

# **Natuur- en Sterrenkunde**

**Faculteit Technische Natuurkunde,  
Technische Universiteit Eindhoven**

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](mailto:info@qanu.nl)  
Internet: [www.qanu.nl](http://www.qanu.nl)

Projectnummer: Q436

© 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

<b>Rapport over de bacheloropleiding Technische Natuurkunde van de Technische Universiteit Eindhoven .....</b>	<b>5</b>
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
<b>Bijlagen.....</b>	<b>21</b>
Bijlage 1: Curricula Vitae van de leden van de visitatiecommissie .....	23
Bijlage 2: Domeinspecifiek referentiekader.....	25
Bijlage 3: Beoogde eindkwalificaties .....	31
Bijlage 4: Overzicht van het programma .....	33
Bijlage 5: Kwantitatieve gegevens over de opleiding .....	37
Bijlage 6: Bezoekprogramma.....	39
Bijlage 7: Bestudeerde afstudeerscripties en documenten.....	41
Bijlage 8: Onafhankelijkheidsverklaringen.....	43

Dit rapport is vastgesteld op 19 maart 2014.



# Rapport over de bacheloropleiding Technische Natuurkunde van de Technische Universiteit Eindhoven

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):	Eindhoven
Variant(en):	voltijd
Vervaldatum accreditatie:	31-12-2014

Het bezoek van de visitatiecommissie Natuur- en Sterrenkunde aan de Faculteit Technische Natuurkunde van de Technische Universiteit Eindhoven vond plaats op 14 en 15 januari 2014.

## Administratieve gegevens van de instelling

---

Naam van de instelling:	Technische Universiteit Eindhoven
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 Eindhoven beoordeelde bestond uit:

- Prof. dr. Martin Goedhart, hoogleraar didactiek van de Wiskunde en Natuurwetenschappen en opleidingsdirecteur master Educatie en Communicatie in de Wiskunde en Natuurwetenschappen, Rijksuniversiteit Groningen;
- Prof. dr. Wim de Boer, Professor of Physics, Karlsruhe Institute of Technology, Duitsland

- Prof. dr. ir. Guido van Oost; Full Professor Plasma Physics, Department of Applied Physics van de Universiteit Gent, België;
- Dr. Jan Hoogenraad, eigenaar Spoorglaren voor verandermanagement en kwantitatieve dienstverlening voor het openbaar vervoer;
- Lisanne Coenen BSc, student masteropleiding Technische Natuurkunde, Technische Universiteit Delft;

De commissie werd ondersteund door dr. B.M. van Balen, 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 Eindhoven 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 en opleidingsdirecteur Nanotechnologie, Universiteit Twente;
- Prof. dr. ir. Guido van Oost; Full Professor Plasma Physics, Department of Applied Physics van de Universiteit Gent, België;
- Dr. ir. Henk Blok, gepensioneerd universitair hoofddocent, Faculteit Exacte Wetenschappen, Vrije Universiteit;
- Prof. dr. Martin Goedhart, hoogleraar didactiek van de Wiskunde en Natuurwetenschappen en opleidingsdirecteur master Educatie en Communicatie in de Wiskunde en Natuurwetenschappen, Rijksuniversiteit Groningen;
- Christianne Vink MSc, didactisch coach, onderwijskundig adviseur/trainer en partner van Academic Factory;
- Dr. Jan Hoogenraad, eigenaar Spoorglaren 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;
- Lianne 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. Coördinator van de clustervisitatie Natuur- en Sterrenkunde is Kees-Jan van Klaveren MA, medewerker van QANU. Om de continuïteit te waarborgen, voeren de secretarissen van de verschillende bezoeken herhaaldelijk overleg met de coördinator, die tevens bij de slotvergaderingen van de visitatiebezoeken aanwezig is.

#### *Voorbereiding*

Na ontvangst van de kritische reflectie van de opleidingen Natuur- en Sterrenkunde 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 Eindhoven - 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. Door onvoorziene omstandigheden kon dr. Jan Hoogenraad niet tijdens het bezoek zelf aanwezig zijn; hij heeft wel van te voren zijn vragen en bevindingen met de commissie gedeeld en heeft na het bezoek ook commentaar geleverd op de conceptrapportage. Tijdens de voorbereidende vergadering gedurende het bezoek aan de Technische Universiteit Eindhoven (TU/e) werd de visitatie concreet voorbereid.

Voorafgaand aan het bezoek aan de TU/e maakte de projectleider een conceptprogramma voor de (dag)indeling van het bezoek. Dit concept is in samenspraak met de coördinator van de TU/e vastgesteld. Tijdens het bezoek op 14 en 15 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 dit spreekuur 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 becommentariëren. 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

---

### *Standaard 1*

Het onderwijs in de bacheloropleiding Technische Natuurkunde van de Technische Universiteit Eindhoven (TU/e) wil natuurkundestudenten leren wetenschappelijk te functioneren en is sterk verweven met lopend onderzoek. In 2012 is er een TU/e-brede herstructurering van het bacheloronderwijs gestart, het bachelorcollege, met als doelen: het aanspreken van meer doelgroepen voor de instroom van studenten, meer variatie in de uitstroom van studenten, een beter rendement, meer aandacht voor professionele vaardigheden, meer interdisciplinariteit en het vergroten van de flexibiliteit en de keuzevrijheid. De commissie is positief over de invoering van het bachelorcollege, al is op dit moment nog niet vast te stellen of de beoogde doelen zullen worden bereikt. Het profiel en de doelstellingen van zowel de oude als de nieuwe opleiding zijn in overeenstemming met het domeinspecifieke referentiekader. Het niveau en de oriëntatie van de opleiding zijn volgens de commissie in overeenstemming met wat er van een bacheloropleiding in de Technische Natuurkunde mag worden verwacht.

Het oude bachelorprogramma was sterk disciplinair en wetenschappelijk georiënteerd, met minder aandacht voor context en ontwerpen. Deze aspecten, evenals coöperatie en communicatie, komen in het bachelorcollege duidelijker naar voren. De commissie beoordeelt de eindcompetenties als passend voor een academische bacheloropleiding in de Technische Natuurkunde, maar adviseert om ze scherper en meer opleidingsspecifiek te formuleren, om zo meer richting te geven aan de invulling van het programma.

