vaardigheden van docenten en studenten actueel blijft, maakt de opleiding gebruik van haar netwerk in de regio met relevante bedrijven en organisaties. Hier kunnen studenten stage lopen en afstuderen. Uit het netwerk selecteert de opleiding haar leden van de werkveldcommissie en haar Raad van Advies.

Gedurende hun vierjarige opleiding werken studenten regelmatig aan praktijkopdrachten binnen ASIA, IPD en andere groepsopdrachten. Theorie en praktijk komen daarin bij elkaar.

Van belang is hierbij ook dat het curriculum aansluit op de rollen die de student als beginnend beroepsbeoefenaar speelt. Rollen speel je. Functies vervul je. Dat kan zijn als technicus, onderzoeker, ontwerper maar ook als docent, adviseur of als stafmedewerker. Zoals eerder reeds vermeld bereidt de opleiding haar studenten voor op het werken binnen de beroepsdomeinen Onderzoek & Ontwikkeling, Engineering & Fabricage en Commercie, Service & Dienstverlening. Studenten kunnen hierin individuele accenten aanbrengen via hun keuze voor stage, minor en afstudeeropdracht. Dit telkens vanuit een brede, stevige kennisbasis. Een terechte keuze van de opleiding.

Internationale aspecten in het curriculum

Fundamenteel natuurkundig onderzoek is internationaal en daarmee is het werkveld ook sterk internationaal gericht. Het auditteam zag dit ook terug tijdens de audit. De literatuur is veelal Engelstalig. Zonder een goede beheersing van het Engels is de opleiding nauwelijks te doen, zo stelt het auditteam vast. Het auditteam heeft in dit verband de inventarisatie bestudeerd van leeruitkomsten en activiteiten met een internationale component. Zij beschouwt de internationale gerichtheid van de opleiding zonder meer als voldoende.

Instroom en studie uitval

Technische Natuurkunde is zeker in cognitief opzicht geen eenvoudige opleiding. De omvang en de aard van de verplichte literatuur leidt er toe dat instromende studenten dienen te beschikken over een bètaprofiel met affectie voor techniek. Voor vwo'ers geldt dat zij een versneld programma kunnen volgen, mits zij voor het vwo-profiel N&T hebben gekozen. Zij ronden dan de propedeuse af in een half jaar. De studenten die het auditteam sprak, vonden de verkorte opleiding goed te doen.

Instromende studenten biedt de opleiding een *summercourse* op het terrein van wiskunde aan. Verder verzorgt de opleiding voorlichtingsavonden op het aanleverend onderwijs en organiseert zij kennismakingsdagen. De studie-uitval zonder propedeusediploma lag de afgelopen jaren tussen de 40 en 60 procent.

In 2013 bleef de uitval van studenten die de opleiding verlaten zonder propedeusediploma beperkt tot 35 procent. Veruit het beste rendementscijfer van de afgelopen jaren. Wellicht, zo stelt het auditteam vast, dat de verhoogde inzet van de opleiding om de rendementen te verbeteren de eerste vruchten beginnen af te werpen. Zo kent de opleiding sinds 2012 het project uitvalpreventie. Daartoe heeft de opleiding onder andere van Saxion Hogeschool een cursus 'Studeren met Succes' overgenomen. Studenten die de opleiding voortijdig verlaten voeren een exitgesprek met een vertegenwoordiger van de opleiding. Deze gesprekken verschaffen de opleiding goed zicht op de oorzaken van voortijdige studie uitval. Niet in de laatste plaats hebben studiehouding en motivatie hier mee te maken. Bij voorlichtingsactiviteiten rond stages is een belangrijke plek ingeruimd voor de presentaties van ouderejaars aan eerstejaars. Studenten vinden voorlichting en de door de opleiding gehanteerde intakeprocedure adequaat.

Voorzieningen

De opleiding is gevestigd op het Fontys terrein dat gelegen is naast het TU/e-terrein. De voorzieningen zijn aan de maat. Er is een kleine bibliotheek waar de opleiding de collectie boeken heeft opgenomen die afkomstig is van de grotere centrale Fontys bibliotheek. Studenten hebben toegang tot alle relevante elektronische databanken en kunnen gebruik maken van de bibliotheek van de TU/e. Lokalen en ICT-voorzieningen zijn voldoende uitgerust evenals de praktijkruimten en laboratoria. De opleiding heeft recent apparatuur aangeschaft op het terrein van fotonica en akoestiek, daarbij aansluitend op de vakinhoudelijke- en vaardighedencomponent van de opleiding.

Voor informatie over de opleiding kunnen studenten en docenten terecht op de digitale leer- en werkomgeving, N@tschool. Hierin zijn alle opleidingsrelevante databestanden opgenomen op het terrein van roostering, studiehandleidingen en studiemateriaal. Ook krijgen studenten hier informatie over stages, opdrachten voor praktijkopdrachten en afstuderen. Studieresultaten kunnen studenten inzien via het studentinformatiesysteem. De gebruiksvriendelijkheid van N@tschool is een aandachtspunt voor de opleiding.

De opleiding kent een aparte leerlijn op het terrein van studieloopbaanbegeleiding. Vanaf de start van de opleiding begeleidt de opleiding haar studenten en beschikken studenten over een studieloopbaanbegeleider. Ook biedt de opleiding haar studenten lessen aan op het terrein van hun studieloopbaan. In de eerste fase van de opleiding ligt de nadruk op, zoals de opleiding het uitdrukt, 'bewustwording' van de student: wat wil ik, wat kan ik en wat kies ik. Na de propedeuse komt de nadruk te liggen op studieprestaties: de studievoortgang staat daarbij centraal. Naast de aldus geformaliseerde SLB is er veel informele begeleiding in allerlei contactmomenten tussen studenten en docenten. Studenten voelen zich mede hierdoor in hoge mate gekend.

