

**Technische
Natuurkunde**
Faculteit Technische
Natuurwetenschappen,
Technische Universiteit Delft

Quality Assurance Netherlands Universities (QANU)
Catharijnesingel 56
Postbus 8035
3503 RA Utrecht
The Netherlands

Telefoon: 030 230 3100
Fax: 030 230 3129
E-mail: info@qanu.nl
Internet: www.qanu.nl

Projectnummer: Q0436

© 2014 QANU

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

INHOUD

Rapport over de bacheloropleiding Technische Natuurkunde van de Technische Universiteit Delft	5
Administratieve gegevens van de opleiding	5
Administratieve gegevens van de instelling.....	5
Kwantitatieve gegevens over de opleidingen	5
Samenstelling van de commissie.....	5
Werkwijze van de commissie.....	6
Samenvattend oordeel van de commissie.....	10
Behandeling van de standaarden uit het Beoordelingskader voor de beperkte opleidingsbeoordeling.....	13
Bijlagen	27
Bijlage 1: Curricula Vitae van de leden van de visitatiecommissie.....	29
Bijlage 2: Domeinspecifiek referentiekader.....	31
Bijlage 3: Beoogde eindkwalificaties	37
Bijlage 4: Overzicht van het programma	39
Bijlage 5: Kwantitatieve gegevens over de opleiding.....	41
Bijlage 6: Bezoekprogramma.....	43
Bijlage 7: Bestudeerde afstudeerscripties en documenten.....	45
Bijlage 8: Onafhankelijkheidsverklaringen.....	47

Dit rapport is vastgesteld op 30 april 2014.

Rapport over de bacheloropleiding Technische Natuurkunde van de Technische Universiteit Delft

Dit rapport volgt het Beoordelingskader voor de beperkte opleidingsbeoordeling van de NVAO.

Administratieve gegevens van de opleiding

Bacheloropleiding Technische Natuurkunde

Naam van de opleiding:	Technische Natuurkunde
CROHO-nummer:	56962
Niveau van de opleiding:	bachelor
Oriëntatie van de opleiding:	wetenschappelijk (wo)
Aantal studiepunten:	180 EC
Afstudeerrichtingen:	-
Locatie(s):	Delft
Variant(en):	voltijd
Vervaldatum accreditatie:	31-12-2014

Het bezoek van de visitatiecommissie Natuur- en Sterrenkunde aan de Faculteit Technische Natuurwetenschappen van de Technische Universiteit Delft vond plaats op 28 en 29 januari 2014.

Administratieve gegevens van de instelling

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

Kwantitatieve gegevens over de opleidingen

De vereiste kwantitatieve gegevens over de opleiding zijn opgenomen in Bijlage 5.

Samenstelling van de commissie

De commissie die de bacheloropleiding Technische Natuurkunde van de Technische Universiteit Delft beoordeelde bestond uit:

- Dr. Henk Blok, gepensioneerd universitair hoofddocent, Faculteit der Exacte Wetenschappen, Vrije Universiteit Amsterdam (voorzitter);
- Prof. dr. Wim de Boer, Professor of Physics, Karlsruhe Institute of Technology, Duitsland;
- Dr. ir. Jaap Flokstra, gepensioneerd universitair hoofddocent, Universiteit Twente;

- Dr. Jan Hoogenraad, eigenaar Spoorgloren voor verandermanagement en kwantitatieve dienstverlening voor het openbaar vervoer;
- Christianne Vink MSc, didactisch coach, onderwijskundig adviseur/trainer en partner van Academic Factory;
- Carmen van Schoubroeck, student Wiskunde bachelor en de Natuur- en Sterrenkunde bachelor, Radboud Universiteit in Nijmegen.

De commissie werd ondersteund door Kees-Jan van Klaveren MA, die optrad als secretaris.

De curricula vitae van de leden van de commissie zijn opgenomen in Bijlage 1.

Werkwijze van de commissie

De beoordeling van de bacheloropleiding Technische Natuurkunde van de Technische Universiteit Delft is onderdeel van een clusterbeoordeling. In het kader van deze clustervisitatie worden in de periode tussen november 2013 en april 2014 achtentwintig opleidingen van negen verschillende instellingen beoordeeld. De commissie belegde haar formele startvergadering op dinsdag 8 oktober 2013 op het kantoor van QANU in Utrecht. Tijdens deze startvergadering werd de commissie geïnstrueerd, werden de taakstelling en werkwijze van de commissie besproken en kwam het domeinspecifieke referentiekader (DSRK) Natuurkunde, Technische Natuurkunde en Sterrenkunde ter sprake.

Na bestudering en bespreking van het domeinspecifieke referentiekader heeft de commissie zich het volgende voorgenomen:

In de beschrijving van het 'programma' van het referentiekader Bachelor wordt nadrukkelijk aandacht besteed aan een gedegen voorbereiding op de arbeidsmarkt. De commissie kan zich hier goed in vinden omdat de overgrote meerderheid van de natuurkundestudenten zich vroeg of laat op die arbeidsmarkt zal begeven (na de bachelor, na de master en/of na de Ph.D.) Het doet recht aan de optimale inzet van talent om hier in het curriculum uitdrukkelijk op voor te sorteren. In de ogen van de commissie zal dit dan ook evenzo nadrukkelijk gereflecteerd moeten zijn in de eindtermen, het programma dient immers ter uitvoering / realisatie van hetgeen gesteld is in de doelen / eindtermen. In lijn met deze gedachtegang zou men hiervoor een generieke competentie kunnen verwachten. Deze heeft de commissie nu niet gevonden. Zij wil de opleidingen hier wel op een duidelijke manier op beoordelen.

Het referentiekader is opgenomen in Bijlage 2 bij dit rapport.

De commissie Natuur- en Sterrenkunde is samengesteld uit totaal zestien commissieleden:

- Prof. dr. Daan Lenstra, emeritus hoogleraar Elektrotechniek aan de Technische Universiteit Delft (voorzitter);
- Prof. dr. Wim de Boer, Professor of Physics, Karlsruhe Institute of Technology, Duitsland;
- Prof. dr. Elias Brinks, Full Professor aan de University of Hertfordshire, Groot-Brittannië;
- Prof. dr. Tom Theuns, Reader aan het Institute for Computational Cosmology, Durham University, Groot-Brittannië;

- Prof. dr. Gustaaf Borghs, Professor emeritus aan het Department of Physics and Astronomy, Leuven University, België;
- Dr. ir. Jaap Flokstra, gepensioneerd universitair hoofddocent, Universiteit Twente;
- Prof. dr. ir. Guido van Oost; Full Professor Plasma Physics, Department of Applied Physics van de Universiteit Gent, België;
- Dr. Henk Blok, gepensioneerd universitair hoofddocent, Faculteit der Exacte Wetenschappen, Vrije Universiteit Amsterdam;
- Prof. dr. Martin Goedhart, hoogleraar didactiek van de Wiskunde en Natuurwetenschappen, Rijksuniversiteit Groningen;
- Christianne Vink MSc, didactisch coach, onderwijskundig adviseur/trainer en partner van Academic Factory;
- Dr. Jan Hoogenraad, eigenaar Spoorgloren voor verandermanagement en kwantitatieve dienstverlening voor het openbaar vervoer;
- Dr. ir. Harald Tepper, Chief Strategy Officer bij het Nederlands Forensisch Instituut;
- Sander Breur MSc, promovendus op het Nikhef, Universiteit van Amsterdam;
- Lisanne Coenen BSc, student masteropleiding Technische Natuurkunde, Technische Universiteit Delft;
- Carmen van Schoubroeck, student Wiskunde bachelor en de Natuur- en Sterrenkunde bachelor, Radboud Universiteit in Nijmegen;
- Jelmer Wagenaar MSc, promovendus in de natuurkunde, Universiteit Leiden.

Voor ieder bezoek werd op basis van eventuele belangenconflicten, expertise en beschikbaarheid een (sub)commissie samengesteld, bestaande uit vijf tot zeven commissieleden. Om de consistentie binnen het cluster te waarborgen, woont professor Lenstra als voorzitter op Delft en Eindhoven na alle bezoeken bij. Coördinatoren van de clustervisitatie Natuur- en Sterrenkunde zijn Liza Kozłowska MA en Kees-Jan van Klaveren MA, medewerkers van QANU. Om de continuïteit te waarborgen, voeren de secretarissen van de verschillende bezoeken herhaaldelijk overleg met de coördinatoren, die tevens bij de slotvergaderingen van de visitatiebezoeken aanwezig zijn.

Voorbereiding

Na ontvangst van de kritische reflectie van de bacheloropleiding Technische Natuurkunde werd deze door de projectleider gecontroleerd op kwaliteit en compleetheid van informatie. Nadat de kritische reflectie in orde was bevonden, is deze - tezamen met praktische informatie omtrent het bezoek in Delft - doorgestuurd naar de commissieleden. De commissieleden namen de kritische reflectie door en formuleerden vragen die aan de projectleider werden toegezonden. De projectleider verzamelde en bundelde deze vragen en stuurde deze in de vorm van een samenvatting weer terug naar de commissieleden. Ook is de opleiding gevraagd een aantal vakken te selecteren, waarvan alle informatie tijdens het bezoek ter inzage is gelegd voor de commissie.

Naast de kritische reflecties lazen de commissieleden gezamenlijk vijftien eindwerken per opleiding. De selectie van de eindwerken heeft plaatsgevonden volgens de NVAO-richtlijn met betrekking tot het selecteren van eindwerkstukken. Deze eindwerken werden met instemming van de commissievoorzitter gekozen uit een lijst van afgestudeerden van de laatste twee voltooide studie jaren. Bij het trekken van de steekproef werden eindcijfer en afstudeerrichting als stratificatiecriteria gehanteerd.

Bezoek

Voorafgaand aan het bezoek zijn in beperkte mate afspraken gemaakt over de taakverdeling op grond van inhoudelijke expertise. De commissie wenst te benadrukken dat zij in haar geheel verantwoordelijk is voor de oordeelvorming en het eindrapport. Tijdens de voorbereidende vergadering gedurende het bezoek aan de Technische Universiteit Delft (TUD) werd de visitatie concreet voorbereid.

Voorafgaand aan het bezoek aan de TUD maakte de projectleider een conceptprogramma voor de (dag)indeling van het bezoek. Dit concept is in samenspraak met opleidingsvertegenwoordigers van de TUD vastgesteld. Tijdens het bezoek op 28 en 29 januari 2014 is gesproken met een (representatieve) vertegenwoordiging van het faculteitsbestuur, het opleidingsbestuur, de afgestudeerden, de opleidingscommissie en de examencommissie. Daarnaast werd per opleiding gesproken met student- en docentvertegenwoordigers van de beoordeelde opleidingen. De commissie heeft met studenten uit verschillende studiejaar gesproken en met (kern)docenten en begeleiders uit de verschillende vakgebieden. Daarnaast heeft de commissie door middel van een rondleiding kennisgenomen van de leeromgeving en studiefaciliteiten van studenten en docenten. Een overzicht van het programma met alle gesprekspartners is opgenomen als Bijlage 6.

Voor het bezoek aan de opleiding heeft de commissie inzage gevraagd in de organisatie, de inhoud, de toetsing en de evaluatie van enkele vakken. Tijdens het bezoek bestudeerde de commissie het ter inzage gevraagde materiaal en beoordeelde de kwaliteit van de literatuur, de toetsen, de reviews en de studentinformatie in detail. Een overzicht van de bestudeerde eindwerken en documenten is opgenomen in Bijlage 7.

De commissie gaf tijdens het bezoek gelegenheid tot een spreekuur ten behoeve van studenten en docenten. Van die mogelijkheid is geen gebruik gemaakt.

Op de tweede dag van het visitatiebezoek heeft de commissie een gedeelte van de dag gebruikt voor de voorbereidingen van de mondelinge rapportage en een discussie over de beoordeling van de opleidingen. Aan het einde van het bezoek heeft de voorzitter in een mondelinge rapportage tijdens een openbare bijeenkomst de eerste bevindingen gepresenteerd.

Rapportage

De commissieleden die bij het bezoek betrokken waren, werden uitgenodigd om dit rapport te commentariëren. Na vaststelling van het conceptrapport vroeg de coördinator de betrokken faculteit om het rapport te controleren op feitelijke onjuistheden. Het commentaar van de opleidingen werd vervolgens besproken met de voorzitter en, waar nodig, met de overige commissieleden. Daarna is het rapport definitief vastgesteld.

Beslisregels

In overeenstemming met het Beoordelingskader voor de beperkte opleidingsbeoordeling van de NVAO (d.d. 22 november 2011) heeft de commissie de volgende definities voor de beoordeling van de afzonderlijke standaarden en de opleiding als geheel gehanteerd:

Basiskwaliteit

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

Onvoldoende

De opleiding voldoet niet aan de gangbare basiskwaliteit en vertoont op meerdere vlakken ernstige tekortkomingen.

Voldoende

De opleiding voldoet aan de gangbare basiskwaliteit en vertoont over de volle breedte een acceptabel niveau.

Goed

De opleiding steekt systematisch en over de volle breedte uit boven de gangbare basiskwaliteit.

Excellent

De opleiding steekt systematisch en over de volle breedte ver uit boven de gangbare basiskwaliteit en geldt als een (inter)nationaal voorbeeld.

Samenvattend oordeel van de commissie

Dit rapport geeft de bevindingen en overwegingen weer van de visitatiecommissie Natuur- en Sterrenkunde over de bacheloropleiding Technische Natuurkunde van de Technische Universiteit Delft. De commissie baseert haar oordeel op informatie uit de kritische reflectie, de bestudeerde scripties, de documenten die voorafgaand aan en tijdens het bezoek ter inzage beschikbaar waren en de tijdens de gesprekken verkregen inlichtingen. De commissie heeft voor de opleiding zowel positieve aspecten opgemerkt als verbeterpunten gesignaleerd. Na deze tegen elkaar te hebben afgewogen, concludeert de commissie dat de opleiding voldoet aan de eisen voor de basiskwaliteit die een voorwaarde zijn voor heraccreditatie.