### *Standaard 2*

Het oude programma bestond uit een major van 150 EC en een pakket minorvakken van in totaal 30 EC. Het programma bestond uit vier leerlijnen: een theorie lijn, een wiskundelijne, een experimentele lijn en een numerieke lijn. Het oude programma was naar het oordeel van de commissie wat te theoretisch en te sterk onderzoekgericht voor een opleiding Technische Natuurkunde. Het nieuwe programma bestaat uit 30 EC basisvakken, 90 EC voor de major en 45 EC verdiepende of verbredende keuzevakken. Er is meer aandacht voor context en bedrijfsleven. Studenten kunnen hun eigen profiel samenstellen, onder begeleiding van een docentcoach, waardoor het mogelijk is om te kiezen tussen bijvoorbeeld een theoretische of juist een meer ontwerpgerichte invulling van het programma. Ook zijn er minder contacturen en wordt met activerend en vernieuwend onderwijs meer aangestuurd op zelfstandig werken. Het oude programma stelt studenten voldoende in staat de beoogde eindkwalificaties te behalen en de eerste resultaten van het nieuwe programma zijn veelbelovend.

De instroom in de opleiding varieert sterk door de jaren heen, maar is gemiddeld genomen redelijk te noemen. Zeer recent is de instroom sterk toegenomen, mogelijk mede vanwege de invoering van het bachelorcollege. De rendementen van de opleiding zijn niet goed, zoals blijkt uit de hoge uitval en de lange gemiddelde studieduur. Maatregelen zoals de geplande aanscherping van het bindend studieadvies (BSA), de invoering van tussentoetsen, de zogenaamde viertentamenregeling en de aandacht voor coaching van studenten zullen hier naar verwachting een positief effect op hebben. De commissie beveelt de opleiding aan om meer aandacht te besteden aan toelating van nieuwe studenten, maar ook kritisch de consequenties van minder contacturen te bekijken.

De commissie heeft de indruk dat er voldoende aandacht is voor de studeerbaarheid van het programma, onder andere op basis van haar gesprekken met studenten. Ook is de commissie zeer positief over de geboden studiebegeleiding, zoals de begeleiding van elke student door

een coach en de studietoelichting, waar studenten terecht kunnen met vragen en problemen rond hun studievoortgang.

De opleiding heeft een gunstige student-stafratio. De wetenschappelijke staf beschikt over voldoende inhoudelijke expertise en een grote onderwijsbereidheid. De faculteit heeft beleid ontwikkeld voor het behalen van een BKO-kwalificatie door de docenten; inmiddels beschikt 50% van de vaste staf over een BKO. De commissie vindt echter dat hier relatief laat mee is gestart en adviseert om aandacht voor docentprofessionalisering te blijven houden.

De commissie ziet dat de opleidingscommissie haar taken zeer serieus neemt. De resultaten van evaluaties leiden aantoonbaar tot verbetermaatregelen. Daarnaast kreeg de commissie een zeer positieve indruk van de pro-actieve inbreng van de studenten in de opleidingscommissie en in de kwaliteitszorg in het algemeen.

### *Standaard 3*

De programmaonderdelen van de bacheloropleiding worden afgerond en beoordeeld met een schriftelijk tentamen, mondelinge presentatie of werkstuk. Daarnaast hebben programmaonderdelen in het eerste en tweede jaar twee tussentoetsen die worden meegewogen in het eindcijfer. Schriftelijke examens worden opgesteld door een team van bij het vak betrokken docenten en nagekeken op basis van een vooraf in gezamenlijk overleg vastgestelde normering. Programmaonderdelen worden regelmatig geëvalueerd. Studenten zijn positief over de wijze van toetsen en beoordelen.

Sinds 2010 is het wettelijk een taak van de examencommissie geworden om de kwaliteit en betrouwbaarheid van de toetsing en beoordeling te waarborgen. De uitvoering van de nieuwe taken is nog niet ten volle gerealiseerd. De commissie adviseert de examencommissie om te analyseren in hoeverre leerdoelen van vakken bijdragen aan de eindkwalificaties van de opleiding. Ze verwacht dat dit door de komst van het bachelorcollege beter onder controle zal zijn. Ze vindt het positief dat er een toetsexpert is aangesteld die de examencommissie gaat ondersteunen. Op een aantal van haar taken, zoals fraudebeleid, plagiaatcontrole en aantallen cum laude geslaagden, heeft de examencommissie geen volledig zicht. De commissie beveelt aan dat de nieuwe taken voortvarend ter hand worden genomen en dat de examencommissie zich proactief inzet om de kwaliteit van examinering en toetsing te waarborgen.

De commissie vindt de vijftien bestudeerde bachelorscripties van voldoende niveau en kan zich in het algemeen vinden in de eindcijfers van de scripties. Wel stelt zij vast dat de beoordeling en totstandkoming van de cijfers nog niet bij alle scripties transparant was. Inmiddels zijn hier maatregelen voor genomen. Op basis van gesprekken met masterstudenten en alumni kreeg de commissie de indruk dat de bacheloropleiding goed aansluit op zowel de eigen als andere masteropleidingen.

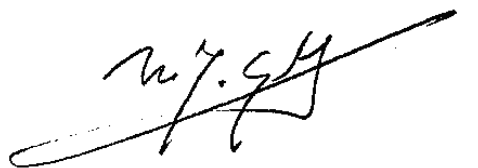
De commissie beoordeelt de standaarden uit het Beoordelingskader voor de beperkte opleidingsbeoordeling als volgt:

*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: 19 maart 2014



---

Prof. dr. M.J. Goedhart



---

Dr. B.M. van Balen

## 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 opleidingen wat inhoud, niveau en oriëntatie betreft voldoen aan de internationale eisen. Aspecten die achtereenvolgens aan de orde komen, zijn: het profiel van de opleidingen en recente ontwikkelingen aan de Technische Universiteit Eindhoven (TU/e), het domeinspecifieke referentiekader, de eindkwalificaties en niveau en oriëntatie.