Personeel

De opleiding beschikt over dertien docenten. Het aantal docenten dat ten minste over een masteropleiding beschikt, bedraagt negen. Twee docenten volgen thans een masteropleiding. Daarnaast kent de opleiding onderwijsondersteunend personeel dat werkzaam is in de laboratoria. De lector en vier docenten van het lectoraat zijn bij het onderwijs betrokken. Uit de CV's van docenten blijkt, dat zij in termen van vakinhoud en werkeldkennis in ruime mate zijn toegerust om de hun toebedeelde studieonderdelen te verzorgen. Via stages en afstuderen in de regio komen zij ruimschoots in aanraking met het voor het vakgebied belangrijke werkeld. Van belang is nog wel, zo merkt het auditteam op, dat zij dit netwerk verder uitbreiden. Ook bezoeken zij conferenties waar vakdidactiek centraal staat. Er is sprake van een open sfeer binnen de opleiding en waar laagdrempeligheid kenmerkend is.

Alle docenten en onderzoeksassistenten beschikken over een didactische bevoegdheid. Studenten zijn positief over de kwaliteit van docenten: over hun vakinhoudelijkheid, hun didactische en praktische vaardigheden en over hun betrokkenheid met de studenten.

Weging en Oordeel

Het auditteam beoordeelt standaard 2 als 'goed'. En wel om de volgende redenen:

- de opleiding biedt een goed doordacht curriculum aan dat het hbo-bachelorniveau representeert,
- het curriculum is samenhangend met een per studiejaar opklimmende moeilijkheidsgraad,
- theorie en praktijk zijn in het curriculum verweven waarbij relatie met de beroepspraktijk nooit ver weg is,
- de literatuur op hbo-bachelorniveau ligt,
- de opleiding beschikt over een docententeam dat grotendeels op masterniveau is opgeleid en dat over didactische kwaliteiten beschikt,
- de opleiding biedt haar studenten de gelegenheid om te groeien naar een professional op het terrein van technische natuurkunde, daarbij geholpen door de studieloopbaanleerlijn,
- de opleiding maakt aantoonbaar werk van het verbeteren van de rendementen.

4.3. Toetsing

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

Toelichting NVAO: De toetsen en de beoordeling zijn valide, betrouwbaar en voor studenten inzichtelijk. De examencommissie van de opleiding borgt de kwaliteit van de tentaminering en examinering.

Bevindingen

Toetssysteem

Het auditteam stelt op basis van het gesprek met vertegenwoordigers van de examen- en toetscommissie vast dat de opleiding een duidelijke visie hanteert bij het toetsen en beoordelen. Zij beschikt over relevante en valide instrumenten waarmee zij op een betrouwbare wijze vaststelt of de student de competenties verwerft.

De opleiding beschouwt toetsen en beoordelen als een integraal onderdeel van het leerproces. Vandaaruit hanteert zij het volgende uitgangspunt: consistentie tussen de leeruitkomst, de leeractiviteit en de toetsing. Theoretische leeruitkomsten toetst de opleiding door kennisvragen. Leeruitkomsten op het terrein van vaardigheden toetst zij door simulaties of presentaties, integrale leeruitkomsten door praktijkopdrachten. De kwaliteit van de toetsing en het beoordelen borgt de opleiding door kwaliteitszorgprocedures. De opleiding hanteert voor de theorievakken een toetsmatrijs waarin de verdeling van de toetsvragen over de leerdoelen opgenomen is, evenals een verdeling van de toetsvragen naar de categorieën: kennis, inzicht, vaardigheden, toepassen en integreren. Ook speelt de Taxonomie van Bloom een rol bij de samenstelling van toetsen.

De toetscommissie bestaat uit twee docenten met ruime toetservaring. Zij controleren jaarlijks een aantal toetsen op validiteit en betrouwbaarheid. Ook bestudeert zij de uitwerking van toetsen door studenten waarna, indien nodig, een nabespreking volgt met docenten. De toetscommissie let ook op de spreiding van toetsen over een studiejaar. In overleg met de examencommissie formuleert de toetscommissie jaarlijks een aantal speerpunten rond toetsen en beoordelen. Voor alle toetsen geldt het vier-ogenprincipe: één docent ontwikkelt de toets, tenminste één tweede docent beoordeelt de toets en overlegt met de toetsontwikkelaar als er verschillen van inzicht bestaan. Studenten zijn tevreden over de kwaliteit van de toetsen. De spreiding over de lesstof is voldoende en de mate van diepgang beoordelen zij als passend bij de beoogde eindkwalificaties. De opleiding analyseert de resultaten van door studenten gemaakte toetsen om op basis hiervan en met gebruikmaking van studentevaluaties verbetermaatregelen te treffen. Bijvoorbeeld: als studenten een toetsvraag slecht maken, leidt dat tot een analyse van de vraag en de antwoorden van studenten.

De opleiding toetst de kennisstudieonderdelen schriftelijk, de practica die de student volgt, beoordeelt zij op aanwezigheid, inzet en de kwaliteit van de verslaglegging. De projecten beoordeelt de opleiding op werk, verslag en presentatie.

De toetsen die het auditteam heeft bestudeerd zijn in orde. Het niveau is hbo-bachelorniveau en de aard van de toetsvragen zorgt ervoor dat hun kennis en inzicht op een valide wijze wordt gemeten. Voor studenten bestaat de mogelijkheid na afloop van een toets een commentaarformulier in te vullen. Docenten en de toetscommissie bespreken de resultaten hiervan die zij vervolgens in een samengevatte vorm voorleggen aan de examencommissie. Indien de resultaten van het studentencommentaar daartoe aanleiding geeft, neemt de examencommissie maatregelen.

Beoordelingssystematiek

De criteria die de opleiding voor het Competentie-examen 3 (afstudeerexamen) heeft geformuleerd, beschrijven op een inzichtelijke wijze het eindniveau van de opleiding. In dit verband merkt het auditteam op, dat de opleiding er in geslaagd is om alle competenties in de set beoordelingscriteria te verwerken. De opleiding stelt bij het competentie-examen vast of de student heeft voldaan aan alle beoordelingseisen én of de student met een voldoende resultaat de minor heeft behaald. Bij een voldoende cijfer bij het afstuderen voor de theorievakken, de practica, het projectwerk en het afstudeeronderzoek, voldoet de student aan de landelijk vastgestelde set competenties.