Standaard 1: beoogde eindkwalificaties

De Delftse opleidingen Technische Natuurkunde beogen om ingenieurs op te leiden die hun natuurkundige kennis in kunnen zetten ten behoeve van technologie-ontwikkeling. Daarbij geldt de bacheloropleiding als de plek waar studenten een stevige natuurkundige basis meekrijgen, die als springplank dient voor een vervolgopleiding in de (technische) natuurkunde of andere technische vervolgopleidingen in binnen- en buitenland. Ook leren studenten algemene vaardigheden aan op het vlak van probleemoplossend denken en schriftelijke en mondelinge presentatie. De opleiding profileert zich – net als alle andere opleidingen binnen de Faculteit Technische Natuurwetenschappen – als wetenschappelijke opleiding, en hanteert daarbij het onderwijsconcept ‘studeren in een onderzoekomgeving’.

De commissie stelt vast dat de eindtermen van de opleiding op adequate wijze aansluiten bij het Domeinspecifieke referentiekader. Zij acht de eindtermen daarom passend voor een academische bacheloropleiding in de natuurkunde. De opleiding heeft een herkenbaar natuurkundig profiel. De commissie ziet wel mogelijkheden om het toegepaste karakter van de opleiding duidelijker terug te laten komen in de eindtermen. Dit verbeterpunt doet echter niet af aan haar positieve oordeel over de eindtermen.

Standaard 2: onderwijsleeromgeving

De bacheloropleiding Technische Natuurkunde heeft een programma van 180 EC, evenredig verdeeld over drie jaar. De opleiding onderscheidt vijf leerlijnen die door alle cursusjaren heen lopen: natuurkunde, wiskunde, algemene vaardigheden, maatschappelijke oriëntatie en onderzoek. Het programma is met ingang van het collegejaar 2013/2014 volledig ingedeeld in octalen, vijfweekse periodes waarin studenten maximaal twee vakken en één practicum tegelijkertijd volgen. In 2012/2013 is in het eerste jaar al met deze nieuwe roostering gewerkt. In het eerste jaar volgen studenten een intensief onderwijsprogramma met 40 contacturen per week. De opleiding heeft deze maatregelen genomen om de rendementen te verbeteren.

De commissie heeft vastgesteld dat de bacheloropleiding Technische Natuurkunde een helder samenhangend programma heeft met een cursusaanbod dat passend is voor een breedgeoriënteerde opleiding in de natuurkunde. In het programma zijn de verschillende leerlijnen op een evenwichtige manier vertaald. Wel dient de eindterm met betrekking tot ontwerpen systematischer terug te komen in het programma.

De commissie heeft met instemming kennisgenomen van de introductie van het octaalsysteem en de didactische vernieuwingen die de opleiding heeft ingevoerd om het probleem van de lage rendementen te bestrijden. De eerste resultaten zijn positief, maar de vernieuwingen zullen zich ook in het vervolg moeten bewijzen. De commissie heeft vastgesteld dat de studeerbaarheid en studielast van de opleiding aan de maat zijn. Wel ligt het studietempo binnen het octaalsysteem erg hoog door de snel opeenvolgende blokken. De

opleiding dient erop toe te zien dat dit gegeven geen negatief effect heeft op de studeerbaarheid.

De commissie oordeelt positief over de kundigheid, betrokkenheid en benaderbaarheid van het onderwijsgevend personeel. Hoewel docentprofessionalisering van de zittende staf door middel van BKO relatief laat op gang gekomen is, maakt de opleiding op dit moment een inhaalslag. Het systeem van studiebegeleiding functioneert adequaat. De opleiding kent een betrokken en actieve opleidingscommissie en is in staat om op basis van evaluaties mogelijke knelpunten of problemen snel en adequaat aan te pakken.

Alles overwegend concludeert de commissie dat de onderwijsleeromgeving studenten in staat stelt om de eindkwalificaties te behalen. Zij heeft enkele verbeterpunten geformuleerd die de opleiding op dit punt verder kunnen versterken.

Standaard 3: toetsing en gerealiseerde eindkwalificaties

De opleiding hanteert verschillende toetsvormen, die beogen aan te sluiten bij de leerdoelen van het betreffende vak. Elke toets wordt door ten minste twee docenten opgesteld. Het toezicht op toetsing en beoordeling ligt bij de examencommissie. Die heeft sinds 2010 een uitgebreider wettelijk takenpakket gekregen, dat zij in twee fasen oppakt.

Studenten ronden de opleiding af met het Bachelor Eind Project (12 EC), waarvoor zij een scriptie schrijven die ze verdedigen door middel van een mondelinge presentatie en het beantwoorden van vragen.

De commissie heeft vastgesteld dat het systeem van toetsing en beoordeling voldoet aan de eisen voor basiskwaliteit. Wel kunnen de toetsen nog beter afgestemd worden op de einddoelen van de cursussen, zoals bleek uit de recent opgestelde toetsmatrijzen. De commissie heeft vastgesteld dat de examencommissie zich bewust is van haar wettelijke taken en vindt het verstandig dat zij die gefaseerd ter hand heeft genomen. Wel zou de examencommissie systematischer kunnen controleren op fraude en plagiaat.

De commissie oordeelt positief over de manier waarop het Bachelor Eind Project wordt afgerond en beoordeeld. Zij waardeert de gehanteerde beoordelingsformulieren. Op basis van de bestudeerde eindwerken en het aanvullende gesprek met de examinatoren stelt zij vast dat het door de studenten gerealiseerde eindniveau voldoende is.

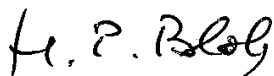
De commissie beoordeelt de standaarden uit het Beoordelingskader voor de beperkte opleidingsbeoordeling als volgt:

Bacheloropleiding Technische Natuurkunde:

Standaard 1: Beoogde eindkwalificaties	voldoende
Standaard 2: Onderwijsleeromgeving	voldoende
Standaard 3: Toetsing en gerealiseerde eindkwalificaties	voldoende
Algemeen eindoordeel	voldoende

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

Datum: 30 april 2014



Dr. Henk Blok, voorzitter



Kees-Jan van Klaveren MA, secretaris

Behandeling van de standaarden uit het Beoordelingskader voor de beperkte opleidingsbeoordeling

Standaard 1: Beoogde eindkwalificaties

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

Toelichting:

De beoogde eindkwalificaties passen wat betreft niveau en oriëntatie (bachelor of master; hbo of wo) binnen het Nederlandse kwalificatieraamwerk. Ze 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

In dit hoofdstuk over de beoogde eindkwalificaties wordt onderzocht of de eindkwalificaties van de opleiding wat inhoud, niveau en oriëntatie betreft voldoet aan de internationale eisen. Aspecten die achtereenvolgens aan de orde komen, zijn: het domeinspecifieke referentiekader, het profiel van de opleiding, de eindkwalificaties en niveau en oriëntatie.

Domeinspecifiek referentiekader

Het landelijk overleg opleidingsdirecteuren natuur- en sterrenkunde heeft voor deze visitatieronde een domeinspecifiek referentiekader (DSRK) opgesteld voor de bachelor- en voor de masteropleidingen. Daarbij baseerde het overleg zich op het kader dat in 2007 voor de visitatie was opgesteld. Dat DSRK was afgeleid van de eindkwalificaties zoals die zijn geformuleerd in het document *Reference points for the design and delivery of degree programmes in physics* van het Europese Tuning-project, dat als een internationale standaard wordt beschouwd. Dit document geeft ook de relaties met de Dublin descriptoren als richtsnoer voor het verschil in niveau tussen bachelor en master. Het huidige DSRK is gebaseerd op de meer recente documenten *A European Physics Bachelor Study* en *A European Physics Master Study* (2009) van de European Physics Society. Hiermee is het DSRK ook in een internationaal perspectief geplaatst. Het DSRK voor de huidige visitatieronde is opgenomen in Bijlage 2.

In de kritische reflectie heeft de opleiding haar eindtermen beschreven. Deze eindtermen zijn in dit rapport opgenomen in Bijlage 3. In de kritische reflectie stond verder aangegeven hoe de competenties en vaardigheden die het DSRK voorschrijft voor de bachelopleiding, aan bod komen in de eindtermen van de opleiding. De commissie heeft de eindtermen voor de bachelopleiding Technische Natuurkunde bestudeerd en concludeert dat de eindtermen op adequate wijze aansluiten bij het DSRK.

Profiel

De Delftse opleidingen Technische Natuurkunde hebben zich volgens de kritische reflectie ten doel gesteld om ingenieurs op te leiden die hun natuurkundige kennis in kunnen zetten ten behoeve van technologie-ontwikkeling. Daarbij geldt de bachelopleiding als de plek waar studenten een stevige natuurkundige basis meekrijgen, die als springplank dient voor een vervolgopleiding in de (technische) natuurkunde of andere technische vervolgopleidingen in binnen- en buitenland. Ook leren studenten algemene vaardigheden aan op het vlak van probleemoplossend denken en schriftelijke en mondelinge presentatie. De opleiding profileert zich – net als alle andere opleidingen binnen de Faculteit Technische Natuurwetenschappen – als wetenschappelijke opleiding, en hanteert daarbij het onderwijsconcept ‘studeren in een onderzoekomgeving’. Getalenteerde studenten kunnen een dubbele bachelopleiding

Technische Natuurkunde/Technische Wiskunde volgen, of deelnemen aan een honoursprogramma.

Uit de kritische reflectie en gesprekken met het opleidingsmanagement concludeert de commissie dat de bacheloropleiding Technische Natuurkunde zichzelf niet als eindopleiding ziet, omdat in Nederland geen afnemend veld is voor WO bachelors. Daarmee komt de opleiding nog niet tegemoet aan wat hierover in het DSRK staat, namelijk dat de bacheloropleiding ruimte moet bieden voor oriëntatie op een scala aan keuzemogelijkheden – waaronder een start op de arbeidsmarkt. waarin ook de bacheloropleiding gedefinieerd wordt als eindopleiding. De commissie raadt de opleiding aan om oriëntatie op de arbeidsmarkt op te nemen in de eindtermen.

Tijdens het bezoek heeft de commissie het opleidingsmanagement gevraagd hoe deze opleiding zich profileert ten opzichte van vergelijkbare opleidingen elders. Het management gaf aan dat binnen de bacheloropleiding beperkte ruimte is voor een sterke eigen profilering, omdat hier een stevige natuurkundige basis gelegd dient te worden. Het toegepaste karakter van de opleiding probeert het management vooral voor het voetlicht te brengen in het gebruik van voorbeelden bij de behandeling van natuurkundige problemen. Ook komen in de opleiding een aantal vakken aan bod met een duidelijk toegepast karakter, zoals Transportverschijnselen en Inleiding technische fysica.

De commissie stelt vast dat de opleiding een duidelijk en herkenbaar natuurkundig profiel heeft. Wel ziet zij mogelijkheden om het toegepaste karakter van de opleiding duidelijker zichtbaar te maken. Zij raadt de opleiding aan om het eigen technische profiel sterker uit te drukken in haar eindtermen. Zo zou het technisch ontwerpen nadrukkelijker terug mogen komen in de eindtermen. Het heeft de commissie in dit verband verrast dat de opleiding haar eindtermen niet heeft afgestemd op de in 3TU-verband (de samenwerking tussen de drie technische universiteiten in Nederland, Delft, Eindhoven en Twente) opgestelde criteria voor Academic Competences and Quality Assurance (ACQA). Deze ACQA-criteria geven een specifiekere invulling van de Dublin descriptoren voor technische academische opleidingen. De commissie geeft de opleiding ter overweging om met behulp van deze criteria haar eindtermen scherper technisch te profileren.

Niveau en Oriëntatie

De commissie is van oordeel dat de opleiding in haar kritische reflectie mede dankzij de verwijzingen naar het op de Dublin descriptoren gebaseerde DSRK op overtuigende wijze heeft aangetoond dat haar eindtermen passend zijn voor een academische bacheloropleiding in de natuurkunde.

Overwegingen

De commissie heeft kennisgenomen van het domeinspecifieke referentiekader dat het landelijk overleg opleidingsdirecteuren natuur- en sterrenkunde heeft opgesteld. Zij onderschrijft de eindkwalificaties die daarin zijn opgetekend voor de bacheloropleidingen in de (technische) natuurkunde.

De commissie stelt vast dat de eindtermen van de opleiding op adequate wijze aansluiten bij het DSRK. Zij acht de eindtermen passend voor een academische bacheloropleiding in de natuurkunde. De opleiding heeft een herkenbaar natuurkundig profiel. De commissie ziet wel mogelijkheden om het toegepaste karakter van de opleiding duidelijker terug te laten komen in de eindtermen. Dit verbeterpunt doet echter niet af aan het positieve oordeel van de commissie over de eindtermen.

Conclusie

Bacheloropleiding Technische Natuurkunde: de commissie beoordeelt Standaard 1 als ‘voldoende’.

Standaard 2: Onderwijsleeromgeving

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

Toelichting:

De inhoud en vormgeving van het programma stelt 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.

In dit hoofdstuk besteedt de commissie aandacht aan het programma van de bacheloropleiding Technische Natuurkunde. De commissie gaat in op de samenhang en vormgeving van het programma, de realisatie van de eindkwalificaties in het programma, de wetenschappelijke en professionele oriëntatie, het didactisch concept, instroom en rendement en de studielast en de studeerbaarheid. Verder besteedt de commissie aandacht aan het personeel dat het onderwijs binnen de opleidingen verzorgt en aan de studiebegeleiding en opleidingsspecifieke kwaliteitszorg.