#### *Het profiel*

De bacheloropleiding Technische Natuurkunde (TN) wordt aangeboden door de Faculteit Technische Natuurkunde van de TU/e. Het onderwijs in de bacheloropleiding is er volgens de omschrijving in de kritische reflectie op gericht om het fundament te leggen voor het wetenschappelijk functioneren van de student. Een belangrijk deel van de opleiding vindt plaats in het lopend onderzoek van de onderzoeksgroepen. Het onderwijs is sterk verweven met het onderzoek aan de faculteit, dat drie hoofdaandachtsgebieden kent: Transportfysica, Plasmafysica en stralingstechnologie, en Functionele materialen.

In 2012 is TU/e-breed een bachelorcollege ingericht en daarmee is ook een nieuw bachelorprogramma Technische Natuurkunde tot stand gekomen. Het profiel van het programma is daardoor enigszins gewijzigd. De eindtermen staan meer differentiatie toe, onder handhaving van het niveau van de opleiding. Studenten bepalen in hoge mate hun eigen profiel. Doelen van de TU/e-brede herstructurering van het bacheloronderwijs zijn:

- Het aanspreken van meer doelgroepen voor de instroom van studenten;
- Meer variatie in de uitstroom;
- Beter rendement;
- Meer aandacht voor professionele vaardigheden;
- Meer interdisciplinariteit;
- Vergroten flexibiliteit en keuzevrijheid.

De commissie is positief over de weg die de TU/e is ingeslagen met de vorming van het bachelorcollege. Het enthousiasme voor het nieuwe programma onder de docenten is groot. In hoeverre de met het nieuwe bachelorprogramma beoogde doelen bereikt worden, is echter op dit moment nog niet vast te stellen.

Het profiel en de daaruit voortvloeiende doelstellingen van de opleidingen zijn in overeenstemming met het domeinspecifieke referentiekader zoals opgenomen in Bijlage 2 van dit rapport.

De commissie heeft gezien dat het niveau en het domein van de opleiding in overeenstemming zijn met hetgeen verwacht kan worden van een academische bacheloropleiding in de Technische Natuurkunde.

#### *Eindkwalificaties*

De competenties die de studenten dienen te verwerven tijdens de bacheloropleiding Technische Natuurkunde zijn opgenomen in bijlage 3. Het profiel van de bacheloropleiding is in 2007 door een facultaire werkgroep geanalyseerd op basis van het Academic Competences and Quality Assurance (ACQA) raamwerk. Deze analyse liet zien dat de 'oude' bacheloropleiding sterk disciplinair en wetenschappelijk is georiënteerd. Context en ontwerpen krijgen duidelijk minder aandacht. De commissie heeft gezien dat aspecten als context, ontwerpen, samenwerken en communicatie in de vernieuwde bacheloropleiding duidelijker naar voren komen.

De commissie heeft de eindcompetenties gezien en is van oordeel dat deze passend zijn voor een academische opleiding in de Technische Natuurkunde op bachelorniveau. Zij waardeert het positief dat de opleiding haar eindtermen heeft afgestemd op het ACQA-raamwerk, dat een nadere invulling geeft van de Dublin descriptorren voor technische academische opleidingen. Naar de mening van de commissie kunnen de competenties echter specifiek en beter meetbaar geformuleerd worden. De eindcompetenties, zoals opgenomen in bijlage 3, zijn vrij algemeen van aard en kunnen met een kleine ingreep zo ingezet worden voor diverse andere bacheloropleidingen. Daardoor geven ze weinig richting aan de invulling van het onderwijsprogramma. De commissie beveelt aan de eindcompetenties van de opleiding scherper (SMART: specifiek, meetbaar, acceptabel, realistisch en tijdgebonden) te formuleren.

#### **Overwegingen**

De commissie heeft kennisgenomen van de ontwikkelingen die gaande zijn in Eindhoven met betrekking tot het bachelorcollege. Zij is positief over de opzet en inrichting van dit college. Het profiel van zowel de oude bacheloropleiding als de nieuwe bacheloropleiding past binnen het domeinspecifieke referentiekader zoals dat is opgesteld door de Nederlandse opleidingen in de Natuur- en Sterrenkunde. De commissie is positief over het profiel van de nieuwe bacheloropleiding waarin meer ruimte is voor context, ontwerp en communicatieve vaardigheden.

Zij heeft vastgesteld dat de bacheloropleiding beschikt over eindcompetenties die voldoen aan de criteria die gesteld worden aan een academische bacheloropleiding in de Technische Natuurkunde qua niveau en inhoud. De commissie beveelt aan om de eindcompetenties scherper te formuleren zodat ze meer richting geven aan de inrichting van het onderwijsprogramma.

#### **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.

## **Bevindingen**

De commissie heeft het onderwijsaanbod in het oude en het nieuwe programma bestudeerd, inzage gehad in cursusmateriaal en notulen van relevante commissies, resultaten van onderwijsbeoordelingen en de digitale leeromgeving. In deze standaard worden de bevindingen van de commissie weergegeven met betrekking tot de vormgeving van het programma, de vertaling van de eindkwalificaties in het onderwijs, instroom en rendementen, en studeerbaarheid en studiebegeleiding. Tot slot wordt voor beide programma's kort aandacht besteed aan de staf en de opleidingsspecifieke kwaliteitszorg.

### *Programma*

Zoals onder standaard 1 is aangegeven is het programma van de bacheloropleiding in 2012 gewijzigd. In bijlage 4 wordt van beide programma's een overzicht gegeven. In deze paragraaf zal zowel het oude programma als het nieuwe programma behandeld worden.

In het oude programma volgden alle studenten een major van 150 EC en kozen alle studenten in het derde studiejaar een pakket minorvakken van in totaal 30 EC. Het studiejaar is verdeeld in vier kwartielen van tien weken elk. Het programma kende vier leerlijnen. De theorielijn bestond in het eerste en tweede bachelorjaar vooral uit de klassieke natuurkundevakken met aan het eind van het tweede studiejaar en tijdens het derde studiejaar aandacht voor moderne natuurkunde en vakken die de natuurkunde in context plaatsen. Daarnaast waren er een wiskundelijne, een experimentele lijn, die de studenten praktische en onderzoeksvaardigheden bijbracht en de numerieke lijn, die zich richtte op vaardigheden met betrekking tot modelleren en simuleren. Studenten werd volgens de kritische reflectie een rijke afwisseling van kennis en inzicht geboden.