De opleiding beoordeelt de competentieontwikkeling van haar studenten tijdens drie competentie-examens. Aan het einde van de propedeuse volgt het competentie-examen 1, gevolgd door het competentie-examen 2 na 2,5 jaar. De opleiding heeft voor ieder competentie-examen vastgelegd over welke competenties de student beschikt, meer precies: op welk niveau de student een competentie dient te beheersen. Deze systematiek beoordeelt het auditteam als inzichtelijk in de ontwikkeling van de student tot een competente beroepsbeoefenaar.

Voor het onderdeel Praktisch werk van het afstuderen heeft de opleiding duidelijke beoordelingscriteria geformuleerd: inwerktijd, zelfstandigheid, aanpak, resultaat, inhoud, opbouw en diepgang. Iedere student sluit de afstudeeropdracht af met een presentatie en een verdediging voor een afstudeercommissie. Hierin hebben twee externe leden zitting die afkomstig zijn uit het beroepenveld, de afstudeermentor, de voorzitter van de afstudeercommissie en een gecommiteerde. Laatstgenoemde ziet toe dat de beoordeling correct gebeurt en rapporteert hierover aan de examencommissie. De leden van de afstudeercommissie beoordelen ieder deelaspect van de afstudeeropdracht: het werk, het verslag en de presentatie. Voor ieder deelaspect dient de student ten minste een voldoende te scoren. Het auditteam stelt vast dat de opleiding een duidelijk scheiding aanbrengt tussen begeleiden en beoordelen. Positief is dat de opleiding de beoordelingssystematiek blijft aanscherpen. Zo is recent een beoordelingskader 'Onderzoek' ontwikkeld, geïnspireerd door een lector van de Hogeschool Utrecht. Dit kader gebruikt de voorzitter van de afstudeercommissie thans voorafgaand aan de afstudeerzitting of het onderzoek voldoet aan de eisen uit het kader.

Afstuderen

De afstudeercoördinator beoordeelt iedere afstudeeropdracht vóór de aanvang van het afstudeertraject. Hierbij hanteert hij een lijst met criteria die het auditteam als passend beoordeelt. Criteria zijn daarbij o.a.: de relevantie van het onderwerp, de omvang, de complexiteit en de kwaliteit van het uitgevoerde onderzoek. Essentieel is dat de student aantoonst dat hij over de competenties beschikt van een startende beroepsbeoefenaar. Is de opdracht goedgekeurd, dan bezoekt de afstudeermentor van de opleiding het bedrijf waarna de afstudeeropdracht zijn definitieve vorm krijgt. Tijdens een daaropvolgend tussenbezoek aan het afstudeerbedrijf door de afstudeermentor informeert deze naar de voortgang, het functioneren van de student en de kwaliteit van de begeleiding. Het resultaat van dit bezoek vat de afstudeermentor samen in een korte rapportage die opgenomen wordt in het afstudeerdossier van de student. De student sluit zijn afstuderen af met een presentatie en een verdediging. De leden van de afstudeercommissie bespreken de presentatie en verdediging evenals de kwaliteit van de afstudeeropdracht op basis van criteria die ook de student bekend zijn. Het auditteam is van mening de opleiding een protocol voor begeleiding hanteert, dat zorgvuldig is en ten goede komt aan de kwaliteit van het afstudeerwerk en de relatie met opdrachtgevers.

Examen- en Toetscommissie

De toets- en examencommissie bewaken de kwaliteit van de toetsen, van de werken en van de competentie-examens. Zij beoordelen steekproefsgewijs toetsen, eindwerken en de procedures rond afstudeerzittingen. De taak van de toetscommissie ligt op het terrein van het bevorderen van de kwaliteit en betrouwbaarheid van de toetsen.

Ook adviseert zij docenten over toetsprocedures en de opleiding over het te volgen toetsbeleid. De toetscommissie rapporteert halfjaarlijks rechtstreeks aan de curriculumcommissie en de examencommissie. Het auditteam stelt vast dat de toetscommissie *in control* is en niet meer onder de examencommissie ressorteert.

De voorzitter van de examencommissie overlegt regelmatig met het management van de opleiding waarbij eventuele knelpunten en nieuwe ontwikkelingen telkens terugkerende thema's zijn. Het jaarverslag van de examencommissie geeft een duidelijk beeld van haar werkzaamheden en laat zien dat ook de examencommissie *in control* is, opleidingsrelevante beslissingen neemt en acteert zoals door de wetgever voorgeschreven. Positief is ook de bijdrage van het externe lid van de examencommissie, dat een vaak verfrissende kijk blijkt te hebben op het werk van de examencommissie. De examencommissie benoemt de examinatoren die, waar nodig, een speciale training volgen op de terreinen toetsen en beoordelen. De eisen die de examencommissie stelt aan examinatoren, zijn afgestemd op het niveau van de opleiding en het auditteam beoordeelt die eisen als passend.

Weging en Oordeel

Het auditteam beoordeelt standaard 3 als 'voldoende'. En wel om de volgende redenen:

- de examen- en toetscommissie voeren hun functie naar behoren uit,
- het toetsproces is voldoende gestructureerd,
- de beoordelingssystematiek is over de hele linie duidelijk,
- de toetsen weerspiegelen in voldoende mate het hbo-bachelor niveau.

4.4. Gerealiseerde eindkwalificaties

Standaard 4: De opleiding toont aan dat de beoogde eindkwalificaties worden gerealiseerd.

Toelichting NVAO: Het gerealiseerde niveau blijkt uit de resultaten van tussentijdse en afsluitende toetsen, de eindwerken en de wijze waarop afgestudeerden in de praktijk of in een vervolgopleiding functioneren.