Bevindingen

Samenhang en vormgeving programma

De bacheloropleiding Technische Natuurkunde heeft een programma van 180 EC, evenredig verdeeld over drie jaar. De opleiding onderscheidt vijf leerlijnen die door alle cursusjaren heen lopen. Studenten volgen basis- en toegepaste vakken natuurkunde, zoals mechanica en elektromagnetisme. Verder onderscheidt de opleiding een leerlijn wiskunde, verzorgd door docenten uit de opleiding Wiskunde. In deze leerlijn volgen studenten vakken als Analyse en Lineaire Algebra. Algemene vaardigheden, zoals samenwerken, academisch schrijven en presenteren, vormen de derde leerlijn; deze vaardigheden zijn geïntegreerd in vakken als Inleiding Technische Natuurkunde en het Bachelor Eind Project. Verder onderscheidt de opleiding een leerlijn Maatschappelijke Oriëntatie, met daarin onder meer aandacht voor de toepassing van techniek in het bedrijfsleven en de maatschappelijke betekenis van opkomende technologieën op het terrein van duurzame energie. Tot slot kent de opleiding een leerlijn waarin studenten leren om onderzoek te doen door middel van practica en eindprojecten.

In het derde jaar is 30 EC ingeruimd voor een minor. Volgens de kritische reflectie kunnen studenten deze minor verbreedend of verdiepend inzetten. Verder biedt de minor hen de kans om toegang te krijgen tot een niet aansluitende master (de ‘schakelminor’). Studenten kunnen kiezen uit het minoren aanbod van de Technische Universiteit Delft, Universiteit Leiden of een andere universiteit; ook kunnen zij een eigen minorprogramma samenstellen. De opleiding wordt afgerond met het Bachelor Eind Project, dat een omvang heeft van 12 EC.

Het programma is met ingang van het collegejaar 2013/2014 volledig ingedeeld in octalen, waarin studenten maximaal drie cursussen tegelijkertijd volgen. In 2012/2013 is in het eerste jaar al met deze nieuwe roostering gewerkt.

De commissie heeft het programma van de opleiding bestudeerd en hierover gesproken met het opleidingsmanagement, studenten en docenten. Op basis van deze informatie stelt zij vast dat het programma een duidelijke samenhang en opbouw vertoont. Dankzij de leerlijnen ontwikkelen studenten stapsgewijs hun natuurkundige en wiskundige kennis en vaardigheden. Docenten gaven aan dat het wiskunde-onderwijs zo goed mogelijk wordt afgestemd op de kennis die verondersteld wordt in de natuurkundige vakken. Uit het vakkenmateriaal dat de

commissie bestudeerde, bleken de verschillende curriculumonderdelen een passend niveau te hebben.

De commissie heeft ook met verschillende geledingen gesproken over het vaardighedenonderwijs. Studenten, docenten en management gaven aan dat in de opleiding – zeker sinds de overgang naar het octalensysteem – veel geoefend wordt met groepswork. Studenten meldden dat oefening in schrijfvaardigheden minder nadruk krijgt binnen de opleiding, en dat feedback op de kwaliteit van schriftelijke presentatie vaak pas in het Bachelor Eind Project aan bod komt. De commissie respecteert de keus van de opleiding om de algemene vaardigheden in te bedden in inhoudelijke cursussen, maar wijst de opleiding erop dat dit de nodige didactische vaardigheden vergt van de betrokken docenten. Zij zullen hierin op adequate wijze ondersteund moeten worden. Verder dient nadrukkelijk gearticuleerd te worden welke vaardigheden studenten waar opdoen. Van het management begreep de commissie dat hier sinds kort werk van wordt gemaakt. Er zijn bijvoorbeeld formulieren ontwikkeld waarin vastgelegd is uit welke onderdelen een projectverslag in ieder geval dient te bestaan. De commissie raadt de opleiding aan om aandacht te blijven besteden aan de opbouw van algemene vaardigheden, in het bijzonder schrijfvaardigheden, en feedback daarop. De recent opgestelde toetsmatrijzen beschouwt zij in dit opzicht als een belangrijke stap op de goede weg. Wat het groepswork betreft geeft de commissie de opleiding ter overweging om studenten niet alleen in de praktijk te laten oefenen, maar hen ook te laten reflecteren op het werken in groepsverband.

De commissie heeft met instemming kennisgenomen van de mogelijkheden voor studenten om zich met behulp van minoren te verbreden en om zelfs toegang te krijgen tot een niet aansluitende master. Ook de samenwerking met Leiden om het minorenaanbod te vergroten, waardeert zij positief. Uit gesprekken met studenten en docenten bleek dat de Delftse verdiepende minor is opgeheven wegens een gebrek aan aanmeldingen. Het management lichtte toe dat de universiteit het beleid voert dat minoren, die minder dan 30 studenten trekken, worden opgeheven. Studenten die een eigen minorprogramma willen samenstellen, zien zich vervolgens geconfronteerd met het probleem dat zij geen keuzevakken uit de masterfase mogen opvoeren. Op die manier wil de universiteit voorkomen dat studenten verkorte masterprogramma's kunnen volgen. De commissie vindt het onwenselijk dat studenten die een verdiepende minor of een verdiepend vakkenpakket willen volgen, niet in Delft zelf terecht kunnen. Zij beveelt het opleidingsmanagement aan om een passende oplossing voor dit probleem te zoeken. Zij hoopt dat het universiteitsbestuur de opleiding daar waar nodig bij zal ondersteunen.

Realisatie eindkwalificaties in het programma

In de kritische reflectie heeft de opleiding een overzicht opgenomen, waarin zij laat zien hoe de eindtermen terugkomen in de verschillende programma-onderdelen. De commissie heeft dit overzicht bestudeerd en stelt vast dat het overgrote deel van de eindtermen op adequate wijze in het programma aan de orde komt. De opleiding heeft zeer recent toetsmatrijzen opgesteld, die op meer transparante wijze inzicht geven in de manier waarop de leerdoelen van de curriculumonderdelen bijdragen aan de realisatie van de eindkwalificaties. De commissie raadt de opleiding aan om deze matrijzen als hulpmiddel te gebruiken om het aanleren van algemene vaardigheden beter in het programma te verankeren.

Volgens eindterm 6 van de opleiding kan een afgestudeerde ‘alleen of in teamverband bijdragen aan (...) technisch ontwerpen’. De commissie heeft aan het management en docenten gevraagd hoe deze eindterm in het programma aan bod komt. Zij meldden dat ontwerpen op conceptueel niveau (het tekenen) op allerlei punten terugkomt in het

programma, maar dat de praktische uitwerking van ontwerpen vooral gebeurt in researchpractica aan het eind van het eerste jaar en in het Bachelor Eind Project. De commissie sprak hierover ook met de opleidingscommissie, die naar aanleiding van de toetsmatrijzen geconcludeerd had dat met name de praktische uitwerking van ontwerpen in te beperkte mate in het programma terugkomt. De visitatiecommissie deelt deze zorg: in het Bachelor Eind Project verschilt het per project of studenten oefenen met ontwerpen. Bovendien vindt de commissie dat van een technische opleiding verwacht mag worden dat studenten door het programma heen oefenen met ontwerpen. De opleidingscommissie zal op korte termijn een advies uitbrengen aan het opleidingsmanagement, dat tijdens het bezoek liet weten het ontwerpen zo spoedig mogelijk concreet in het curriculum onder te willen brengen. De visitatiecommissie steunt het management en de opleidingscommissie in hun streven het ontwerpen beter in te bedden in het programma.

Zoals onder standaard 1 besproken, beschouwt de TU Delft de bacheloropleiding Technische Natuurkunde niet als eindopleiding. De oriëntatie op de arbeidsmarkt in het programma is dan ook beperkt. Studenten volgen enkele vakken die gericht zijn op de wisselwerking tussen wetenschap en samenleving. De studievereniging Vereniging voor Technische Physica (VvTP) organiseert lezingen, excursies en studiereizen ter oriëntatie op de arbeidsmarkt. In het verlengde van haar aanbeveling om oriëntatie op de arbeidsmarkt in de eindtermen op te nemen, raadt de commissie de opleiding aan om aan deze nieuwe eindterm een concrete invulling te geven in het programma.

De wetenschappelijke oriëntatie van de opleiding blijkt volgens de kritische reflectie onder meer uit de integratie van onderwijs en onderzoek. In het Propedeutische Eind Project en het Bachelor Eind Project voeren studenten onder begeleiding een project uit aan een onderzoekssectie binnen of buiten de faculteit. Verder heeft de opleiding vijf Research Practica geprogrammeerd waarin studenten in koppels experimenteel werk uitvoeren.

Tijdens het bezoek heeft de commissie de ruimtes gezien waarin de practica en eindprojecten plaatsvinden; practicumbegeleiders hebben ter plekke de werkwijze toegelicht. De commissie acht de wetenschappelijke oriëntatie van de opleiding aan de maat. Wel vindt zij dat de eigen inbreng van studenten bij het opzetten en/of uitvoeren van proeven versterkt kan worden.

Rendement en didactisch concept

Uit de rendementscijfers van de opleiding (opgenomen in dit rapport als Bijlage 5) blijkt dat de rendementen na vier jaar de afgelopen jaren laag waren: de getallen schommelen tussen de 28 en 38 procent. In de kritische reflectie staat dat dit gedeeltelijk is toe te schrijven aan het feit dat het tot september 2010 mogelijk was voor studenten om aan de masteropleiding te beginnen vóór afronding van de bachelor. Hoewel de cijfers dus een wat vertekend beeld laten zien, vindt de opleiding dat het rendement van de herinschrijvers aanzienlijk moet verbeteren. Daartoe zijn de afgelopen jaren diverse rendementsverhogende maatregelen genomen, zoals de invoering van het Bindend Studie Advies (BSA) (vanaf studiejaar 2012/2013 45 EC), en de instelling van een zogenaamde 'herkansingscoördinator'.

De afgelopen jaren heeft de opleiding ook haar didactisch concept afgestemd op een snellere doorstroom van studenten. Met ingang van collegejaar 2012/2013 is in het eerste jaar het 'octalensysteem' ingevoerd. Studenten volgen maximaal twee vakken en één practicum tegelijk en ontvangen gedurende een periode van 5 of 10 weken intensief onderwijs. Studenten brengen veel tijd door in werkcolleges en ingeroosterde zelfstudie in de nieuwe 'studio classrooms'. Deze studio classrooms zijn zo opgezet dat studenten makkelijk zelf in groepen aan sommen en opdrachten kunnen werken. De opleiding beschouwt interactie tussen

studenten als een belangrijk middel om de stof te leren begrijpen. Met ingang van collegejaar 2013/2014 zijn ook de andere jaargangen overgestapt op het octalensysteem. In het tweede en derde jaar worden de werkvormen minder intensief en krijgen studenten meer verantwoordelijkheid voor hun eigen studiegedrag. Op die manier beoogt de opleiding studenten stapsgewijs zelfstandig te maken.

Tijdens het bezoek heeft de commissie veel aandacht besteed aan het octalensysteem en de nieuwe intensieve werkvormen. De commissie heeft waardering voor de inspanning van het opleidingsmanagement en docenten om de opleiding volgens het nieuwe didactische concept vorm te geven. Uit gesprekken met docenten, studenten en alumni constateert zij dat binnen de opleiding een cultuur was ontstaan waarin lang studeren gebruikelijk was. De recente wijzigingen breken met die trend. De eerste resultaten zijn veelbelovend: zo zijn de slagingspercentages voor vakken behoorlijk vooruitgegaan. Wel bleek aan het begin van het tweede jaar een terugval te ontstaan in het studietempo van studenten die het octaalsysteem volgen.

Het is nog te vroeg om de precieze redenen voor deze terugval vast te kunnen stellen. Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat studenten nog niet goed in staat zijn om zelfstandig het hoge studietempo vast te houden als hen dat niet wordt opgelegd. De commissie raadt de opleiding aan de geleidelijke opbouw van zelfstandigheid de komende jaren nauwlettend te bewaken en acht het raadzaam om die geleidelijke opbouw al duidelijk in het eerste jaar te laten beginnen. De komende jaren zullen sowieso een intensieve evaluatie en bijstelling van de onderwijsvernieuwingen vergen. De commissie heeft in dat verband met instemming kennisgenomen van het feit dat het Leidse Interfacultair Centrum voor de Lerarenopleiding (ICLON) de recente maatregelen onlangs heeft geëvalueerd.

Uit het gesprek met de docenten en de opleidingscommissie bleek dat de genomen maatregelen gedragen worden door het hele docentenkorps. De commissie was onder de indruk van de inzet van docenten om de nieuwe didactische beginselen van de opleiding in de praktijk te brengen in de verschillende cursussen. Zij raadt het management aan om de docenten hierin actief te ondersteunen en te investeren in hun didactische kwalificaties. Het management heeft laten weten dat dit voor de komende jaren inderdaad hoog op de agenda staat.

Studielast en studeerbaarheid

Na een gefaseerde invoering volgen alle studenten inmiddels onderwijs volgens het octalensysteem. Zoals eerder beschreven betekent dit dat studenten in vijf weken tijd maximaal twee vakken en één practicum volgen, inclusief toetsing. In de kritische reflectie staat dat studenten in mondelinge en schriftelijke evaluaties aangeven dat de feitelijke studielast voor vakken overeenkomt met de geraamde studielast. Wanneer afwijkingen worden geconstateerd, past de docent de stof en/of planning aan. Het aantal ingeroosterde contacturen daalt van 40 uur per week in het eerste jaar naar 22 tot 28 uur per week in het tweede en derde jaar.

Tijdens het bezoek hebben studenten desgevraagd aangegeven dat zij de studie als intensief maar studeerbaar beschouwen. Gemiddeld werken studenten 40 uur per week aan hun studie. Zij beaamden dat bij eventuele struikelvakken adequaat wordt gereageerd door de opleiding. Zo staat het vak Mechanica en relativiteitstheorie bekend als erg moeilijk, maar worden studenten in deze cursus goed begeleid om het vak haalbaar te houden. Studenten kunnen binnen het octaalsysteem op zich ook goed uit de voeten: zij halen gemiddeld meer studiepunten dan in de oude situatie. Wel ligt het studietempo erg hoog, zeker in het nieuwe

eerste jaar. Wie een week mist, moet zijn best doen om de achterstand die dat oplevert in te halen.