Het nieuwe programma in het bachelorcollege is als volgt gestructureerd: 30 EC basisvakken (wiskunde, natuurkunde, ontwerpen, modelleren, USE basis en professionele vaardigheden); 15 EC zogenaamde User Society Enterprise (USE) vakken, waarvoor de student uit 10 thematische pakketten kan kiezen; 90 EC voor de major en 45 EC verdiepende of verbredende keuzevakken. Het programma heeft dus meer aandacht voor context en bedrijfsleven dan het oude programma. Studenten kunnen hun eigen profiel samenstellen, dat betekent dan ook dat studenten met verschillende uitstroomprofielen de bacheloropleiding kunnen verlaten. Het programma is geprogrammeerd in vier kwartielen met ieder 3 vakken van 5 EC. Het aantal contacturen is gestandaardiseerd op 24 uur per week, dat is minder dan in het oude programma. Dat betekent minder hoorcolleges en meer activerend en vernieuwend onderwijs, dat er op gericht is dat studenten zelfstandig aan het werk gaan. In het onderwijs wordt bijvoorbeeld gebruik gemaakt van clickers, waardoor docenten studenten direct kunnen laten reageren op multiple-choice vragen en zo kunnen checken of de studenten de stof begrepen hebben. Er is veel aandacht voor coaching van de studenten bij het samenstellen van een eigen studieprogramma. Elke groep van ongeveer zes studenten heeft een coach.

De commissie vindt de invoering van het bachelorcollege positief. Door de samenstelling van het programma is er meer aandacht voor de context en voor industrieel ontwerpen. Het oude programma was naar het oordeel van de commissie voor een opleiding Technische Natuurkunde wat te theoretisch en sterk onderzoeksgericht. In de nieuwe opzet kunnen studenten zowel voor een theoretische als een meer ontwerpgerichte invulling van het programma kiezen. De flexibiliteit in het nieuwe programma komt tegemoet aan een bredere groep studenten.

Het oude programma stelt naar het oordeel van de commissie de studenten in voldoende mate in staat om de eindkwalificaties te bereiken. Het nieuwe programma biedt goede mogelijkheden, het is uitdagend en aantrekkelijk. Omdat het programma in 2012 gestart is, kan nog niet definitief worden vastgesteld dat het de studenten in staat stelt de eindkwalificaties te bereiken.

#### *Instroom en rendementen*

In bijlage 5 zijn de kwantitatieve gegevens over de opleiding opgenomen. Door de jaren heen kan gezien worden dat de instroom in de opleiding sterk schommelt, maar gemiddeld genomen redelijk is te noemen. Zeer recent is de instroom sterk toegenomen. Naast algemene effecten, zoals een algehele stijging van de belangstelling voor exacte en technische studies en de vrees van aspirant-studenten dat de studiekosten op korte termijn sterk zullen gaan stijgen, kan de invoering van het bachelorcollege hierin een rol gespeeld hebben. De commissie heeft ook gezien dat de rendementen van de opleiding niet goed zijn. Er is een hoge uitval te zien in het eerste jaar en de studieduur is gemiddeld lang. Slechts een gering percentage studenten behaalt de bacheloropleiding in 3 jaar.

Het bindend studieadvies (BSA) dat in 2009 is ingevoerd is aan de lage kant (30 EC), maar de commissie heeft begrepen dat deze recent is opgetrokken naar 40 EC en volgend jaar gesteld zal worden op 45 EC. De verwachting is dat de aanscherping van de BSA-grens een positief effect zal hebben op de rendementen. Deze verwachting wordt gerechtvaardigd door de eerste resultaten. Het vierdejaarsrendement van het eerste BSA-cohort (2009) is significant hoger (65%) dan de vierdejaarsrendementen van de cohorten daarvoor (50%).

Naast het BSA zijn er door de opleidingen andere maatregelen genomen om de studievoortgang van studenten te bevorderen, zoals het invoeren van tussentoetsen en een zogenaamde viertentamenregeling, die inhoudt dat studenten na drie keer een tentamen te hebben gedaan voor de vierde keer apart toestemming moeten vragen en een studieplan op moeten stellen met de studieadviseur alvorens toegelaten te worden tot het tentamen.

In het bachelorcollege wordt veel aandacht gegeven aan het coachen van studenten. Alle studenten krijgen een docent als coach toegewezen voor de hele bacheloropleiding. Deze coach begeleidt de student bij het opstellen van een individueel studieprogramma en houdt de studievoortgang in de gaten. Als er problemen ontstaan in de studievoortgang, wordt de studieadviseur ingeseind.

De commissie oordeelt positief over deze maatregelen, maar merkt daarbij op dat de effecten ervan nog niet kunnen worden vastgesteld. Zij beveelt de opleiding aan om meer aandacht te besteden aan de toelating van studenten tot de opleiding door middel van een persoonlijk matchingsgesprek, waaruit eventueel een remediëringstraject (bijvoorbeeld voor wiskunde) kan volgen. Daarnaast denkt de commissie dat het raadzaam is om het aantal herkansingen voor studenten nog verder te beperken.



### *Studeerbaarheid en studiebegeleiding*

De opleiding Technische Natuurkunde trekt studenten die van een uitdaging houden. Hoewel de rendementscijfers anders doen vermoeden, is de opleiding, volgens de studenten die de commissie gesproken heeft, studeerbaar in de tijd die er voor staat. De studenten zijn positief over de wijze waarop ze begeleid worden. Naast de coach die elke student krijgt toegewezen is er in de eerste helft van het eerste jaar ook een student-mentor. Daarnaast is er de studieadviseur, waar studenten terecht kunnen met alle mogelijke vragen betreffende studievoortgang. De studenten noemen enkele vakken die als struikelvakken gezien kunnen worden, zoals kwantumfysica 2 en statistische fysica. Daarbij gaat het vooral om het vrij hoge abstractieniveau in die vakken. De genoemde vakken waren struikelblokken in het oude programma. Er is nog niet te overzien of er ook struikelvakken in het nieuwe programma aan te wijzen zijn. De commissie kreeg de indruk dat er voldoende aandacht is voor de studeerbaarheid van het programma en is zeer positief over de studiebegeleiding die geboden wordt. De commissie beveelt aan om kritisch te kijken naar de consequenties van minder contacturen in de bacheloropleiding.