Bevindingen

Eindwerkstukken

Het werkveld is tevreden over het afstudeerniveau van studenten Technische Natuurkunde, zo laten zij tijdens de audit weten. De verworven competenties sluiten prima aan bij de eisen van een startende beroepsbeoefenaar, aldus de alumni. Zij zijn door de stevige, brede basis en de praktijkgerichtheid inzetbaar in uiteenlopende gebieden in het werkveld. Dit beeld ziet het auditteam ook terug in het startbekwaamheidsonderzoek dat de opleiding in 2014 onder alumni heeft uitgezet.

De vijftien door het auditteam geselecteerde eindwerkstukken laten praktijkgericht onderzoek zien dat resulteert in een technisch ontwerp of een product.

Omdat een deel van de studentproducten onder geheimhoudingsregeling viel, zijn deze eindwerkstukken tijdens een extra auditdag ter plekke bij Fontys beoordeeld. Twee auditoren hebben toen ook met beoordelaars van de afstudeerproducten van gedachten gewisseld over de eindwerkstukken. Een vruchtbare exercitie, zo stelt het auditteam vast.

De bestudeerde eindwerkstukken liggen op bachelorniveau. De gekozen onderwerpen/thema's zijn relevant. 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. 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.

De beoordeling van de eindwerken door het auditteam komt in belangrijke mate overeen met het oordeel van de examinatoren. Daar waar dit een enkele keer niet het geval was, heeft het auditteam een toelichting gevraagd van examinatoren; een toelichting die bij het auditteam vervolgens leidde tot begrip voor het oordeel van de examinatoren.

Weging en Oordeel

Het auditteam beoordeelt standaard 4 als 'voldoende'. En wel om de volgende redenen:

- de opleiding hanteert een duidelijk gestructureerde afstudeerprocedure,
- het vakinhoudelijk niveau van de eindwerkstukken ligt op bachelorniveau, waarbij door een aanscherping op onderdelen nog winst te behalen valt,
- de opleiding maakt haar claim waar dat studenten inzetbaar zijn door de combinatie van basiskennis en toepassingsvaardigheden.

5. ALGEMEEN EINDOORDEEL

De opleiding Technische Natuurkunde van Fontys Hogescholen is een hbo-bacheloropleiding die studenten aflevert die terdege voorbereid, de arbeidsmarkt instromen. Alumni en werkveld zijn tevreden over de breedte van de opleiding en over de vakinhoudelijke kennis en toepassingsvaardigheden van afgestudeerden. De opleiding houdt voldoende contacten met het werkveld en betreft representanten uit dat werkveld actief bij de opleiding. Daardoor stemmen de inhoud van de opleiding en de eisen van het werkveld overeen. Door de interactie tussen theorie en praktijk krijgen studenten gedurende de opleiding een goed beeld van de arbeidsmarkt en wat de arbeidsmarkt van hen vraagt. Het auditteam is van oordeel dat de kwaliteit van de eindwerkstukken het hbo-bachelorniveau representeert. Studenten beschikken bij het afstuderen over de vereiste competenties waarmee de opleidingscirkel, de standaarden 1 en 4, gesloten is.

6. AANBEVELINGEN

Het auditteam geeft de opleiding in overweging om – in lijn met haar doelen – studenten meer ruimte te bieden aan het ontwikkelen van hun 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 *scratch* af aan een oplossing moeten uitwerken. Studenten die het auditteam tijdens een presentatie van een dergelijke opdracht sprak, gaven aan dit uitermate inspirerend en uitdagend te vinden. Het TNW-Convenant 2020 sluit in feite mooi aan bij deze aanbeveling.

BIJLAGE I Scoretabel

Scoretabel paneloordelen Fontys Hogescholen, hbo-bachelor Technische Natuurkunde voltijd	
Standaard	Oordeel
Standaard 1. De beoogde eindkwalificaties	g
Standaard 2. Onderwijsleeromgeving	g
Standaard 3. Toetsing	v
Standaard 4. Gerealiseerde eindkwalificaties	v
Algemeen eindoordeel	v

BIJLAGE II Opleidingsspecifieke competenties

1 Vakinhoud / Cognitie

De Hbo-bachelor TN werkt vanuit een basis van kennis, inzicht en vaardigheden op het gebied van de natuurkunde.

Hij laat dit zien door (karakteristieke voorbeelden van gedrag / activiteiten):

1. kennis, inzicht en vaardigheden te hebben en deze op de juiste wijze toe te passen op het gebied van de technische natuurkunde en ondersteunende vakgebieden;
2. de bijbehorende theorie toe te passen in concrete situaties;
3. natuurkundige principes / wetten op juiste wijze toe te passen bij berekeningen;
4. te beoordelen of resultaten van berekeningen realistisch zijn en de juistheid van berekeningen na te gaan, mede gebruik makend van dimensieanalyse;
5. de geldigheid van theorieën en modellen te controleren / toetsen aan randvoorwaarden en uitgangspunten;
6. zich snel in een natuurkundig of aanverwant vakgebied in te werken;
7. relaties en analogieën tussen vakgebieden te herkennen en te benutten;
8. vakinhoudelijke discussies te voeren.

2 Onderzoek-management

De Hbo-bachelor TN initieert, definieert, organiseert en realiseert technisch natuurkundig onderzoek.

Hij laat dit zien door (karakteristieke voorbeelden van gedrag / activiteiten):

1. een globale onderzoeksvraag te vertalen in concrete onderzoeksvoorstellen;
2. technische problemen te analyseren qua risico of haalbaarheid, en zonodig daarbij prioriteiten aan te geven;
3. een uitgewerkt onderzoeksplan op te stellen;
4. een onderzoeksplan uit te voeren en de voortgang te controleren;
5. deskundigen bijeen te brengen en aan te sturen;
6. te communiceren met opdrachtgevers over het verloop van het onderzoek en de resultaten.

3 Experimenteren

De Hbo-bachelor TN voert experimenten uit ten behoeve van onderzoek en/of ontwikkeling van producten en/of processen, is betrokken bij het ontwerp, de ontwikkeling, bouw en automatisering van complexe experimentele meetopstellingen waarin de natuurkunde een centrale rol speelt en ontwerpt / bouwt / automatiseert eenvoudige opstellingen zelf.