Uit het gesprek met de docenten bleek dat het studietempo ook een ander risico met zich meebrengt: het programma biedt relatief weinig ruimte om de stof te laten bezinken. Vooral bij de meer abstracte, wiskundige vakken – zoals Lineaire Algebra 2 – is dit volgens de commissie een aandachtspunt voor de opleiding. Zij raadt de opleiding dan ook aan de gevolgen van het verhoogde studietempo goed in de gaten te houden.

Het Bachelor Eind Project vormde in de oude situatie voor een deel van de studenten een vertragende factor. Volgens het opleidingsmanagement kwam dat onder andere omdat in het oude programma het eindproject over een heel semester geroosterd was, met daarnaast nog een aantal vakken. In de nieuwe situatie is het werk aan het eindproject geconcentreerd in het laatste kwartaal van het derde jaar. Uit gesprekken met alumni en de opleidingscommissie begreep de commissie dat een bijkomende vertragende factor was dat studenten langer doorgingen in de hoop een hoger cijfer te halen. Docenten ontkenden dat langer werken resulteert in een hoger cijfer. De commissie adviseert de opleiding om de wederzijdse verwachtingen van studenten en docenten beter op elkaar af te stemmen door bij aanvang van het eindproject afspraken over het tijdsplan te maken en die op papier vast te leggen. Zij verwacht dat deze maatregel er ook aan kan bijdragen om een einde te maken aan de cultuur van lang studeren.

Onderwijsgevend personeel en studiebegeleiding

Het onderwijs in de bacheloropleiding Technische Natuurkunde wordt verzorgd door de gehele wetenschappelijke staf, inclusief hoogleraren en promovendi. De opleiding heeft een vrij gunstige student/stafratio van 10,7. Alle nieuwe docenten zijn verplicht een Basis Kwalificatie Onderwijs (BKO) te behalen. Ook de zittende staf dient aan BKO-normen te voldoen.

In voorbereiding op het bezoek heeft de commissie nadere details opgevraagd over het BKO-traject. Hieruit bleek dat op het moment van bezoek 48% van de docenten een BKO of BKO-vrijstelling had. Het overige deel van de staf (52%) is ofwel bezig met een regulier BKO-traject, of volgt een traject voor zittende docenten. In dat traject wordt beoordeeld of de betreffende stafleden een BKO-vrijstelling krijgen of nog onderdelen van het BKO-traject moeten volgen. Ook promovendi kunnen een basale BKO-cursus volgen. Uit gesprekken met het management bleek dat de ambitie is om in 2015 ook een traject in te richten voor een Senior Kwalificatie Onderwijs. De commissie stelt vast dat de aandacht voor docentprofessionalisering door middel van BKO relatief laat op gang gekomen is, maar heeft met instemming kennisgenomen van de inhaalslag die de opleiding op dit punt aan het maken is.

De commissie heeft tijdens het bezoek een positieve indruk gekregen van de staf. Zij sprak met bevlogen docenten die zeer bereid bleken om mee te werken aan de vernieuwingen in het onderwijsprogramma. Ook studenten waren lovend over de deskundigheid van de docenten en het laagdrempelige contact dat zij met hen hadden. De commissie heeft begrepen dat er maandelijks goed bezochte onderwijsslunches plaatsvinden voor docenten, waarin allerlei ervaringen en ideeën over onderwijs uitgewisseld worden. Een aandachtspunt is nog het onderwijs door promovendi, die niet altijd even gemotiveerd blijken voor hun onderwijstaken. Het management heeft op dit punt aangegeven dat het onderwijs door promovendi inderdaad zijn aandacht heeft. Promovendi zullen systematischer voorbereid

worden op hun onderwijsverplichtingen en de kwaliteit van hun onderwijs zal ook geëvalueerd en met hen besproken worden.

Tijdens het bezoek heeft de commissie ook gesproken met de studenten over hun studiebegeleiding. De opleiding kent een systeem waarin docenten optreden als studieloopbaanbegeleiders. Zij worden op die taak voorbereid door de studieadviseur. Studenten voelden zich goed begeleid. Ouderejaarsstudenten treden op als mentoren en helpen eerstejaarsstudenten hun weg te vinden en zich thuis te voelen in Delft. Uit het gesprek met de studieadviseur bleek dat zij studenten waar nodig wees op het universiteitsbrede aanbod aan studievaardigheden. Ook had zij een goed zicht op de redenen van uitval en gaf ze aan geregeld en vanaf een vroeg stadium contact te onderhouden met eerstejaarsstudenten die wellicht niet kunnen voldoen aan de eisen van het Bindend Studieadvies. De commissie oordeelt positief over het systeem van studiebegeleiding.

Opleidings specifieke kwaliteitszorg

De opleiding werkt met verschillende evaluatiesystemen. Naast de elektronische vakevaluaties kent de opleiding collegeresponsiegroepen, waarin met studenten het lopend onderwijs geëvalueerd wordt. Het gebeurt regelmatig dat gedurende een cursus al aanpassingen worden gedaan. De opleidingsdirecteur bespreekt de uitkomsten van de evaluaties met docenten; probleemgevallen komen ook aan bod in de opleidingscommissie.

De commissie kreeg tijdens het bezoek een positieve indruk van de opleidingscommissie (OCTN). Zo heeft de OCTN een belangrijke rol gespeeld bij de introductie van het nieuwe eerste jaar binnen het octaalsysteem. Ook signaleerde de OCTN op basis van de toetsmatrijzen dat het ontwerpen systematischer aan bod zou moeten komen in de opleiding. De OCTN brengt hierover op korte termijn advies uit aan de opleidingsdirecteur. Studentleden van de OCTN zijn vaak afkomstig uit de studievereniging VvTP, waar ze ook contact houden met hun achterban. De commissie adviseert om wel te waken over de representativiteit van de studentleden en geeft ter overweging om de studentleden verkozen te laten worden.

De commissie is onder de indruk van de verbeterkwaliteit van de opleiding op concreet niveau: problemen worden snel in kaart gebracht en voortvarend aangepakt. Wel viel het de commissie op dat sommige adviezen van de vorige visitatiecommissie, zoals het formuleren van leerdoelen per vak, pas relatief laat zijn opgepakt. Zij raadt het opleidingsmanagement aan om zijn daadkracht ook aan te wenden voor de onderwijsvisie op de lange termijn. Gelet op de plannen die het onderwijsmanagement tijdens de visitatie formuleerde voor de nabije toekomst (het beter inbedden van de ontwerpopleerlijn, de ambitie om een SKO in te voeren en om de aandacht voor onderwijs door promovendi te vergroten), heeft de commissie hier vertrouwen in.

Overwegingen

De commissie heeft vastgesteld dat de bacheloropleiding Technische Natuurkunde een helder samenhangend programma heeft met een cursusaanbod dat passend is voor een breedgeoriënteerde opleiding in de natuurkunde. In het programma zijn de verschillende leerlijnen op een evenwichtige manier vertaald. Wel heeft de commissie verbeterpunten geconstateerd met betrekking tot de manier waarop ontwerpen is ingebed in het programma en de mogelijkheid om een verdiepende minor aan de eigen universiteit te volgen. Deze bedenkingen wegen echter niet op tegen haar conclusie dat het programma studenten in staat stelt om de eindtermen van de opleiding te behalen.

De commissie heeft met instemming kennisgenomen van de introductie van het octaalsysteem en de didactische vernieuwingen die de opleiding heeft ingevoerd om het probleem van de lage rendementen te bestrijden. Hoewel de vernieuwingen zich nog in de praktijk zullen moeten bewijzen, zijn de eerste resultaten veelbelovend. De commissie heeft vastgesteld dat de studeerbaarheid en studielast van de opleiding aan de maat zijn. Wel ligt het studietempo binnen het octaalsysteem erg hoog door de snel opeenvolgende blokken. De opleiding dient erop toe te zien dat dit gegeven geen negatief effect heeft op de studeerbaarheid.

De commissie oordeelt positief over de kundigheid, betrokkenheid en benaderbaarheid van het onderwijsgevend personeel. Hoewel de docentprofessionalisering door middel van BKO relatief laat op gang gekomen is, maakt de opleiding op dit moment een inhaalslag. Het systeem van studiebegeleiding functioneert adequaat. De opleiding kent een betrokken en actieve opleidingscommissie en is in staat om op basis van evaluaties mogelijke knelpunten of problemen snel en adequaat aan te pakken.

Alles overwegend concludeert de commissie dat de onderwijsleeromgeving studenten in staat stelt om de eindkwalificaties te behalen. Zij heeft enkele verbeterpunten geformuleerd die de opleiding op dit punt kunnen versterken.

Conclusie

Bacheloropleiding Technische Natuurkunde: de commissie beoordeelt Standaard 2 als ‘voldoende’.

Standaard 3: Toetsing en gerealiseerde eindkwalificaties

De opleiding beschikt over een adequaat systeem van toetsing en toont aan dat de beoogde eindkwalificaties worden gerealiseerd.

Toelichting:

Het gerealiseerde niveau blijkt uit de tussentijdse en afsluitende toetsen, de afstudeerwerken en de wijze waarop afgestudeerden in de praktijk of in een vervolgopleiding functioneren. De toetsen en de beoordeling zijn valide, betrouwbaar en voor studenten inzichtelijk.

Bevindingen

Systeem van toetsing en beoordeling

Het toezicht op toetsing en beoordeling van de opleiding ligt conform de WHW bij de examencommissie. Sinds de wetwijziging in 2010 pakt de examencommissie haar uitgebreidere takenpakket in twee stappen op. De afgelopen jaren heeft de examencommissie gewerkt aan de uitvoering van een vijfpuntenplan. Ze heeft er voor gezorgd dat in alle vakomschrijvingen de leerdoelen geëxpliciteerd zijn en dat elk vak tenminste twee examinatoren heeft. Verder heeft ze toetsmatrijzen opgesteld en beoordelingsformulieren en een 'grading scheme' ingevoerd voor een meer transparante beoordeling van de Bachelor Eindprojecten. In de volgende fase zal de examencommissie jaarlijks de toetsmatrijzen kritisch tegen het licht houden en de toetsing binnen één van de leerlijnen in detail bekijken. Verder zullen ook steekproefsgewijs scripties worden beoordeeld, waarbij in ieder geval naar de zessen zal worden gekeken. Het was al gebruikelijk dat de leden van de examencommissie zo vaak mogelijk als examinator optraden tijdens het afstuderen.

De visitatiecommissie heeft met instemming kennisgenomen van de maatregelen en plannen van de examencommissie. Zij vindt het verstandig dat de examencommissie stapsgewijs haar nieuwe takenpakket aan het uitvoeren is, omdat ook het docentenkorps overtuigd moest worden van het nut van instrumenten als toetsmatrijzen. De visitatiecommissie heeft zich door middel van een vakkenselectie en via de digitale leeromgeving geïnformeerd over de toetsvormen die in de verschillende vakken gebruikt worden. Zij concludeert dat de opleiding hierin voldoende variatie heeft aangebracht en passende toetsvormen hanteert. Ze vindt het positief dat docenten hun toetsen altijd in onderlinge samenwerking opstellen. Tijdens het bezoek heeft zij ook de zeer recent opgestelde toetsmatrijzen ingezien. Daarmee is volgens de commissie een belangrijke eerste stap gezet om de leerdoelen per vak systematischer te toetsen. Ze adviseert de opleiding dringend om in ieder geval aandacht te besteden aan een passende toetsing van academische vaardigheden en van ontwerpen. De kwaliteit van de toetsmatrijzen zal nog wel moeten verbeteren om dit op een goede manier te kunnen doen.

De visitatiecommissie heeft met de examencommissie ook gesproken over fraude en plagiaat. De examencommissie lichtte toe dat bij schriftelijke tentamens altijd gewerkt wordt met een professionele surveillantenpoule. Ook wordt de laatste tijd vaker gebruik gemaakt van de plagiaatscanner op Blackboard. Recent heeft de examencommissie één geval van fraude behandeld en geoordeeld dat de student het betreffende vak volgend jaar opnieuw diende te volgen. De visitatiecommissie heeft met instemming kennisgenomen van de toegenomen aandacht voor fraude en plagiaat. Wel raadt zij de examencommissie aan om de controle hierop verder te systematiseren.

Ten slotte heeft de commissie tijdens het bezoek met de examencommissie haar indruk besproken dat de becijfering van de scripties gemiddeld aan de hoge kant ligt. De examencommissie heeft deze opmerkingen serieus onderzocht. Er bleek inderdaad de afgelopen jaren een opwaartse trend in de gemiddelde becijfering te zitten. De

examencommissie heeft aangegeven deze in het komende jaar te corrigeren door secuurder op de hoogte van de cijfers te letten.

Gerealiseerd eindniveau

Studenten ronden de opleiding af met het Bachelor Eind Project van 12 EC. Elke student wordt begeleid door een docent; voor de dagelijkse begeleiding bij het uitvoeren van de projecten wordt in de regel een promovendus ingeschakeld. De beoordelingscommissie bij het afstuderen bestaat naast de begeleider uit ten minste één andere docent die niet bij de begeleiding betrokken is geweest. Studenten leveren hun scriptie in en sluiten het project vervolgens af met een presentatie en de beantwoording van vragen. De examinatoren bepalen vervolgens het eindcijfer aan de hand van zes criteria, waaronder de kwaliteit van de scriptie, de presentatie en verdediging.