### *Personeel*

De opleiding beschikt over een vrij gunstige student-stafratio (zie bijlage 5). De staf beschikt over de inhoudelijke expertise om een bacheloropleiding Technische Natuurkunde te kunnen verzorgen. Het is volgens de commissie zeer positief dat er een grote onderwijsbereidheid is in de wetenschappelijke staf en dat de docenten enthousiast en intensief betrokken zijn bij het nieuwe programma. De positieve houding ten opzichte van onderwijs blijkt ook uit het feit dat er binnen de TU/e beleid ontwikkeld wordt om een onderwijscarrière voor de wetenschappelijke staf mogelijk te maken. De commissie merkte tijdens het bezoek in de gesprekken met docenten en management dat de staf zich ervan bewust is dat goed onderwijs geven tijd kost. De faculteit is relatief laat begonnen met een beleid inzake het behalen van BKO door docenten. Het aantal docenten met een BKO-kwalificatie is inmiddels toegenomen tot 50%, maar in vergelijking met andere universiteiten is dit toch nog tamelijk laag. De commissie beveelt aan aandacht te blijven besteden aan de professionalisering van docenten.

### *Opleidings specifieke kwaliteitszorg*

Uit de documentatie die de commissie heeft kunnen inzien en de gesprekken tijdens het bezoek bleek dat de opleidingscommissie haar taken zeer serieus neemt. Er worden veel evaluatiegegevens verzameld, de resultaten van de evaluaties worden in de opleidingscommissie besproken en direct gecommuniceerd met betrokken docenten en het management van de opleiding. De resultaten van evaluaties leiden aantoonbaar tot verbetermaatregelen. De commissie kreeg ook een zeer positieve indruk van de pro-actieve inbreng van de studenten in de opleidingscommissie en in de kwaliteitszorg in het algemeen.

## **Overwegingen**

De commissie is van oordeel dat het 'oude' programma van de bacheloropleiding Technische Natuurkunde de studenten voldoende in staat stelde om de eindkwalificaties te bereiken. Het 'nieuwe' programma is volgens de commissie veelbelovend en de eerste bevindingen met dit programma zijn positief. De commissie adviseert de opleiding om goed in het oog te houden in hoeverre de eindkwalificaties met het 'nieuwe' programma worden gerealiseerd.

De rendementen van de opleiding laten nog te wensen over. Inmiddels heeft de opleiding echter een aantal maatregelen getroffen waarvan verwacht kan worden dat ze een positief effect zullen hebben. De commissie beveelt daarnaast aan om aandacht te besteden aan de

toelating van studenten tot de opleiding, bijvoorbeeld door een persoonlijk matchingsgesprek te houden met elke student en daaraan gekoppeld eventueel een remediërend programma voor te stellen. Er wordt door de opleiding voldoende studiebegeleiding geboden en er is aandacht voor de studeerbaarheid van het programma. Zeer positief is de inzet van docentcoaches en studentmentoren in het nieuwe bachelorprogramma.

Er is binnen de wetenschappelijke staf een positieve houding ten opzichte van onderwijs en een grote inzet en enthousiasme bij de ontwikkeling van het nieuwe bachelorprogramma te zien. De opleiding is relatief laat begonnen met de invoering van een BKO-beleid, waardoor het aantal docenten met een BKO verhoudingsgewijs laag is. De commissie beveelt aan hier aandacht voor te blijven hebben.

De commissie heeft vastgesteld dat de opleidingsspecifieke kwaliteitszorg goed functioneert.

### **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**

In dit hoofdstuk wordt eerst ingegaan op het systeem van toetsing en beoordeling dat gehanteerd wordt voor de bacheloropleiding Technische Natuurkunde van de TU/e. Vervolgens beschrijft de commissie haar bevindingen met betrekking tot het bereiken van de eindkwalificaties door de studenten.

### *Systeem van toetsing en beoordeling*

De commissie heeft tijdens het bezoek het toetsbeleid, de procedures rondom toetsing en de toegepaste toetsvormen bestudeerd. Zij heeft hiertoe verschillende toetsmaterialen uit de opleidingen ingezien, waaronder gemaakte toetsen, antwoordsleutels en beoordelingsformulieren. De programmaonderdelen van de bacheloropleiding kennen verschillende wijzen van afronden en beoordelen, afhankelijk van de gehanteerde werkvormen en de gestelde leerdoelen. Er worden drie (hoofd)toetsvormen onderscheiden: schriftelijk tentamen, mondelinge presentatie en werkstuk. Programmaonderdelen in het eerste en tweede jaar van de bacheloropleiding hebben twee tussentoetsen die in de loop van het programmaonderdeel worden afgenomen. Het eindcijfer voor het betreffende onderdeel is een gewogen gemiddelde van de tussentoetsen en de eindtoets. Schriftelijke tentamens worden opgesteld door een team van docenten die zijn betrokken bij het betreffende vak. Ze worden nagekeken op basis van een vooraf in gezamenlijk overleg vastgestelde normering.

In het onderwijs- en examenreglement (OER) zijn de richtlijnen en afspraken met betrekking tot toetsen, beoordelingen en examens vastgelegd. Regelmatig worden programmaonderdelen geëvalueerd waarbij tevens wordt nagegaan of tentamens en werkstukken nog steeds representatief zijn. Tijdens het bezoek heeft de commissie gesproken met studenten over de wijze van toetsen en beoordelen. Zij vertelden dat zij daar positief over zijn.

De borging van de kwaliteit en betrouwbaarheid van de toetsing behoort sinds de wijziging van de wet per 1 september 2010 tot de taken van de examencommissie Technische Natuurkunde. De examencommissie heeft haar voornemens en plannen aan de commissie toegelicht. De commissie heeft er ook kennis van genomen dat er eind 2013 een toetsbeleid voor de faculteit is vastgesteld. De uitvoering van de nieuwe taken van de examencommissie is echter nog niet ten volle gerealiseerd. De examencommissie moet analyseren in hoeverre leerdoelen van vakken bijdragen aan de eindkwalificaties van de opleiding. De commissie verwacht dat dit door de komst van het bachelorcollege beter onder controle zal zijn. Ze vindt het bovendien positief dat er een toetsexpert is aangesteld die de examencommissie gaat ondersteunen.