Hij laat dit zien door (karakteristieke voorbeelden van gedrag / activiteiten):

1. experimenten / metingen voor te bereiden (overleg met opdrachtgever, planning, meetplan etc.);
2. toetsbare hypothesen te formuleren als richtsnoer voor de experimenten;
3. experimenten op te zetten volgens statistisch verantwoorde methoden;
4. toepasbare meetmethoden en meetprincipes te kiezen / bedenken;
5. apparatuur te beoordelen en te selecteren voor een onderzoek, ontwikkel- of ontwerpdoel;
6. automatiseringshulpmiddelen te beoordelen en te selecteren, bijv. voor simulaties, besturing of gegevensverwerking;
7. in voorkomende gevallen zelf software als automatiseringshulpmiddel te ontwikkelen;
8. instrumenten en automatiseringshulpmiddelen te testen, ijken en kalibreren;
9. instrumentarium te integreren tot een werkende meetopstelling;
10. experimenten nauwgezet uit te voeren, daarbij oog hebbend voor meetfouten en meetnauwkeurigheid en de invloed hiervan op de meetresultaten;
11. meetgegevens te verwerken, analyseren en interpreteren, hierbij relaties leggend met theorie, modellen en simulaties;
12. voorstellen te doen voor het verbeteren van de meetopstelling en voor vervolg-experimenten
13. resultaten te rapporteren volgens de in het werkveld geldende standaarden.

4 Ontwikkelen en Toepassen

De Hbo-bachelor TN vertaalt natuurkundige principes naar praktische toepassingen en andersom, en hij fungeert hierbij als een onmisbare schakel in een multidisciplinair team.

Hij laat dit zien door (karakteristieke voorbeelden van gedrag / activiteiten):

1. natuurkundige verschijnselen als zodanig te herkennen en theorie te koppelen aan de manifestatie ervan in praktijk en toepassing;
2. in concrete situaties op juiste wijze te beoordelen of, welke en in welke mate natuurkundige verschijnselen een rol spelen;
3. problemen systematisch aan te pakken en daarbij creativiteit met betrekking tot mogelijke oplossingen aan de dag te leggen;
4. instrumenten en/of automatiseringshulpmiddelen voor een concrete toepassing te beoordelen en te selecteren;
5. de toepassing van natuurkundige verschijnselen in bestaande apparatuur te vertalen naar nieuwe, aanverwante en analoge toepassingen;
6. nieuwe (op natuurkundige verschijnselen gebaseerde) technologische ontwikkelingen te volgen en daaruit eigen toepassingen af te leiden;
7. complexe processen en producten vanuit natuurkundige invalshoek te beschrijven, te ondersteunen en bij te sturen;
8. te adviseren omtrent het gebruik of toepassing van natuurkundige technieken, apparatuur of automatiseringshulpmiddelen;
9. (on)haalbaarheid van toepassingen en doelstellingen vanuit natuurkundig oogpunt te onderzoeken;
10. samen te werken met mensen uit andere disciplines, daarbij de vaktaal van andere disciplines te spreken en zonodig de rol van intermediair te vervullen.

5 Modelleren

De Hbo-bachelor TN werkt met, veelal mathematische, modellen van de werkelijkheid en voert aan de hand daarvan simulaties uit.

Hij laat dit zien door (karakteristieke voorbeelden van gedrag / activiteiten):

1. uitgangspunten van modellen te begrijpen en te omschrijven;
2. geldigheid van modellen te omschrijven en te controleren;
3. modellen op de juiste wijze toe te passen en te interpreteren;
4. gebruik te maken van relaties en analogieën tussen modellen;
5. zelf vergelijkingen van een eenvoudig model op te stellen;
6. eerst hoofdlijnen in model te beschrijven en details pas later toe te voegen;
7. modelberekeningen en simulaties uit te voeren;
8. resultaten van modelberekeningen en simulaties te interpreteren en te vergelijken met experimentele resultaten.

6 Specifieke Professionaliteit

De Hbo-bachelor TN is specialist op zijn vakgebied en neemt daarin zijn professionele verantwoordelijkheid.

Hij laat dit zien door (karakteristieke voorbeelden van gedrag / activiteiten):

1. de ontwikkelingen op zijn vakgebied te volgen en de betekenis hiervan in te schatten;
2. zich te houden aan benodigde en vereiste veiligheidsmaatregelen bij het werk met natuurkundige verschijnselen en apparatuur;
3. vanuit natuurkundige invalshoek rekening te houden met milieu en duurzaamheid;
4. ethische verantwoordelijkheid te tonen in de ontwikkeling en toepassing van natuurkundige technieken;
5. vakinhoudelijke contacten met professionals te onderhouden;
6. de werking en het belang van patenten en octrooien te doorgronden; op de hoogte zijn van de wijze waarop deze tot stand komen; op de hoogte zijn van de eisen waaraan publicaties met het oog op patenten en octrooien moeten voldoen.

Beroepsspecifieke competentie

7 Kennisoverdracht

De Hbo-bachelor TN werkt als leraar, docent of trainer, waarbij kennis en vaardigheden m.b.t. onderwerpen uit de natuurkunde worden overgedragen en waarbij hij vakinhoudelijke kennis en vaardigheden combineert met didactische vaardigheden.

Hij laat dit zien door (karakteristieke voorbeelden van gedrag / activiteiten):

1. lessen, trainingen en cursussen te verzorgen;
2. leerlingen, studenten of cursisten te begeleiden en te coachen;
3. didactische vaardigheden toe te passen;
4. leerstof en lesmateriaal te selecteren en/of samen te stellen;
5. toepassingsgebied van leerstof onder de aandacht te brengen;
6. opgaven en toetsen te maken, te selecteren en te controleren;
7. verschillende les- en werkvormen toe te passen;
8. knelpunten in gedachtegang en begripsvorming te signaleren en weg te nemen.