In aanloop naar het bezoek bestudeerden de commissieleden 15 scripties die in de afgelopen twee jaar geschreven zijn. Zij kon zich over het algemeen goed vinden in de beoordeling van de opleiding en had veel waardering voor de gehanteerde beoordelingsformulieren. Over één scriptie, door de opleiding met een 6 beoordeeld, had zij aanvankelijk haar twijfels. Daarom heeft zij tijdens het bezoek met de examinatoren van dit Bachelor Eind Project gesproken. Hieruit bleek dat de minimalistische verslaglegging door de betreffende student geen goed beeld gaf van diens inzet, presentatie tijdens het afstuderen en het achterliggende onderzoek. Gelet op deze aanvullende informatie vond de commissie het gegeven eindcijfer verdedigbaar.

Overwegingen

De commissie heeft vastgesteld dat het systeem van toetsing en beoordeling voldoet aan de eisen voor basiskwaliteit. Toetsen komen tot stand in onderling overleg tussen tenminste twee docenten, zijn gevarieerd en afgestemd op de inhoud van het vak. Wel kunnen de toetsen nog beter afgestemd worden op de einddoelen van de cursussen, zoals bleek uit de recent opgestelde toetsmatrijzen.

De examencommissie is zich bewust van haar wettelijke taken en heeft die gefaseerd ter hand genomen. De visitatiecommissie vindt dit een verstandige werkwijze. Zij heeft met instemming kennisgenomen van de maatregelen en plannen van de examencommissie. Wel zou de examencommissie systematischer kunnen controleren op fraude en plagiaat.

De commissie oordeelt positief over de manier waarop het Bachelor Eind Project wordt afgerond en beoordeeld. Zij waardeert de gehanteerde beoordelingsformulieren. Op basis van de bestudeerde eindwerken en het aanvullende gesprek met de examinatoren stelt zij vast dat het door de studenten gerealiseerde eindniveau voldoende is.

Conclusie

Bacheloropleiding Technische Natuurkunde: de commissie beoordeelt Standaard 3 als ‘voldoende’.

Algemeen eindoordeel

De commissie heeft kennisgenomen van de beoordelingscriteria die de NVAO heeft opgesteld voor de Beperkte Opleidingsbeoordeling. Zij neemt de oordelen die zij voor de opleidingen bij de verschillende standaarden heeft gegeven in overweging en concludeert dat het algemene eindoordeel voor de bacheloropleiding Technische Natuurkunde ‘voldoende’ is.

Conclusie

De commissie beoordeelt de *bacheloropleiding Technische Natuurkunde* als ‘voldoende’.

Bijlagen

Bijlage 1: Curricula Vitae van de leden van de visitatiecommissie

Dr. H.P. (Henk) Blok studeerde Experimentele Natuurkunde aan de Vrije Universiteit Amsterdam. In 1972 promoveerde hij aan diezelfde universiteit. Daarna bleef hij aan de VU verbonden als wetenschappelijk (hoofd)medewerker en groepsleider. Hij deed experimenten met het VU cyclotron en de elektronenversneller van het NIKHEF en in het buitenland (Boulder, Osaka, Darmstadt, Orsay, JLab, DESY). Hij gaf kandidaats- en (post)doctoraalonderwijs en begeleidde PhD studenten bij hun promotie. Tevens was hij lid van de onderwijscommissie. Tussen 1998 en 2004 was hij achtereenvolgens opleidingsdirecteur van de afdeling Natuurkunde en onderwijsdirecteur van de Faculteit der Exacte Wetenschappen van de Vrije Universiteit. Sinds zijn pensionering in 2005 is hij nog actief in analyse van experimenten (DESY en JLab) en in het HOVO-onderwijs.

Prof. dr. W. (Wim) de Boer van het Karlsruhe Institute of Technology is een vooraanstaand expert op het gebied van deeltjes- and astrodeeltjesfysica. Zijn voornaamste interesse is de zoektocht naar de ongrijpbare donkere materie, waar meer dan 80% van de materie in het heelal uit bestaat, maar waarvan de aard onbekend is. De Boer neemt deel aan de zoektocht naar donkere materie met behulp van de CMS detector bij de Large Hadron Collider (LHC) bij het Europese Laboratorium voor Deeltjesfysica CERN in Genève en de AMS-02 detector geïnstalleerd op het Internationale Ruimtestation ISS. Ook heeft hij bijgedragen aan de fenomenologie van Supersymmetrie door te laten zien dat Supersymmetrie kan leiden tot een Grand Unified Theory met een perfecte kandidaat voor een donkere-materiedeeltje. De Boer is in 1974 gepromoveerd aan de Technische Universiteit Delft, werkte sindsdien bij CERN, University of Michigan, Max-Planck-Institut in München, Stanford Linear Accelerator en is sinds 1989 hoogleraar in Karlsruhe. Sinds 2009 is hij lid van de Adviescommissie van het onderzoeksinstituut IMAPP, Radboud Universiteit Nijmegen.

Dr. J. (Jaap) Flokstra was tot zijn pensioen in oktober 2013 als universitair hoofddocent technische natuurkunde verbonden aan de Universiteit Twente. Flokstra studeerde Technische Natuurkunde aan de Technische Universiteit Delft. Sinds 1971 is hij in verschillende functies in dienst geweest van de Universiteit Twente, waar hij in 1977 promoveerde op het proefschrift *The role of the environment in low-frequency relaxation experiments*. Flokstra is (co)auteur van zo'n 240 publicaties in wetenschappelijke tijdschriften. Hij heeft een ruime ervaring op het terrein van academisch onderwijs en vervulde aan de Universiteit Twente verschillende bestuurlijke functies. Van 2006 tot 2013 was Flokstra opleidingsdirecteur van de bacheloropleiding Advanced Technology en de masteropleiding Nanotechnology. In 2013 richtte hij het bedrijf Vinci Focus op.

Dr. J. (Jan) Hoogenraad is, na een studie Natuurkunde, gepromoveerd aan het FOM Instituut voor Atoom- en Molecuul Fysica (AMOLF) te Amsterdam in 1996. Achtereenvolgens was hij Research Scientist, Philips Natuurkundig Laboratorium (1996-1998), System Engineer, Special Applications divisie, ASM Lithography (1998-1999), Product Development Manager Software Releases, ASM Lithography (1999-2004) en Manager test en kwaliteit, Nederlandse Spoorwegen (2003-2009). Sinds 2009 heeft hij een eigen bedrijf, Spoorgloren voor verandermanagement en kwantitatieve dienstverlening voor het openbaar vervoer. Hij heeft circa 20 publicaties in vooraanstaande internationale natuurkundige tijdschriften en is lid van onder andere de Nederlandse Natuurkundige Vereniging, The Institute of Physics (Londen), the American Physical Society en INCOSE (vereniging voor Systems Engineering).

C.T. (Carmen) van Schoubroeck zit in het derde jaar van de Wiskunde bachelor en de Natuur- en Sterrenkunde bachelor aan de Radboud Universiteit in Nijmegen. Daarnaast volgt zij het vak “United Nations & Multilateral Diplomacy”, waarbij zij onderdeel uitmaakt van de United Netherlands delegatie. In deze groep heeft zij in 2013 deelgenomen aan een Model United Nations-conferentie in Harvard. Naast haar studie is zij studentlid in de Onderwijs Beleidscommissie op de faculteit, waardoor zij veel samenwerkt met de studentmedezeggenschap. Als lid van het Natuurkunde promo-team helpt zij bij open dagen door vragen van leerlingen te beantwoorden. Ook geeft zij examentrainingen aan vwo-scholieren voor het vak wiskunde bij Stichting Studiebegeleiding Leiden.

C. (Christianne) Vink MSc is didactisch coach, onderwijskundig adviseur/trainer en partner van Academic Factory. Zij studeerde psychologie aan de Vrije Universiteit, waar zij in 2009 haar masterdiploma behaalde. Van 1999 tot 2006 werkte ze als docent in nascholingstrajecten voor (para)medici, van 2010 tot 2013 werkte ze als docent aan de Faculteit Wiskunde, Natuurkunde en Informatica van de Universiteit van Amsterdam. Vink is gespecialiseerd in de didactiek van programma's voor 'kritisch-analytisch denken' en vaardigheden onderwijs in academische opleidingen. Ook is ze betrokken bij verschillende BKO trajecten en heeft ze veel ervaring met curriculum assessment van universitaire opleidingen. Samen met een collega van het Instituut voor Interdisciplinaire Studies schrijft Vink momenteel een boek over interdisciplinair curriculum ontwerp, dat in de zomer van 2014 zal verschijnen.

Bijlage 2: Domeinspecifiek referentiekader

Het domeinspecifieke referentiekader voor de Bachelor opleidingen natuurkunde, technische natuurkunde, en sterrenkunde

Uitgangspunten

Het doel van universitaire opleidingen in een vakwetenschap is de studenten voor te bereiden op de zelfstandige beoefening van het vak en de toepassing van de verworven kennis en vaardigheden. Algemeen wordt als uitgangspunt aanvaard dat de Nederlandse universitaire opleidingen in het domein natuur- en sterrenkunde een niveau moeten hebben waarmee de afgestudeerde zich op de internationale markt kan meten met afgestudeerden uit andere landen die gezichtsbepalend zijn voor het onderzoek. Het domeinspecifieke referentiekader bedoelt een maatstaf te geven voor dit uitgangspunt.

Het hier gepresenteerde kader is gebaseerd op het in de onderwijsvisitatie 2007 gebruikte referentiekader. Dat kader leunde sterk op de eindkwalificaties zoals die waren geformuleerd in het document *'Reference points for the design and delivery of degree programmes in physics'*, geproduceerd in het kader van het *Tuning Project*. Dit gaf ook de gewenste aansluiting met de Dublin-descriptoren als richtsnoer voor het verschil in niveau tussen Bachelor en Master. Verder is gebruik gemaakt van het meer recente document *'A European Specification for Physics Bachelor Studies'* van de European Physical Society (2009). De eindtermen zijn geformuleerd in termen van competenties van de afgestudeerde. Dit leidt tot daarop gebaseerde eisen aan het curriculum: aan welke kennis en vaardigheden in het curriculum moet aandacht worden besteed. Opleidingen met dezelfde naam zijn overigens niet identiek. Naast bijvoorbeeld verschillen die ontstaan door verschil in onderzoeksspecialisatie van de wetenschappelijke staf en keuzemogelijkheden die studenten daardoor geboden worden, is er een meer structureel verschil tussen opleidingen aan algemene en technische universiteiten. Er zijn dan ook meerdere manieren om te voldoen aan de vereisten van het referentiekader. Essentieel is dat de eigen inkleuring past binnen de algemene, internationaal geaccepteerde maatstaven.

Het Referentiekader

1. Eindkwalificaties

Voor de bacheloropleidingen natuurkunde, sterrenkunde en technische natuurkunde kunnen de eindkwalificaties met de volgende drie types van competenties worden beschreven. Om aansluiting te houden met de eerder genoemde documenten worden deze hier in het Engels omschreven. Binnen de types is de volgorde aangehouden die het Tuning document de 'Rating of Importance Order' noemt.

(a) Discipline-gerelateerde cognitieve competenties.

	Specific competence	Description. On completion of the degree course, the student should
1	Problem solving skills	be able to evaluate clearly the orders of magnitude in situations which are physically different, but show analogies, thus allowing the use of known solutions in new problems

2	Knowledge and understanding of Physics	have knowledge of the foundations of modern physics and a good understanding of the important physical theories (logical and mathematical structure, experimental support, physical phenomena described);
3	Modelling skills	be able to identify the essentials of a process/situation and to set up a working model of the same; be able to perform the required approximations; i.e. critical thinking to construct physical models
4	Understanding of the Physics culture	be familiar with the most important areas of physics and with those approaches, which span many areas in physics; have acquired a qualitative understanding of current developments at the frontiers of the physics discipline.
5	Familiarity with basic and applied research	acquire an understanding of the nature and ways of physics research and of how physics research is applicable to many fields other than physics, e.g. engineering; be able to design experimental and/or theoretical procedures for: (i) solving current problems in academic or industrial research; (ii) improving the existing results
6	Human / professional skills	be able to develop a personal sense of responsibility, given the free choice of elective/optional courses; be able to gain professional flexibility through the wide spectrum of scientific techniques offered in the curriculum
7	Absolute standards	have become familiar with highly regarded research in the field with respect to physical discoveries and theories, thus developing an awareness of the highest standards

(b) Discipline-gerelateerde praktische vaardigheden.

	Specific competence	Description. On completion of the degree course, the student should
8	Mathematical skills	be able to understand and master the use of the most commonly used mathematical and numerical methods
9	Experimental skills	have become familiar with most important experimental methods and be able to perform experiments independently, as well as to describe, analyse and critically evaluate experimental data; be able to scientifically report the findings
10	Computer skills	be able to perform calculations independently, even when a small PC or a large computer is needed, including the development of software programmes

(c) Discipline-gerelateerde generieke competenties.

	Specific competence	Description. On completion of the degree course, the student should
11	Literature search	be able to search for and use physical and other technical literature, as well as any other sources of information relevant to research work and technical project development; have good knowledge of technical English.
12	Ethical behaviour	appreciate that to fabricate, falsify or misrepresent data or to commit plagiarism constitutes unethical scientific behavior; be objective, unbiased and truthful in all aspects of their work and recognise the limits of their knowledge.
13	Communication skills	be able to listen carefully and to present difficult ideas and complex information in a clear and concise manner to professional as well as to lay audiences; be able to work in an interdisciplinary team.
14	Foreign language skills	be able to gain command of foreign languages through, usually elective, participation in courses taught in foreign language.

2. Programma

Voor het programma van een Bacheloropleiding zijn er nog verschillende belangrijke randvoorwaarden waarmee de opbouw van het curriculum rekening moet houden.