De examencommissie lijkt ook nog geen volledig zicht te hebben op een aantal zaken die tot haar taakgebied behoren, zoals fraudebeleid, plagiaatcontrole en aantallen cum laude geslaagden. De commissie beveelt aan dat de examencommissie voortvarend de uitvoering van de nieuwe taken ter hand neemt en zich proactief inzet om de kwaliteit van examinering en toetsing te borgen.

### *Eindkwalificaties*

Om te toetsen of de afgestudeerde bachelorstudenten de beoogde eindkwalificaties bereikt hebben, heeft de commissie vijftien bachelorscripties bestudeerd, die gestratificeerd random geselecteerd waren uit een lijst van afgestudeerden van de laatste twee jaar. Alle bachelorscripties waren volgens de commissie van voldoende niveau. De commissie kon zich in het algemeen vinden in de eindcijfers voor de scripties. De totstandkoming van de cijfers was nog niet bij alle scripties transparant, maar de commissie heeft uit de toelichting van de docenten begrepen dat daar maatregelen voor genomen zijn en heeft vastgesteld dat de beoordelingsformulieren die gehanteerd worden daar voldoende mogelijkheden voor geven.

Studenten geven aan dat de bacheloropleiding goed voorbereidt op een masteropleiding. De commissie heeft ook een student gesproken die de studie vervolgd heeft in een andere masteropleiding. Deze vertelde weinig aansluitproblemen te hebben. Uitstroom van bachelorstudenten naar de arbeidsmarkt is minimaal. Het 'oude' programma van de opleiding speelt daar ook minimaal op in. Het nieuwe programma biedt daar door de flexibiliteit en de USE-vakken meer mogelijkheden voor, maar er kan nu nog niet vastgesteld worden of dat programma in de praktijk inderdaad beter voorbereidt op de arbeidsmarkt.

### **Overwegingen**

Het eindniveau van de bachelorstudenten is volgens de commissie voldoende. De commissie beoordeelde alle geselecteerde scripties als voldoende en kon zich vinden in het cijfer dat er voor gegeven werd. Het toetsysteem is in orde, de toetsvormen zijn voldoende gevarieerd en de werkwijze rond samenstellingen en beoordeling van toetsen bevorderen validiteit en betrouwbaarheid van de toetsing. De examencommissie is naar het oordeel van de commissie laat begonnen met oriëntatie op haar nieuwe taken. De commissie raadt aan daar de komende tijd werk van te maken. Positief is de aanstelling van een toetsexpert die de commissie gaat ondersteunen.

### **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**

---

**Prof. dr. M.J. (Martin) Goedhart** is opgeleid als biochemicus en werkte van 1982 tot 1992 als docent scheikunde in het beroepsonderwijs. Hij promoveerde in 1990 aan de Universiteit Utrecht op een chemiedidactisch proefschrift. Tussen 1992 en 2004 was hij universitair docent en universitair hoofddocent aan de Universiteit van Amsterdam, o.a. als vakdidacticus scheikunde bij de universitaire lerarenopleiding. Sinds 2004 is hij hoogleraar didactiek van de wiskunde en natuurwetenschappen aan de Rijksuniversiteit Groningen en als opleidingsdirecteur verantwoordelijk voor de master Educatie en Communicatie in de Wiskunde en Natuurwetenschappen. Hij leidt de onderzoeksgroep IDO (Instituut voor Didactiek en Onderwijsontwikkeling) die onderzoek verricht naar de didactiek van wiskunde en natuurwetenschappen in het VO en WO. Hij is redacteur en lid van de redactieraad van nationale en internationale tijdschriften, lid van de programmaraad DUDOC (programma gericht op promotieonderzoek door vo-docenten in de bètavakken), coördinator van het netwerk scheikunde/farmacie van ICAB (InnovatieCentra Academisch Bètaonderwijs) en voorzitter van de facultaire BKO-beoordelingscommissie. Hij was lid van de visitatiecommissie van de master Science Education and Communication van de 3TU.

**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.

**Prof. dr. G. (Guido) van Oost** is als hoogleraar Plasmafysica verbonden aan de Vakgroep Toegepaste Fysica aan de Universiteit Gent. Hij studeerde Elektrotechniek aan dezelfde universiteit, waar hij vervolgens in 1978 promoveerde in de technische natuurkunde. Tot 1999 was hij hoofdonderzoeker en permanent vertegenwoordiger van het Forschungszentrum Jülich (Germany) aan het Institute of Plasma Physics (IPP) bij onderzoek met de tokamak TEXTOR binnen het gecoördineerde kernfusieprogramma van de Europese Commissie. In 1999 werd Van Oost aangesteld als hoogleraar Plasmafysica aan de Universiteit Gent, waar hij verantwoordelijk is voor onderzoek op het gebied van kernfusie en plasmabehandeling van afval en biomassa. Hij begeleidt per jaar 7-10 masterscripties over kernfusie. Van Oost is coördinator van de Erasmus Mundus-programma's "European Master in Nuclear Fusion and Science and Engineering Physics" en "International Doctoral College in Fusion Science and Engineering".

**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).

**Lisanne Coenen, BSc** is in 2013 afgestudeerd aan de bacheloropleiding Technische Natuurkunde aan de Technische Universiteit Delft. Tegelijkertijd rondde zij haar pre-master Filosofie van de Natuurwetenschappen af aan de Universiteit Leiden. Sinds september 2013 volgt zij de masteropleiding Applied Physics (track ‘Quantumnanoscience’), tevens aan de Technische Universiteit Delft. Daarnaast volgt zij de masteropleiding Philosophy of Natural Sciences aan de Universiteit Leiden. Zij was tijdens haar bachelorstudie bestuurslid bij de studievereniging voor Technische Natuurkunde in Delft en was in 2012 lid van de Opleidingscommissie Technische Natuurkunde.



## 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 onderwijsvisiteatie 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.

	<b>Specific competence</b>	<b>Description. On completion of the degree course, the student should</b>
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.

	<b>Specific competence</b>	<b>Description. On completion of the degree course, the student should</b>
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.