Niet beroepsspecifieke competenties

8 Leiding geven

De Hbo-bachelor TN geeft leiding en sturing aan medewerkers.

Hij laat dit zien door (karakteristieke voorbeelden van gedrag / activiteiten):

1. het hebben en uitdragen van een visie betreffende de organisatie of het organisatieonderdeel;
2. coachen van medewerkers door te inspireren, te overtuigen, te motiveren, respect te tonen, samenwerken te stimuleren en te delegeren;
3. zelf voorbeeld naar medewerkers te geven.

9 Leren Leren / Zelfsturing

De Hbo-bachelor TN onderhoudt en ontwikkelt zijn handelsbekwaamheid en zet zijn eigen strategie op om in een continu veranderende omgeving adequaat te blijven functioneren.

Hij laat dit zien door (karakteristieke voorbeelden van gedrag / activiteiten):

1. te reflecteren op eigen gedrag om feedback te geven en te ontvangen;
2. de wil te tonen om te leren;
3. doorzettingsvermogen te tonen.

10 Sociaal communicatieve bekwaamheid

De Hbo-bachelor TN communiceert en werkt samen met anderen in een multiculturele, internationale en/of multidisciplinaire omgeving en voldoet aan de eisen die het participeren in een arbeidsorganisatie stelt.

De Hbo-bachelor TN onderhoudt en ontwikkelt zijn handelsbekwaamheid en zet zijn eigen strategie op om in een continu veranderende omgeving adequaat te blijven functioneren.

Hij laat dit zien door (karakteristieke voorbeelden van gedrag / activiteiten):

1. met collega's in een multiculturele omgeving samen te werken;
2. een stage of afstudeeropdracht in het buitenland uit te voeren;
3. eigen handelen en denken kritisch te evalueren, verantwoording af te leggen en te verwerken.

BIJLAGE III Schematisch overzicht opleidingsprogramma

De opleiding heeft een propedeutische fase, met een omvang van 60 studiepunten, die wordt afgesloten met een propedeuse examen. De propedeuse heeft een oriënterende, selecterende en verwijzende functie. De opleiding heeft een omvang van 240 studiepunten en bestaat uit een major en een minor. De major omvat 210 studiepunten. De minor omvat 30 studiepunten.

De opleiding TN werkt met een semestersysteem. Een semester, een halfjaarlijkse studieperiode is weer verdeeld in twee perioden met circa 10 weken. Per periode worden maximaal 6 onderwijseenheden parallel opgestart, aangeboden en afgerond. Een periode heeft 8 lesweken, een tentamenweek en een week voor diverse activiteiten (herkansingen en excursies ed.).

Het semestersysteem is binnen de opleiding gericht op een efficiënte en effectieve invulling van de beschikbare tijd. De studiesemesters K1/K2 en K3/K4 uit de kernfase zijn in willekeurige volgorde te volgen.

Dit geldt ook voor de studiesemesters A1/A2 uit de afstudeerfase en de minor.

Een vwo-student (N&T) kan direct in semester 2 met de studie beginnen. Een student wordt zoveel mogelijk in een vaste groep geplaatst. Het volgen van studieonderdelen uit een "andere" studiefase is in principe toegestaan.

Het semestersysteem

1e studiejaar		2e studiejaar		3e studiejaar		4e studiejaar	
Najaar	Voorjaar	Najaar	Voorjaar	Najaar	Voorjaar	Najaar	Voorjaar
Propedeuse		Kernfase			Afstudeerfase		
Theorie		Theorie		Stage	Theorie	Minor	Afstuderen
P1/P2	P3/P4	K1/K2	K3/K4	S	A1/A2	M	Ap

Het curriculum heeft twee belangrijke kenmerken. Het is geordend rondom thema's en is spiraalsgewijs opgebouwd. De themagerichte opbouw creëert voor studenten een herkenbare samenhang en oriëntatie op de beroepspraktijk. De keuze van de thema's is tot stand gekomen in overleg met docenten op basis van hun kennis van de beroepspraktijk en met de contacten uit het werkveld.

De thema's verdeeld over de studie

	Periode 1	Periode 2		Periode 3	Periode 4	
TN 1ste jaar	Meten aan beweging	Warmtehuis-houding		Meten aan processen	Fundamenteel onderzoek van de materie	CE1
TN 2de jaar	Sensing and Processing	Smart Materials		Waves, Optics and Sound	Heat and Mass Ttransfer	
TN 3de jaar	Stage		CE2	Energy and Environment		Signals and Materials
TN 4de jaar	Minor			Afstuderen		CE3

BIJLAGE IV Auditprogramma, werkwijze en beslisregels

Auditprogramma Beperkte Opleidingsbeoordeling t.b.v. hbo-bacheloropleiding Technische Natuurkunde Fontys Hogeschool, 2 juni 2015.

lokalen: 1.137 (gesprekken panel)
1.138 (verzamelen en napraten)
1.128 (privéruimte en lunch panel)