Ten eerste is natuurkunde een hiërarchische discipline, die een geordende en gestructureerde kennisoverdracht vereist. Natuurkunde is verder gebaseerd op experimenten en observaties als de basis voor kennis. Ook moet in de huidige maatschappij een natuurkunde curriculum niet alleen studenten kunnen bedienen die voornemens zijn verder te gaan in de richting van universitaire of industriële research; maar ook studenten die een wat bredere maar wel op natuurkunde gebaseerde opleiding zoeken, die hen een goede basis van generieke competenties verschaft, waardoor ze hun eigen talenten optimaal kunnen ontplooiën, en ze zich op een veelheid aan posities op de arbeidsmarkt kunnen richten. De kern van het Bachelor-Master systeem is tenslotte dat een Bachelor afgestudeerde niet automatisch door zal willen of hoeven gaan met een Master opleiding in dezelfde discipline of op dezelfde locatie, en opleidingen zullen hier op verschillende manieren een invulling aan willen geven. Tenslotte wordt het ingangsniveau van het Bachelorprogramma bepaald door het Nederlandse vwo, met een profiel Natuur en techniek, dan wel Natuur en gezondheid, met extra wiskunde. Van de opleidingen wordt verwacht dat zij aansluiten bij het eindniveau dat door het vwo feitelijk wordt geboden.

Om aan de eindkwalificaties te voldoen zal een student in elk geval vertrouwd moeten raken met de basisvakken van de natuurkunde, waaronder klassieke mechanica, elektromagnetisme, speciale relativiteitstheorie, kwantummechanica, optica, thermodynamica en statistische fysica. In de bachelorfase horen ook vakken thuis waarin deze basisvakken worden toegepast op de beschrijving van specifieke fysische systemen, zoals atomen, moleculen, atoomkernen, gassen en vaste stoffen. Elke bachelorstudent zal met enkele daarvan vertrouwd dienen te raken. Verder kan er in de bachelorfase in bescheiden mate aandacht gegeven worden aan de algemene relativiteitstheorie, de kwantumveldentheorie en de fysica van elementaire deeltjes. Als gevolg van de wiskundige structuur van natuurkundige theorieën is een behoorlijk pakket

aan onderdelen van de wiskunde, mede gericht op het verwerven van analytische en numerieke vaardigheden, onmisbaar evenals aandacht voor modelleren met computersimulaties.. Aangezien waarnemingen en metingen de primaire bron zijn van natuurkundige kennis dient een natuurkundestudent praktische ervaring op te doen met werken aan en met moderne experimentele opstellingen. Hedendaagse methoden van registratie en verwerking van signalen en meetgegevens zijn daarvan een wezenlijk onderdeel. Daarvoor zijn de nodige moderne voorzieningen en apparatuur een vereiste.

In de bacheloropleiding in de technische natuurkunde zal bovendien aandacht moeten zijn voor praktisch werk dat gericht is op ontwerpen dan wel vervaardigen van objecten of apparaten met een praktisch nut, naast het verkrijgen van kennis of inzicht. De eerder genoemde toepassingsgebieden voor de basisvakken kunnen mede gekozen worden op grond van hun technische relevantie.

Doordat de sterrenkunde in haar fysische basis nauw verbonden is met de natuurkunde, is er zeker in het begin van de bacheloropleidingen een aanzienlijke overlap tussen beide vakwetenschappen. Daarbij zal de student Sterrenkunde zich vooral concentreren op die basisvakken van de natuurkunde die in de sterrenkunde belangrijk zijn. Een student zal zich in de bachelorfase ook specifiek astronomische vakken eigen moeten maken, zoals astrofysica, kosmologie, planeetsystemen en de evolutie van sterren en sterrenstelsels. Verder dient er gelegenheid te zijn vertrouwd te raken en ervaring op te doen met astronomische waarnemingstechnieken en meetmethoden. Daardoor zal het practicum in de sterrenkundeopleiding een ander karakter hebben dan in de natuurkundeopleiding.

Een bacheloropleiding in het domein van de natuur- en sterrenkunde kan niet volstaan met onderdelen van de eigen vakwetenschap alleen. Voor alle opleidingen geldt dat een afgestudeerde bachelor een scala van mogelijkheden heeft voor een vervolgopleiding dan wel een start op de arbeidsmarkt. Een vervolgopleiding kan zijn een masteropleiding in een specialisatie binnen het eigen vak. Maar ook masteropleidingen met een breder karakter (levenswetenschappen, nanowetenschappen) of in een andere discipline (scheikunde, wiskunde, bedrijfskunde) zijn toegankelijk voor afgestudeerde bachelors in de natuur- of sterrenkunde. Bovendien moet er mee rekening gehouden worden dat de arbeidsmarkt ruimte gaat bieden aan afgestudeerde bachelors op terreinen waar de verworven kennis en de voor natuur- en sterrenkunde karakteristieke methoden en vaardigheden toegepast kunnen worden. Vanwege deze diversiteit aan vervolgmogelijkheden voor een bachelor moet er tijdens de bacheloropleiding ruimte zijn voor differentiatie, die de student de gelegenheid biedt zich te oriënteren en voor te bereiden op deze keuzemogelijkheden. Daarvoor is een zekere keuzeruimte tijdens de opleiding onontbeerlijk. Ook is het belangrijk dat de opleiding wordt afgesloten met een onderzoeksproject. Daarin kan de student een eerste ervaring opdoen met vragen en methoden van onderzoek, en met de rapportage van resultaten in de vorm van een scriptie en een voordracht. Het niveau van het onderzoek en de mate van oorspronkelijkheid en zelfstandigheid van de student mogen daarbij uiteraard nog bescheiden zijn. Ze dienen aan te sluiten op het ingangsniveau van masteropleidingen. Daarvoor is nodig dat verschillende aspecten van wetenschappelijk onderzoek aan bod komen.

In ieder programma en voor elke student is academische vorming van belang. Daarom behoren training in communicatie in gesproken en geschreven vorm in het onderwijsprogramma aan de orde te komen, en er hoort aandacht te zijn voor wetenschapsethiek, evenals aandacht voor de geschiedenis van het eigen vak en inzicht in de positie van het vak binnen het geheel van wetenschap, cultuur en samenleving.

Tenslotte maakt ook toetsing integraal deel uit van een programma. Verschillende competenties vereisen verschillende manieren van toetsen. Klassieke tentamens en becijfering bijvoorbeeld geven inzicht in het conceptuele begrip, de wiskundige vaardigheden, en het probleemoplossend vermogen van de student. Toetsen binnen een bepaalde tijd of projecten met een afgesproken einddatum leren de student te werken onder druk en zijn werk te organiseren. Verslagen en presentaties maken duidelijk wat de student bereikt heeft onder minder restrictieve omstandigheden, en ten aanzien van communicatie. De toepassing van deze verschillende manieren van toetsen borgt de competenties die door het bachelorprogramma vereist worden.

Bijlage 3: Beoogde eindkwalificaties

De afgestudeerde van de bacheloropleiding Technische Natuurkunde:

1. beheerst de basiskennis van de natuurkunde, met inbegrip van de noodzakelijke wiskunde en aanverwante technische vakken, op het niveau dat vereist is om een internationale geaccrediteerde Masteropleiding (technische) natuurkunde te kunnen volgen;
2. kan standaardproblemen binnen de (technische) natuurkunde oplossen, gebruikmakend van theoretisch analytische of numerieke methoden, experimenten en/of simulatie- en modelleringstechnieken;
3. beschikt over brede kennis op het gebied van de natuurwetenschappen;
4. is in staat om problemen, ook buiten de bestudeerde gebieden, te analyseren en te abstraheren. Hij/zij kan de technieken bedoeld in punt 1 toepassen om oplossingen voor deze problemen aan te dragen en te realiseren, met oog voor praktische toepassing;
5. is in staat om zich zelfstandig effectief en efficiënt nieuwe kennis eigen te maken, met behulp van moderne communicatiemiddelen;
6. kan alleen of in teamverband bijdragen aan (technisch) fysisch onderzoek en aan technische ontwerpen en heeft ervaring met een projectmatige aanpak;
7. kan zowel in het Nederlands als in het Engels en zowel mondeling als schriftelijk communiceren over het vakgebied en over zijn of haar werk, gebruikmakend van de geëigende presentatietechnieken;
8. heeft kennis van techniek-gerelateerde ontwikkelingen in maatschappelijke context en is in staat om op dit gebied standpunten te formuleren en te verdedigen.

Bijlage 4: Overzicht van het programma

Eerste jaar:

	Octaal 1					Octaal 2				Octaal 3				Octaal 4				Octaal 5				Octaal 6				Octaal 7				Octaal 8				Zomer																	
maandag	2	9	16	23	30	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	30	6	13	20	27	3	10	17	24	31	7	14	21	28	5	12	19	26	2	9	16	23	30	7	14	21	...	25						
maand	Sept					Okt				Nov				Dec				Jan				Feb				Mrt				Apr				Mei				Juni				Juli				Aug					
weken	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
EC	Wi1400TN D1 Analyse deel 1										Wi1400TN D2 Analyse deel 2				Wi1400TN D2 Analyse deel 2				Wi1142TN Lineaire algebra deel 1				Wi1400TN D3 Analyse deel 3				Wi1410TN Voortgez. analyse				TN1661 Orientatie TN																				
1																																																			
2																																																			
3	TN1301 Inleiding Mechanica, golven en optica					TN1321 Inleiding Elektriciteit en Magnetisme					TN1311 Moderne Natuurkunde				TN1622/ TN1751/ TN2811/ TN1651 Proped. Keuzevak				TN1612TU Mechanica en relativiteitstheorie				TN1201 Thermo- dynamica				TN2513 Computa- tional Science																								
4															Kerstavakantie				Voorjaarsvakantie								Week vrij				Zomervakantie				Hertentamens tweede semester				Zomervakantie												
5																																																			
6	TN1002 Inleiding Technische Natuurkunde										TN1002 Inl. Technische Natuurkunde				TN1002																																				
7	TN1404-P Inleidend Practicum										TN1404-P Inleidend Practicum				TN1404-P Inleidend Practicum				TN2513 Computational Science				TN1101 Technology Management								TN1603 Propedeu- tisch Eindproject Inclusief mondeling presenteren																				
8																																																			

Tweede jaar:

	Octaal 1					Octaal 2				Octaal 3				Octaal 4				Octaal 5				Octaal 6				Octaal 7				Octaal 8				Zomer																	
maandag	2	9	16	23	30	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	30	6	13	20	27	3	10	17	24	31	7	14	21	28	5	12	19	26	2	9	16	23	30	7	14	21	...	25						
maand	Sept					Okt				Nov				Dec				Jan				Feb				Mrt				Apr				Mei				Juni				Juli				Aug					
weken	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
EC	Wi2242 Lineaire Algebra 2					Wi2240TN Differentiaal- vergelijkingen				TN2545 Systemen en Signalen				TN2545 Systemen en Signalen				Wi3104TN Statistiek				TN2785 Fysische Transportverschijnselen				TN2081 Fysica van Duurzame Energie																									
1																																																			
2																																																			
3														Kerstavakantie				Voorjaarsvakantie																																	
4	TN2053 Elektromagnetisme					TN2321 Klassieke Mechanica				TN2345 Inleiding Golven				TN2302 Kwantum- mechanica 1				TN2302 Kwantum- mechanica 2				TN2624 Statistische Fysica								Zomervakantie				Tentamenweek				Zomervakantie													
5																																																			
6																																																			
7	TN2211/TN2953-P Elektronische Instrumentatie/Research Practicum										TN2211/TN2953-P Elektronische Instrumentatie/Research Practicum				TN2211/TN2953-P Elektronische Instrumentatie/Research Practicum																																				
8																																																			

Derde jaar:

	Octaal 1				Octaal 2				Octaal 3				Octaal 4				Octaal 5				Octaal 6				Octaal 7				Octaal 8				Zomer																															
maandag	2	9	16	23	30	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	30	6	13	20	27	3	10	17	24	3	10	17	24	31	7	14	21	28	5	12	19	26	2	9	16	23	30	7	14	21	...	11	18	25													
maand	Sept				Okt				Nov				Dec				Jan				Feb				Mrt				Apr				Mei				Juni				Juli				Aug																			
weken	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	...	6	7	8																
EC	MINOR																								Kerstvakantie				MINOR				Voorjaarsvakantie				SC3011TN Stochastische Signaalanalyse				TN2421 Optica				TN2412 Kwantum- mechanica 3				TN2983 Bachelor Eindproject				Zomervakantie				Tentamenweek				Zomervakantie			
1																																																																
2																																																																
3																																																																
4																																																																
5																																																																
6																																																																
7																																																																
	WM0318TN Wetenschaps- en Argumentatieleer				TN2844 Vaste Stof Fysica																																																											

Bijlage 5: Kwantitatieve gegevens over de opleiding

Instroom-, doorstroom- en uitstroomgegevens

Instroom:

Jaar	Cohortomvang met vooropleidingscategorie					Totaal
	VWO	HBO prop	HBO*	Buitenland	Overig	
02/ 03	69	1	4	3	3	80
03/ 04	68	2	0	2	3	75
04/ 05	79	3	7	5	6	100
05/ 06	85	2	4	6	5	102
06/ 07	98	4	1	7	2	112
07/ 08	89	1	0	7	3	100
08/ 09	100	5	2	6	3	116
09/ 10	116	2	2	7	1	128
10/ 11	105	4	1	10	5	125

Doorstroom:

Cohort	Omvang herins. absoluut	% van totale cohort	Bachelorrendement van herinschrijvers					hoop /inst > 6 jaar
			na 3 jaar	na 4 jaar	na 5 jaar	na 6 jaar	> 6 jaar	
			Percentage (cumulatief), wordt niet vermeld als totaal kleiner dan 4 is					
02/ 03	57	83	0	14	28	47	68	75
03/ 04	55	81	0	13	31	53	75	75
04/ 05	68	86	7	26	46	59	75	78
05/ 06	77	91	9	34	52	70		
06/ 07	82	84	6	28	43			
07/ 08	68	76	19	38				
08/ 09	80	80	9					
09/ 10	80	69						
10/ 11	74	70						

Uitstroom:

Cohort	Vertrek bachelorstudenten bij de opleiding				
	Omvang cohort absoluut	na 1 jaar	na 2 jaar	na 3 jaar	Selectiviteit van 1e jaar
		Percentage (cumulatief), wordt niet vermeld als het totaal kleiner dan 4 is			
02/ 03	69	17	22	23	75
03/ 04	68	19	22	22	87
04/ 05	79	14	14	16	85
05/ 06	85	9	21	24	40
06/ 07	98	16	24	31	53
07/ 08	89	24	28	29	81
08/ 09	100	20	25	*27	*74
09/ 10	116	31	*36		
10/ 11	105	*30			

Gerealiseerde docent-studentratio

Ratio aantal studenten t.o.v. aantal fte onderwijsgeevenden in de opleiding	10,7
-----------------------------------------------------------------------------	------

Gemiddeld aantal contacturen per fase van de studie

Studiejaar	1	2				3			
Kwartaal		1	2	3	4	1	2	3	4
Contacturen	40	28	26	22	24	minor		26	28

Bijlage 6: Bezoekprogramma

Dag 1:																				
10.00	13.30	Voorbereidend overleg van de commissie + inzage documenten																		
13.30	13.45	Studenten (bachelor-2) <ul style="list-style-type: none"> • C.J. (Tijn) Molengraaf, 2^e jaars • N. (Nena) Batenburg, 2^e jaars • B.C. (Bram) van Meurs, 3^e jaars 																		
13.45	14.45	Management <table border="1"> <tr> <td></td> <td>TN</td> <td>AP</td> </tr> <tr> <td>Opleidingsdirecteur</td> <td>Prof.dr.ir. P. (Pieter) Kruit</td> <td>Dr. J.M. (Jos) Thijssen</td> </tr> <tr> <td>Opleidingscoördinator</td> <td>Ir. G.J. (Gert-Jan) Broekman</td> <td>Ir. A.J.W. (Arno) Haket</td> </tr> <tr> <td>Decaan TNW</td> <td colspan="2">Prof.dr.ir. T.H.J.J. (Tim) van der Hagen</td> </tr> <tr> <td>Directeur Onderwijs</td> <td colspan="2">Prof.dr. R.F. (Rob) Mudde</td> </tr> <tr> <td>Hoofd O&S TNW</td> <td colspan="2">Dr. I.M. (Irma) Croese</td> </tr> </table>		TN	AP	Opleidingsdirecteur	Prof.dr.ir. P. (Pieter) Kruit	Dr. J.M. (Jos) Thijssen	Opleidingscoördinator	Ir. G.J. (Gert-Jan) Broekman	Ir. A.J.W. (Arno) Haket	Decaan TNW	Prof.dr.ir. T.H.J.J. (Tim) van der Hagen		Directeur Onderwijs	Prof.dr. R.F. (Rob) Mudde		Hoofd O&S TNW	Dr. I.M. (Irma) Croese	
	TN	AP																		
Opleidingsdirecteur	Prof.dr.ir. P. (Pieter) Kruit	Dr. J.M. (Jos) Thijssen																		
Opleidingscoördinator	Ir. G.J. (Gert-Jan) Broekman	Ir. A.J.W. (Arno) Haket																		
Decaan TNW	Prof.dr.ir. T.H.J.J. (Tim) van der Hagen																			
Directeur Onderwijs	Prof.dr. R.F. (Rob) Mudde																			
Hoofd O&S TNW	Dr. I.M. (Irma) Croese																			
14.45	15.45	Studenten <table border="1"> <tr> <td>TN</td> <td>AP</td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> • A.J. (Arian) Stolk, 3^e jaars • F.V. (Floris) van der Gronden, 1^e jaars • C.C. (Coosje) Pothoven, 1^e jaars </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Y. (Katy) Wei BSc, zij-instroom Cambridge, 2e jaars, track Bionanoscience -internationaal • L. (Lucinda) Kootstra BSc, 1^e jaars, track Quantum Nanoscience • N. (Nick) Spook BSc, 2^e jaars, track Imaging Science & Technology • J.V. (Julius) Huijts BSc, 2e jaars, track Radiation Science & Technology Reserve: <ul style="list-style-type: none"> • Ing M.P. (Maudy) Mulder, zij-instroom HBO, 2^e jaars, track Transport Phenomena & Fluid Flow </td> </tr> </table>	TN	AP	<ul style="list-style-type: none"> • A.J. (Arian) Stolk, 3^e jaars • F.V. (Floris) van der Gronden, 1^e jaars • C.C. (Coosje) Pothoven, 1^e jaars 	<ul style="list-style-type: none"> • Y. (Katy) Wei BSc, zij-instroom Cambridge, 2e jaars, track Bionanoscience -internationaal • L. (Lucinda) Kootstra BSc, 1^e jaars, track Quantum Nanoscience • N. (Nick) Spook BSc, 2^e jaars, track Imaging Science & Technology • J.V. (Julius) Huijts BSc, 2e jaars, track Radiation Science & Technology Reserve: <ul style="list-style-type: none"> • Ing M.P. (Maudy) Mulder, zij-instroom HBO, 2^e jaars, track Transport Phenomena & Fluid Flow 														
TN	AP																			
<ul style="list-style-type: none"> • A.J. (Arian) Stolk, 3^e jaars • F.V. (Floris) van der Gronden, 1^e jaars • C.C. (Coosje) Pothoven, 1^e jaars 	<ul style="list-style-type: none"> • Y. (Katy) Wei BSc, zij-instroom Cambridge, 2e jaars, track Bionanoscience -internationaal • L. (Lucinda) Kootstra BSc, 1^e jaars, track Quantum Nanoscience • N. (Nick) Spook BSc, 2^e jaars, track Imaging Science & Technology • J.V. (Julius) Huijts BSc, 2e jaars, track Radiation Science & Technology Reserve: <ul style="list-style-type: none"> • Ing M.P. (Maudy) Mulder, zij-instroom HBO, 2^e jaars, track Transport Phenomena & Fluid Flow 																			
16.00	17.00	Docenten <table border="1"> <tr> <td>TN</td> <td>AP</td> </tr> <tr> <td>Prof.dr.ir. L.M.K. (Lieven) Vandersypen, Quantum Transport</td> <td>Prof.dr.ir. H.S.J. (Herre) van der Zant, Molecular Electronics & Devices</td> </tr> <tr> <td>Dr. C.W. (Cees) Hagen, Deeltjesoptica</td> <td>Dr. S.W.H. (Stephan) Eijt, Fundamentals of Materials and Energy</td> </tr> <tr> <td>Dr. M. (Miriam) Blaauboer, Theoretische Natuurkunde</td> <td>Dr.ir. S.F. (Silvania) Pereira, Optica</td> </tr> <tr> <td>Ir.drs. A.G.M. (Fons) Daalderop, Numerieke Wiskunde</td> <td>Dr. C.J.A. (Christoffe) Danelon, Bionanoscience</td> </tr> </table>	TN	AP	Prof.dr.ir. L.M.K. (Lieven) Vandersypen, Quantum Transport	Prof.dr.ir. H.S.J. (Herre) van der Zant, Molecular Electronics & Devices	Dr. C.W. (Cees) Hagen, Deeltjesoptica	Dr. S.W.H. (Stephan) Eijt, Fundamentals of Materials and Energy	Dr. M. (Miriam) Blaauboer, Theoretische Natuurkunde	Dr.ir. S.F. (Silvania) Pereira, Optica	Ir.drs. A.G.M. (Fons) Daalderop, Numerieke Wiskunde	Dr. C.J.A. (Christoffe) Danelon, Bionanoscience								
TN	AP																			
Prof.dr.ir. L.M.K. (Lieven) Vandersypen, Quantum Transport	Prof.dr.ir. H.S.J. (Herre) van der Zant, Molecular Electronics & Devices																			
Dr. C.W. (Cees) Hagen, Deeltjesoptica	Dr. S.W.H. (Stephan) Eijt, Fundamentals of Materials and Energy																			
Dr. M. (Miriam) Blaauboer, Theoretische Natuurkunde	Dr.ir. S.F. (Silvania) Pereira, Optica																			
Ir.drs. A.G.M. (Fons) Daalderop, Numerieke Wiskunde	Dr. C.J.A. (Christoffe) Danelon, Bionanoscience																			
17.00	17.30	Alumni <ul style="list-style-type: none"> • Ir. R. (Rianne) van den Berg zij-instroom UU, Quantum Nanoscience, promotie UvA, aug 2012 afgestudeerd • Ir. F.P. (Rick) Bulk zij-instroom HBO, Radiation Science & Technology, ministerie van economische zaken, aug 2012 afgestudeerd • Ir. V.J.J. (Vincent) van Dijk TN, Transport Phenomena & Fluid Flow, IHC Merwede, nov 2011 afgestudeerd • Ir. R. (Robert) van Driel TN, Transport Phenomena & Fluid Flow, Allseas, april 2010 afgestudeerd • Ir. S.V. (Sander) den Hoedt TN, Imaging Science & Technology, eigen bedrijf – Delmic, dec 2010 afgestudeerd • Ir. R.P.J. (Robert) Nieuwenhuizen TN, Imaging Science & Technology, 																		

17.30	18.15	Intern overleg commissie
19.00		Diner (alleen commissie)

Dag 2:				
9.00	10.00	Intern overleg commissie		
10.00	10.30	OLC (studenten en docenten)		
		Opleidingscie vz	Prof.dr. H.P. (Paul) Urbach	
		Docenten	Prof.dr. P.C.M. (Paul) Planken	
			Dr.ir. M. (Martin) Rohde	
			Dr. A.H. (Ad) Verbruggen	
			Dr. H.J.E. (Bertus) Beaumont (reserve)	
		Studentleden	J.M.J. (Jules) de Winter	
			M. (Michiel) Bongaerts	
			M.H.H. (Ellen) Tolboom	
			A.M.H. (Daan) Achterbergh BSc	
	J.D. (Dirk-Jan) Korpershoek (reserve)			
10.30	11.15	Examencie en studieadviseur		
			TN	AP
		Examencie vz	Prof.dr.ir. C.R. (Chris) Kleijn	Prof.dr. E.H. (Ekkes) Brück
		Examencie leden	Dr. M. (Miriam) Blaauboer Dr. S.W.H. (Stephan) Eijt	Dr. B. (Bernd) Rieger Prof.dr. Y.M. (Yaroslav) Blanter
	Studieadviseurs	Drs. M. (Marisha) Reedijk	Ir. A.J.W. (Arno) Haket	
11.15	11.45	Open spreekuur		
11.45	13.00	Lunch en voorbereiden eindgesprek		
13.00	13.45	Eindgesprek met management		
			TN	AP
		Opleidingsdirecteur	Prof.dr.ir. P. (Pieter) Kruit	Dr. J.M. (Jos) Thijssen
		Opleidingscoördinator	Ir. G.J. (Gert-Jan) Broekman	Ir. A.J.W. (Arno) Haket
		Decaan TNW	Prof.dr.ir. T.H.J.J. (Tim) van der Hagen	
		Directeur Onderwijs	Prof.dr. R.F. (Rob) Mudde	
	Hoofd O&S TNW	Dr. I.M. (Irma) Croese		
13.45	16.00	Opstellen bevindingen		
16.00	16.30	Mondelinge rapportage		

Bijlage 7: Bestudeerde afstudeerscripties en documenten

Voor het bezoek heeft de commissie de afstudeerscripties bestudeerd van de studenten met de volgende studentnummers:

4095820	4006585	4021991
4090616	1384643	1307878
1381040	1358162	1544691
1524968	1327704	1307657
1508768	4046307	1224182

Tijdens het bezoek heeft de commissie onder meer de volgende documenten bestudeerd (deels als *hard copies* en deels via de elektronische leeromgeving):

- studiemateriaal: handboeken en syllabi, readers, studiehandleidingen;
- toetsmaterialen met modelantwoorden (voorzover beschikbaar);
- voorbeelden van werkstukken, portfolio's, onderzoeksverslagen van studenten, stageverslagen;
- scriptiereglementen en richtlijnen voor het maken van werkstukken;
- stagereglementen/handleidingen;
- tentamen- en examenreglement;
- recente verslagen Opleidingscommissie, Examencommissie, onderwijsjaarverslagen,;
- Evaluatiemateriaal, inclusief verslagen van collegeresponsiegroepen en de enquête over het octaalonderwijs;
- ICLON-evaluatierapport van de curriculumverandering Technische Natuurkunde ter bevordering van het studiesucces;
- alumni-enquêtes,
- medewerkerstevredenheidsonderzoek;
- voorlichtingsmateriaal;
- materiaal over de studievereniging;
- brochure 'Activerend onderwijs aan de TU Delft';
- documenten met betrekking tot BKO;
- Overzichten van slagingspercentages van diverse cursussen.

Verder heeft de commissie van een selectie van cursussen al het beschikbare materiaal over het afgelopen cursusjaar opgevraagd. Het betreft het materiaal van de volgende cursussen:

- Elektriciteit & Magnetisme (eerste jaar)
- Fysica van Duurzame Energie (tweede jaar)
- Vaste Stoffysica (derde jaar)

Bijlage 8: Onafhankelijkheidsverklaringen



ONAFHANKELIJKHEIDS- EN GEHEIMHOUDINGSVERKLARING

INDIENEN VOORAFGAAND AAN DE OPLEIDINGSBEOORDELING

ONDERGETEKENDE

NAAM:

H. P. Bok

PRIVÉ ADRES:

Prinses Ireneplantsoen 18

1191CB Ouderkerk aan de Amstel

IS ALS DESKUNDIGE / SECRETARIS GEVRAAGD VOOR HET BEOORDELEN VAN DE OPLEIDING:

AANGEVRAAGD DOOR DE INSTELLING:

VERKLAART HIERBIJ GEEN (FAMILIE)RELATIES OF BANDEN MET BOVENGENOEMDE INSTELLING TE ONDERHOUDEN, ALS PRIVÉPERSOON, ONDERZOEKER / DOCENT, BEROEPSBEOEFENAAR OF ALS ADVISEUR, DIE EEN VOLSTREKT ONAFHANKELIJKE OORDEELSVORMING OVER DE KWALITEIT VAN DE OPLEIDING TEN POSITIEVE OF TEN NEGATIEVE Zouden KUNNEN BEÏNVLOEDEN;



VERKLAART HIERBIJ ZODANIGE RELATIES OF BANDEN MET DE INSTELLING DE
AFGELOPEN VIJF JAAR NIET GEHAD TE HEBBEN;

VERKLAART STRIKTE GEHEIMHOUDING TE BETRACHTEN VAN AL HETGEEN IN
VERBAND MET DE BEOORDELING AAN HEM/HAAR BEKEND IS GEWORDEN EN
WORDT, VOOR ZOVER DE OPLEIDING, DE INSTELLING OF DE NVAO HIER
REDELIJKERWIJS AANSPRAAK OP KUNNEN MAKEN.