	<b>Specific competence</b>	<b>Description. On completion of the degree course, the student should</b>
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 competenties die onze studenten dienen te verwerven tijdens de bacheloropleiding TN zijn:

- is academisch gevormd binnen het domein van ‘science, engineering and technology’,
- is competent in de relevante domeinspecifieke discipline(s) op het niveau van de wetenschappelijke bachelor TN,
- kan onderzoeken en ontwerpen onder begeleiding,
- ziet het belang in van interdisciplinariteit,
- heeft een wetenschappelijke benadering van problemen en ideeën van eenvoudige aard, op basis van bestaande kennis,
- beschikt over intellectuele vaardigheden en kan onder begeleiding kritisch reflecteren, logisch redeneren en tot oordeelsvorming komen,
- kan communiceren over resultaten van eigen leren, denken en beslissingen, kan debatten volgen,
- is zich bewust van de temporele en maatschappelijke context van wetenschap en technologie (begrip en analyse),
- heeft naast een herkenbaar domeinspecifiek profiel een voldoende brede basis om interdisciplinair en multidisciplinair (samen) te kunnen werken. Multidisciplinair betekent hier: gericht op andere relevante disciplines die nodig zijn om het ontwerp- of onderzoeksprobleem op te lossen.





## Bijlage 4: Overzicht van het programma

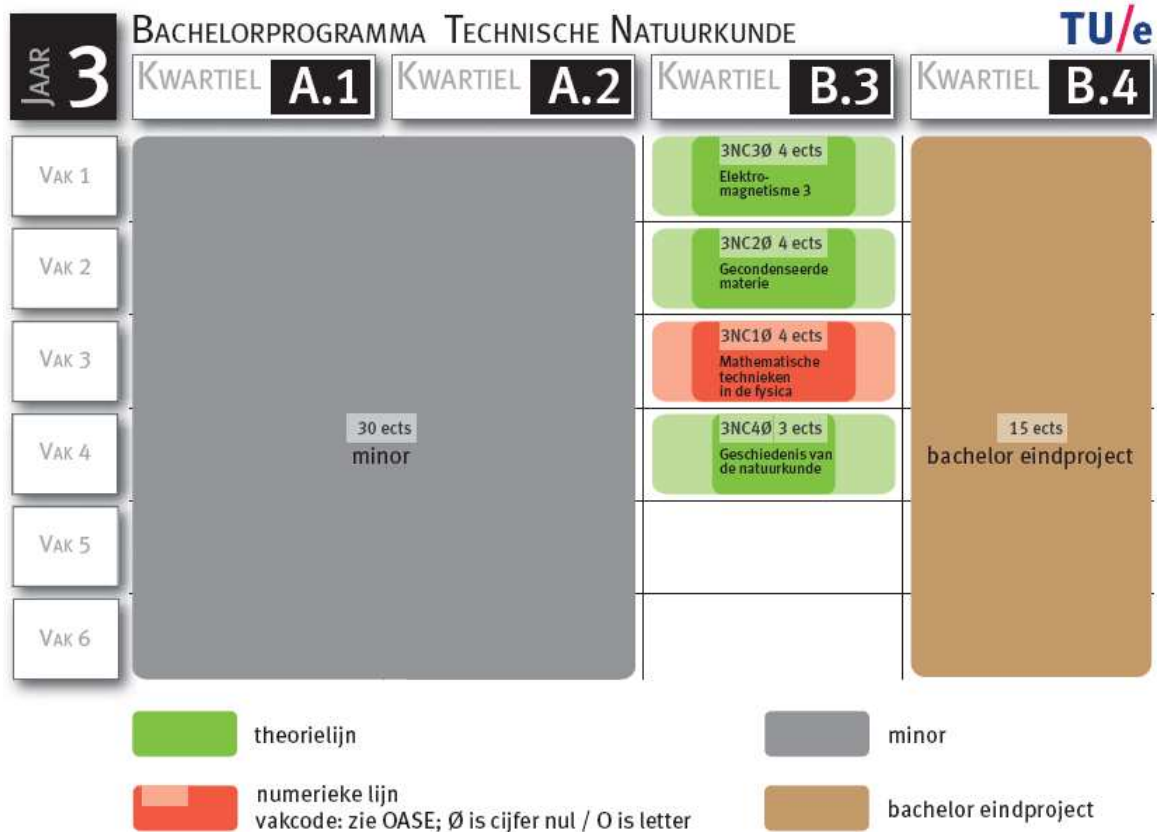
### Overzicht van het bachelorprogramma TN (1 september 2009 – 1 september 2012)

JAAR 1	BACHELORPROGRAMMA TECHNISCHE NATUURKUNDE				TU/e
	KWARTIEL A.1	KWARTIEL A.2	KWARTIEL B.3	KWARTIEL B.4	
VAK 1	3NA2Ø 5 ects Inleiding natuurkunde	3NA3Ø 3 ects Elektromagnetisme 1	3NA35 3 ects Elektromagnetisme 2	3NA45 3 ects Mechanica 2	
VAK 2	3NA1Ø 4 ects Inleiding experimentele fysica		3NA5Ø 6 ects Practicum	3NA7Ø 5 ects Optica	
VAK 3	2DN1Ø 5 ects Inleiding wiskunde	3NA4Ø 3 ects Mechanica 1	2DNØ5 3 ects Functies van meerdere variabelen		
VAK 4	2DN11 6 ects Calculus		2DN12 6 ects Lineaire algebra		
VAK 5		5GG8Ø 4 ects Elektronische instrumentatie	3NA6Ø 4 ects OGO Fysische instrumentatie 1.5 in B.3 / 2.5 in B.4		
VAK 6					

theorie wiskundelij  
 experimentele lijn  vakcode: zie OASE  
 Ø is cijfer nul / O is letter

JAAR 2	BACHELORPROGRAMMA TECHNISCHE NATUURKUNDE				TU/e
	KWARTIEL A.1	KWARTIEL A.2	KWARTIEL B.3	KWARTIEL B.4	
VAK 1	3NB3Ø 6 ects Signalen en systemen		3NB1Ø 6 ects Geavanceerde meetmethoden		
VAK 2	3NB2Ø 3 ects Computers in fysische experimenten		3NB8Ø 4 ects Theoretische klassieke mechanica	3NB7Ø 4 ects Bouwstenen en interacties	
VAK 3	3NB5Ø 4 ects Quantumfysica 1	3NB55 4 ects Quantumfysica 2	3NB65 5 ects Thermische fysica 2		
VAK 4	3NB6Ø 5 ects Thermische fysica 1		3NB9Ø 5 ects Fysica van transportverschijnselen		
VAK 5	2DNØ7 3 ects Differentialvergelijkingen	2DN13 3 ects Vectorcalculus	2DNØ8 4 ects Numerieke methoden		
VAK 6	3NB4Ø 2 ects Preview fysica		3NB4Ø 2 ects Preview fysica		

theorie wiskundelij  
 experimentele lijn  numerieke lijn  
 vakcode: zie OASE; Ø is cijfer nul / O is letter