Tijd	Gesprekspartners (incl. namen en functies)	Gespreksonderwerpen
08.15 – 08.30	Inloop & ontvangst auditteam	
08.30 – 09.15	Intern overleg auditteam	
09.15 – 10.00	Management Kennismaking MT en vaststellen agenda 1. J.van Erp, directeur TNW 2. H.Wedershoven, adjunctdirecteur TNW 3. H.van de Loo, teamleider TN	Eigenheid opleiding – ambities – hbo-niveau – relatie beroepenveld – internationalisering – onderzoeksdimensie
10.00 – 10.15	Pauze	Interne terugkoppeling
10.15 – 11.15	Docenten 1. A.Dommels (docent; coörd.PP-fase) 2. H.Linskens (docent; coörd.stage/afstud.) 3. J.Brocaar (docente; vz. OC) 4. T.Briels (docente; lid IMR) 5. S.Blom (docente) 6. T.Hülsman (docent) 7. R.van Klinken (praktijkinstructeur; lid OC) 8. J.Zwegers (praktijkinstructeur)	Inhoud en vormgeving programma – eigen inkleuring programma – keuze werkvormen – onderzoekslijn – stage – internationale component – beoordelen en toetsen – borging niveau – aansluiting instromers – relatie docenten beroepenveld – eigen deskundigheid docenten – opleidingsspecifieke voorzieningen
11.15 – 11.30	Pauze	interne terugkoppeling
11.30 – 12.15	Studenten 1. Cas Kuijken (P-fase) 2. Max Luijcks (P-fase) 3. Job van Galen (K-fase) 4. Mourad Doudouh (K-fase; lid OC) 5. Pim Luijten (3 ^e jaars stage; lid OC) 6. Steffie de Groot (A-fase) 7. Casimir van der Post (A-fase, lid OC) 8. Mark Smeijers (4 ^e jaars afstudeerder)	Kwaliteit en relevantie programma – studeerbaarheid – aansluiting – toetsen en beoordelen – kwaliteit docenten – opleidingsspecifieke voorzieningen – eigen producten
12.15 – 13.00	Lunch auditteam	Interne terugkoppeling + inzien materiaal
13.00 – 13.45	Open spreekuur docenten/studenten	
	Rondleiding opleidingsspecifieke voorzieningen + inzien materiaal	
13.45 – 14.30	Ruimte voor eigen invulling door de opleiding: presentatie – bijzondere lessituatie – at random lesbezoek	
14.30 – 15.00	Praktijkgericht onderzoek	Onderzoek doen – lectoraat en kenniskring – deskundigheidsbevordering docenten

Tijd	Gesprekspartners (incl. namen en functies)	Gespreksonderwerpen
15.00 – 15.45	Examencommissie / Toetscommissie 1. J.Theunissen (vz. ExCie) 2. J.Uijlen (lid ExCie) 3. R.van Leeuwen (lid ExCie en vz IMR) 4. A.Bootsma (lid ExCie) 5. J.Pörteners (extern lid ExCie) 6. P.Philipsen (lid Toetscie) 7. R.Walraven (lid Toetscie)	Bevoegdheden en taken examencommissie en toetscommissie - rol in de interne kwaliteitszorg toetsing en beoordeling - feitelijk uitvoering - <i>(met focus op de aandachtspunten vanuit de documentenanalyse)</i>
15.45 – 16.00	Pauze	Interne terugkoppeling
16.00 – 16.45	Werkveldvertegenwoordiging / Alumni 1. J.Wijn (BVC) 2. C.Westerbaan van der Meij (BVC) 3. R.Valckenborg (researchfaciliteit SolarBEAT Eindhoven) 4. Marloes v.d. Klundert (Antea Realisatie BV Oosterhout) 5. Stefan Cavens (student TU/e) 6. Jarno van der Giessen (ASML) 7. Toon Rouws (student TU/e)	<u>Werkveld</u> : contacten met opleiding over o.a.: actuele ontwikkelingen en doorvertaling naar programma - andere wensen vanuit het werkveld – eigen inkleuring opleiding - stage en begeleiding – onderzoekscomponent – niveau <u>Alumni</u> : o.a. kwaliteit en relevantie van de opleiding (programma, docenten) - functioneren in de praktijk of vervolgopleiding
16.45 – 17.00	Auditteam	<u>Interne terugkoppeling pending issues; Inzien materiaal</u>
17.00 – 17.15	Pending issues (alle gesprekspartners hiervoor beschikbaar)	
	Inzien materiaal	
17.15 – 18.00	Auditteam	<u>Interne terugkoppeling bepaling beoordeling</u>
18.00	Terugkoppeling (alle gesprekspartners zijn hierbij welkom)	

Werkwijze

Bij de beoordeling van de betreffende opleiding is uitgegaan van het door de NVAO vastgestelde "Beoordelingskader accreditatiestelsel hoger onderwijs" van 19 december 2014. Daarin staan de standaarden vermeld waarop het panel zich bij de beperkte opleidingsbeoordeling van een opleiding moet richten en de criteria aan de hand waarvan het panel zijn oordeel over de opleiding moet bepalen.

Op basis van de door opleiding geleverde documentatie heeft het auditteam zich een beeld kunnen vormen van de primaire en secundaire processen van de voltijd variant.

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 auditteam 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 auditteam met in achtname 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.

Een open spreekuur maakte deel uit van het programma. Het auditteam heeft geconstateerd, dat de betreffende opleiding het open spreekuur tijdig en op correcte wijze onder de aandacht heeft gebracht van studenten en medewerkers.

Tijdens het locatiebezoek heeft het auditteam drie presentaties bijgewoond van studenten waarbij zij door hen uitgevoerde projecten presenteerden.

Om te kunnen beoordelen of de beoogde competenties worden behaald, heeft het auditteam een selectie van eindwerken bestudeerd overeenkomstig de NVAO-richtlijn 'beoordeling eindwerken'.

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

Beslisregels

Volgens de NVAO-Beslisregels Accreditatie kan een onderwerp 'onvoldoende', 'voldoende', 'goed' of 'excellent' scoren. Hobéon heeft de beslisregels toegepast, zoals deze zijn opgesomd in het 'Beoordelingskaders accreditatiestelsel hoger onderwijs, 19 december 2014'.

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.

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 kader genoemde kwaliteitsstandaarden.

Beperkte opleidingsbeoordeling

- Het eindoordeel over een opleiding is in elk geval 'onvoldoende' indien standaard 1, 3 of 4 als 'onvoldoende' beoordeeld wordt. Een onvoldoende bij standaard 1 kan niet leiden tot het toekennen van een herstelperiode door de NVAO. Een 'onvoldoende' bij standaard 2 leidt altijd tot een herstelperiode, onafhankelijk van het eindoordeel van het panel.
- Het eindoordeel over een opleiding kan alleen 'goed' zijn indien tenminste alle standaarden minimaal voldoende zijn en twee standaarden als 'goed' worden beoordeeld, waaronder in elk geval standaard 4.
- Het eindoordeel over een opleiding kan alleen 'excellent' zijn indien tenminste alle standaarden minimaal 'goed' worden bevonden en twee standaarden als 'excellent' worden beoordeeld, waaronder in elk geval standaard 4.