VERKLAART HIERBIJ OP DE HOOGTE TE ZIJN VAN DE NVAO GEDRAGSCODE.

PLAATS:

Nijmegen

DATUM:

3 nov. 2013

HANDTEKENING:

H. P. Bloog



ONAFHANKELIJKHEIDS- EN GEHEIMHOUDINGSVERKLARING

INDIENEN VOORAFGAAND AAN DE OPLEIDINGSBEOORDELING

ONDERGETEKENDE

NAAM: Willem de Boer

PRIVÉ ADRES: Dekan-Mafheinz-Str. 26
D-76229 Karlsruhe

IS ALS DESKUNDIGE / SECRETARIS GEVRAAGD VOOR HET BEOORDELEN VAN DE OPLEIDING:

AANGEVRAAGD DOOR DE INSTELLING:

VERKLAART HIERBIJ GEEN (FAMILIE)RELATIES OF BANDEN MET BOVENGENOEMDE INSTELLING TE ONDERHOUDEN, ALS PRIVÉPERSOON, ONDERZOEKER / DOCENT, BEROEPSBEOEFENAAR OF ALS ADVISEUR, DIE EEN VOLSTREKT ONAFHANKELIJKE OORDEELSVORMING OVER DE KWALITEIT VAN DE OPLEIDING TEN POSITIEVE OF TEN NEGATIEVE ZOULDEN KUNNEN BEÏNVLOEDEN;



VERKLAART HIERBIJ ZODANIGE RELATIES OF BANDEN MET DE INSTELLING DE
AFGELOPEN VIJF JAAR NIET GEHAD TE HEBBEN;

VERKLAART STRIKTE GEHEIMHOUDING TE BETRACHTEN VAN AL HETGEEN IN
VERBAND MET DE BEOORDELING AAN HEM/HAAR BEKEND IS GEWORDEN EN
WORDT, VOOR ZOVER DE OPLEIDING, DE INSTELLING OF DE NVAO HIER
REDELIJKERWIJS AANSPRAAK OP KUNNEN MAKEN.

VERKLAART HIERBIJ OP DE HOOGTE TE ZIJN VAN DE NVAO GEDRAGSCODE.

PLAATS: *Karlsruhe*

DATUM: *21.11.2013*

HANDTEKENING:



ONAFHANKELIJKHEIDS- EN GEHEIMHOUDINGSVERKLARING

INDIENEN VOORAFGAAND AAN DE OPLEIDINGSBEOORDELING

ONDERGETEKENDE

NAAM:

J. Flokstra

PRIVÉ ADRES:

Andoorn 106

7577 AZ Oldenzael.

IS ALS DESKUNDIGE / SECRETARIS GEVRAAGD VOOR HET BEOORDELEN VAN DE OPLEIDING:

Technische Natuurkunde / Applied Physics

AANGEVRAAGD DOOR DE INSTELLING:

Technische Universiteit Delft

VERKLAART HIERBIJ GEEN (FAMILIE)RELATIES OF BANDEN MET BOVENGENOEMDE INSTELLING TE ONDERHOUDEN, ALS PRIVÉPERSOON, ONDERZOEKER / DOCENT, BEROEPSBEOEFENAAR OF ALS ADVISEUR, DIE EEN VOLSTREKT ONAFHANKELIJKE OORDEELSVORMING OVER DE KWALITEIT VAN DE OPLEIDING TEN POSITIEVE OF TEN NEGATIEVE Zouden KUNNEN BEÏNVLOEDEN;



VERKLAART HIERBIJ ZODANIGE RELATIES OF BANDEN MET DE INSTELLING DE
AFGELOPEN VIJF JAAR NIET GEHAD TE HEBBEN;

VERKLAART STRIKTE GEHEIMHOUDING TE BETRACHTEN VAN AL HETGEEN IN
VERBAND MET DE BEOORDELING AAN HEM/HAAR BEKEND IS GEWORDEN EN
WORDT, VOOR ZOVER DE OPLEIDING, DE INSTELLING OF DE NVAO HIER
REDELIJKERWIJS AANSPRAAK OP KUNNEN MAKEN.

VERKLAART HIERBIJ OP DE HOOGTE TE ZIJN VAN DE NVAO GEDRAGSCODE.

PLAATS: Delft

DATUM: 28-01-2014

HANDTEKENING:

A handwritten signature in black ink is written over two horizontal lines. The signature is stylized and appears to be 'A. Lok'.



ONAFHANKELIJKHEIDS- EN GEHEIMHOUDINGSVERKLARING

INDIENEN VOORAFGAAND AAN DE OPLEIDINGSBEOORDELING

ONDERGETEKENDE

NAAM: J. H. HOOGENRAAD

PRIVÉ ADRES:

POSTBUS 2717
3500 GS UTRECHT

IS ALS DESKUNDIGE / SECRETARIS GEVRAAGD VOOR HET BEOORDELEN VAN DE OPLEIDING:

AANGEVRAAGD DOOR DE INSTELLING:

VERKLAART HIERBIJ GEEN (FAMILIE)RELATIES OF BANDEN MET BOVENGENOEMDE INSTELLING TE ONDERHOUDEN, ALS PRIVÉPERSOON, ONDERZOEKER / DOCENT, BEROEPSBEOEFENAAR OF ALS ADVISEUR, DIE EEN VOLSTREKT ONAFHANKELIJKE OORDEELSVORMING OVER DE KWALITEIT VAN DE OPLEIDING TEN POSITIEVE OF TEN NEGATIEVE Zouden KUNNEN BEÏNVLOEDEN;



VERKLAART HIERBIJ ZODANIGE RELATIES OF BANDEN MET DE INSTELLING DE
AFGELOPEN VIJF JAAR NIET GEHAD TE HEBBEN;

VERKLAART STRIKTE GEHEIMHOUDING TE BETRACHTEN VAN AL HETGEEN IN
VERBAND MET DE BEOORDELING AAN HEM/HAAR BEKEND IS GEWORDEN EN
WORDT, VOOR ZOVER DE OPLEIDING, DE INSTELLING OF DE NVAO HIER
REDELIJKERWIJS AANSPRAAK OP KUNNEN MAKEN.

VERKLAART HIERBIJ OP DE HOOGTE TE ZIJN VAN DE NVAO GEDRAGSCODE.

PLAATS:

UTRECHT

DATUM:

8 OKTOBER 2013

HANDTEKENING:



ONAFHANKELIJKHEIDS- EN GEHEIMHOUDINGSVERKLARING

INDIENEN VOORAFGAAND AAN DE OPLEIDINGSBEOORDELING

ONDERGETEKENDE

NAAM: Christianne R. Velle

PRIVÉ ADRES: Turnerstraat 33c
1076 VC
Amsterdam

IS ALS DESKUNDIGE / SECRETARIS GEVRAAGD VOOR HET BEOORDELEN VAN DE OPLEIDING:

AANGEVRAAGD DOOR DE INSTELLING:

VERKLAART HIERBIJ GEEN (FAMILIE)RELATIES OF BANDEN MET BOVINGENOEMDE INSTELLING TE ONDERHOUDEN, ALS PRIVÉPERSOON, ONDERZOEKER / DOCENT, BEROEPSBEOEFENAAR OF ALS ADVISEUR, DIE EEN VOLSTREKT ONAFHANKELIJKE OORDEELSVORMING OVER DE KWALITEIT VAN DE OPLEIDING TEN POSITIEVE OF TEN NEGATIEVE Zouden KUNNEN BEÏNVLOEDEN;



VERKLAART HIERBIJ ZODANIGE RELATIES OF BANDEN MET DE INSTELLING DE
AFGELOPEN VIJF JAAR NIET GEHAD TE HEBBEN;

VERKLAART STRIKTE GEHEIMHOUDING TE BETRACHTEN VAN AL HETGEEN IN
VERBAND MET DE BEOORDELING AAN HEM/HAAR BEKEND IS GEWORDEN EN
WORDT, VOOR ZOVER DE OPLEIDING, DE INSTELLING OF DE NVAO HIER
REDELIJKERWIJS AANSPRAAK OP KUNNEN MAKEN.

VERKLAART HIERBIJ OP DE HOOGTE TE ZIJN VAN DE NVAO GEDRAGSCODE.

PLAATS: *Utrecht*

DATUM: *8-10-2013*

HANDTEKENING:

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke, is positioned to the right of the 'HANDTEKENING:' label.



ONAFHANKELIJKHEIDS- EN GEHEIMHOUDINGSVERKLARING

INDIENEN VOORAFGAAND AAN DE OPLEIDINGSBEOORDELING

ONDERGETEKENDE

NAAM: Carmen van Schoubroeck

PRIVÉ ADRES:

JACOB CANISSTRAAT 11F

6521 HG NIJMEGEN

IS ALS DESKUNDIGE / SECRETARIS GEVRAAGD VOOR HET BEOORDELEN VAN DE OPLEIDING:

Natuur- en Sterrenkunde

AANGEVRAAGD DOOR DE INSTELLING:

QANU

VERKLAART HIERBIJ GEEN (FAMILIE)RELATIES OF BANDEN MET BOVENGENOEMDE INSTELLING TE ONDERHOUDEN, ALS PRIVÉPERSOON, ONDERZOEKER / DOCENT, BEROEPSBEOEFENAAR OF ALS ADVISEUR, DIE EEN VOLSTREKT ONAFHANKELIJKE OORDEELSVORMING OVER DE KWALITEIT VAN DE OPLEIDING TEN POSITIEVE OF TEN NEGATIEVE Zouden KUNNEN BEÏNVLOEDEN;



VERKLAART HIERBIJ ZODANIGE RELATIES OF BANDEN MET DE INSTELLING DE
AFGELOPEN VIJF JAAR NIET GEHAD TE HEBBEN;

VERKLAART STRIKTE GEHEIMHOUDING TE BETRACHTEN VAN AL HETGEEN IN
VERBAND MET DE BEOORDELING AAN HEM/HAAR BEKEND IS GEWORDEN EN
WORDT, VOOR ZOVER DE OPLEIDING, DE INSTELLING OF DE NVAO HIER
REDELIJKERWIJS AANSPRAAK OP KUNNEN MAKEN.

VERKLAART HIERBIJ OP DE HOOGTE TE ZIJN VAN DE NVAO GEDRAGSCODE.

PLAATS: NISMEGEN

DATUM: 7-11-13

HANDTEKENING:

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'S. van der...' with a stylized flourish at the end.

ONAFHANKELIJKHEIDS- EN GEHEIMHOUDINGSVERKLARING

INDIENEN VOORAFGAAND AAN DE OPLEIDINGSBEOORDELING

ONDERGETEKENDE

NAAM: Kees-Jan van KlaverenPRIVÉ ADRES: Catharinaezingel 5b
3503 RA UtrechtIS ALS ~~DEKUNDIGE~~ / SECRETARIS GEVRAAGD VOOR HET BEOORDELEN VAN DE OPLEIDING:Natuur- en Sterrenkunde

AANGEVRAAGD DOOR DE INSTELLING:

TU Delft

VERKLAART HIERBIJ GEEN (FAMILIE)RELATIES OF BANDEN MET BOVENGENOEMDE INSTELLING TE ONDERHOUDEN, ALS PRIVÉPERSOON, ONDERZOEKER / DOCENT, BEROEPSBEOEFENAAR OF ALS ADVISEUR, DIE EEN VOLSTREKT ONAFHANKELIJKE OORDEELSVORMING OVER DE KWALITEIT VAN DE OPLEIDING TEN POSITIEVE OF TEN NEGATIEVE ZOULDEN KUNNEN BEÏNVLOEDEN;

VERKLAART HIERBIJ ZODANIGE RELATIES OF BANDEN MET DE INSTELLING DE
AFGELOPEN VIJF JAAR NIET GEHAD TE HEBBEN;

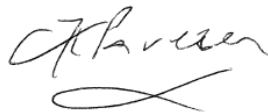
VERKLAART STRIKTE GEHEIMHOUDING TE BETRACHTEN VAN AL HETGEEN IN
VERBAND MET DE BEOORDELING AAN HEM/HAAR BEKEND IS GEWORDEN EN
WORDT, VOOR ZOVER DE OPLEIDING, DE INSTELLING OF DE NVAO HIER
REDELIJKERWIJS AANSPRAAK OP KUNNEN MAKEN.

VERKLAART HIERBIJ OP DE HOOGTE TE ZIJN VAN DE NVAO GEDRAGSCODE.

PLAATS: *Utrecht*

DATUM: *6 januari 2014*

HANDTEKENING:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'A. van der...' with a large, stylized flourish at the end.

Technische Universiteit Delft (2)	Opleiding (CROHO-nummer)	Variant	Vervaldatum accreditatie
	B Technische Natuurkunde (56962)	Voltijd	31-12-2014
	M Applied Physics (60436)	Voltijd	31-12-2014
Secretaris:	Kees-Jan van Klaveren		
Commissieleden	Wim de Boer, Jan Hoogenraad, Jaap Flokstra, Henk Blok, Christianne Vink, Carmen van Schoubroeck		