BIJLAGE V Lijst geraadpleegde documenten

- Kritische reflectie opleiding.
- Domeinspecifiek referentiekader en de competenties van de opleiding.
- Schematisch programmaoverzicht.
- Inhoudsbeschrijving (op hoofdlijnen) van de programmaonderdelen, met vermelding van
 - competenties, leerdoelen, werkvormen, wijze van toetsen, literatuur (verplicht / aanbevolen), betrokken docenten en studiepunten.
- Onderwijs- en examenregeling – OER.
- Overzicht van het ingezette personeel
 - naam, functie, omvang aanstelling, graad en deskundigheid.
- FHTNW Convenant Ambitie 2020, 12 november 2014.
- Overzicht uitgevoerde maatregelen in het kader van rendementen, mei 2013.
- Analyse en herschrijven van het programma studieloopbaanbegeleiding t.b.v. uitvalpreventie bij Fontys Technische Natuurkunde.
- Opleidingsconcept Technische Natuurkunde, september 2014.
- Startbekwaamhedenonderzoek TN2014, oktober 2014.
- Notulen Landelijk Overleg TN, oktober 2012.
- Bachelor of Applied Science, een competentiegerichte profielbeschrijving, stichting DAS, juni 2013.
- OER-TN 2014-2015, mei 2014.
- 'Stagebrochure Opleiding Technische Natuurkunde, Voorjaar 2015.
- Afstudeerbrochure Opleiding Technische Natuurkunde, juni 2014.
- Beleidsplan Internationalisering, FHTNW, september 2011.
- Nulmeting beleidsplan Internationalisering, FHTNW, april 2013.
- Lijst met buitenlandse contacten en opdrachten, januari 2015.
- Jaarverslag OC-TN 2013-2014.
- Kwaliteitskring TN.
- Bezoekrapporten stage en afstuderen 2011-2014.
- Evaluatie stage 2012 Bedrijfsmentoren, maart 2013.
- Evaluatie afstuderen 2013 Bedrijfsmentoren, april 2014.
- Personeelsbeleidsplan TNW, 2012-2105.
- Lijst deskundigheid docenten TN.
- Boekenlijst TN 2014-2015.
- Studiehandleidingen Propedeuse 2014-2015.
- FHTNW Beleidsplan "Studeren met een functiebeperking", periode 2013-2017, januari 2013.
- Toetsbeleid TNW, 2013.
- Kwaliteitshandboek, januari 2015.
- Studiehandleiding Post-propedeuse 2014-2015.
- Evaluaties gecommiteerden 2012-2014.
- Evaluatie stage 2013 Studenten.
- Verslagen *peers* in kader 'Vreemde ogen dwingen'.
- Overzichtslijst van *alle* eindwerken van de laatste twee jaar (of van portfolio's / werkstukken waaruit het door de student bereikte eindniveau kan worden afgeleid).
- Toetsopgaven + beoordelingscriteria en normering (antwoordmodellen) en een representatieve selectie van gemaakte toetsen (presentaties, stageverslagen, assessments, portfolio's e.d.) en beoordelingen.
- Representatieve selectie van handboeken en overig studiemateriaal.

Het auditteam heeft de volgende eindwerken voorafgaand aan de audit bestudeerd en beoordeeld⁷:

Aantal	Studentnummer
1	2143161
2	2171394
3	2146110
4	2171238
5	2092425
6	2059696
7	2162178
8	2148931
9	2125702
10	2122089
11	2100540
12	2162855
13	2124293
14	2124075
15	2425920

⁷ Om redenen van privacy zijn hier uitsluitend de studentnummers weergegeven. Namen van de afgestudeerde studenten en de titels van de eindwerken zijn bekend bij de secretaris van het auditteam. Een deel van de vooraf bestudeerde eindwerkstukken vielen onder geheimhoudingsplicht en zijn door het auditteam binnen de muren van het Fontysgebouw bestudeerd.

BIJLAGE VI Overzicht auditteam

Samenstelling, expertise en korte functiebeschrijvingen (cv's) van voorzitter, leden en secretaris.

Auditteam:

Expertise	Auditing en kwaliteitszorg	Onderwijs en toetsing	Werkveld	Vakinhoud	Internationaal	Studentzaken
Panelleden						
De heer ir. A.T. de Bruijn	X	X				
De heer ir. S. Boelens		X	X	X	X	
De heer dr. P. Menger		X	X	X		
De heer B. Siebers						X

1	Fred de Bruijn is senior-adviseur en partner bij Hobéon. Hij treedt zeer regelmatig op als voorzitter van auditteams in accreditatietrajecten, in het bijzonder binnen het technische domein, en bij het beoordelen van EVC-aanbieders.
2	Simon Boelens is fysicus en als adviseur en coach werkzaam binnen de high tech industrie. Tevens is hij decaan in de 'regio' Overijssel van het Koninklijk Instituut voor Ingenieurs.
3	Peter Menger is werkzaam binnen De Haagse Hogeschool als docent Technische Natuurkunde, projectleider en coach 'multidisciplinaire <i>Learning Labs</i> projecten', tevens is hij lid van de Kenniskring 'Pedagogiek van de Beroepsvorming'.
4	Bram Siebers is tweedejaars student Technische Natuurkunde bij Saxion Hogeschool Enschede.

Secretaris:

Ger Broers	Gecertificeerd sedert 2010
------------	----------------------------

Op 8 mei 2015 heeft de NVAO goedkeuring gegeven aan de samenstelling van het auditteam t.b.v. de beoordeling van de opleiding Technische Natuurkunde van Fontys Hogescholen onder nummer 003868.

De door alle panelleden ondertekende onafhankelijkheids- en geheimhoudingsverklaringen zijn in het bezit van de NVAO. In deze verklaring verklaren de panelleden gedurende tenminste 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 auditteam 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@hobéon.nl

I www.hobéon.nl