*Inrichting van de verdiepende minor*

Code	Naam	Kwartiel	ECTS
3VN20	Fysica van het leven	3.1	4
3VN40	Quantumoptica	3.1-3.2	4
3VN60	Groepentheorie in de fysica	3.1	3
3VN70	Computer algebra in de fysica	3.2	3
3VN50	Algemene relativiteitstheorie	3.2	4
3VN10	OGO-project verdiepende minor	3.1-3.2	9
	Academische vorming		3

Overzicht van programmaonderdelen van de propedeuse van de bacheloropleiding TN met lintminor (jaargang 2008 en eerder) en blokminor (vanaf 2009)

**Propedeuse Ba met lintminor ≤ 2008**

	ECTS
3AA10 Inl. Experimentele Fysica	4
3AA11 Elektrische meettechnieken	2
3AA12 Thermische effecten	2
3AA13 Optische meettechnieken	2
3AA20 Inleiding natuurkunde	5
3AA30 Elektromagnetisme 1	3
3AA32 Elektromagnetisme 2	3
3AA40 Mechanica 1	3
3AA42 Mechanica 2	3
3AA50 OGO-Fysische instrumentatie	4
3AA51 OGO-Straling	4
3AA70 Golven en optica	3
2DN00 Vectorcalculus1	3
2DN01 Vectorruimte	3
2DN02 Lineaire afbeeldingen	3
2DN03 Calculus	3
2DN04 Diff.- en Integraalrekening	3
2DN05 Functies van meer variabelen	3
5GG80 Elektrische Instrumentatie	4

**Postpropedeuse Ba met lintminor**

3BB10 Geavanceerde meetmethoden	6
3BB20 Computers fys. experimenten	4
3BB30 Signalen en systemen 1	2
3BB32 Signalen en systemen 2	2
3BB33 Signalen en systemen 3	2
3BB45 Bijzondere onderwerpen	3
3BB50 Kwantumfysica 1	3
3BB60 Thermodynamica	3
3BB70 Gecondenseerde materie 1	3
3BB80 Mathematische fysica	3
3BB90 Fysische transportversch. 1	3
2DN06 Vectorcalculus 2	3
2DN07 Differentiaalvergelijkingen	3
2DN08 Numerieke methoden	4
oK420 Technology assessment	3
3CC10 Statistische fysica	3
3CC20 Kwantumfysica 2	3
3CC30 Gecondenseerde materie 2	3
3CC40 Kern, atoom, molecuulfysica	3
3CC50 Elektrodynamica	3
3CC60 Fysische transportversch. 2	3
3CC70 Geschiedenis v.d. natuurkunde	4
3CC80 Computational Physics	4
2DN09 Theorie & praktijk gewone differentiaalvergelijkingen	3
Bacheloreindproject	14
Minor	30

**Propedeuse Ba met blokminor (>2009)**

	ECTS
3NA10 Inl. Experimentele Fysica	4
3NA20 Inl. Natuurkunde	5
3NA30 Elektromagnetisme 1	3
3NA35 Elektromagnetisme 2	3
3NA40 Mechanica 1	3
3NA45 Mechanica 2	3
3NA50 Practicum	6
3NA60 OGO Fysische instrumentatie	4
3NA70 Optica	5
2DN10 Inleiding wiskunde	5
2DN11 Calculus	6
2DN12 Lineaire algebra	6
2DN05 Functies van meer variabelen	3
5GN80 Elektrische Instrumentatie	4

**Postpropedeuse Ba met blokminor**

3NB10 Geavanceerde meetmethoden	6
3NB20 Computers fys. Experimenten	3
3NB30 Signalen en systemen	6
3NB40 Preview fysica	4
3NB50 Kwantumfysica 1	4
3NB55 Kwantumfysica 2	4
3NB60 Thermische fysica 1	5
3NB65 Thermische fysica 2	5
3NB70 Bouwstenen en interactie	4
3NB80 Theor. klassieke mechanica	4
3NB90 Fysische transportversch.	5
2DN13 Vectorcalculus	3
2DN07 Differentiaalvergelijkingen	3
2DN08 Numerieke methoden	4
3NC10 Math. technieken in de fysica	4
3NC20 Gecondenseerde materie	4
3NC30 Elektromagnetisme 3	4
3NC40 Geschiedenis v.d. natuurkunde	3
Bacheloreindproject	15
Minor	30

## Overzicht van het bachelorprogramma (Bachelor College) TN

BACHELORPROGRAMMA TECHNISCHE NATUURKUNDE 2013 - 2014 TU/e				
JAAR 1	KWARTIEL 1	KWARTIEL 2	KWARTIEL 3	KWARTIEL 4
VAK 1	Calculus	Toegepaste natuurwetenschappen	Modelleren	Ethics and History of Technology
VAK 2	Experimentele fysica 1	Experimentele fysica 2	OGO instrumentele fysica	Elektromagnetisme
VAK 3	Variabelen, dimensies en dynamica	Keuze	Mechanica	Keuze

JAAR 2	KWARTIEL 1	KWARTIEL 2	KWARTIEL 3	KWARTIEL 4
VAK 1	Design	Optica	Inleiding quantumfysica	Thermische fysica
VAK 2	Voortgezette calculus	Lineaire algebra en differentiaal-vergelijkingen	Signalen en systemen	Experimentele fysica 3
VAK 3	Keuze/USE	Keuze/USE	Keuze/USE	Keuze/USE

JAAR 3	KWARTIEL 1	KWARTIEL 2	KWARTIEL 3	KWARTIEL 4
VAK 1	Transportfysica	Gecondenseerde materie	Keuze	Keuze
VAK 2	Toegepaste quantumfysica	Fysica in perspectief	Keuze	Bachelor eindproject
VAK 3	Keuze/USE	Keuze/USE	Keuze	Bachelor eindproject

- basisvakken
  - wiskundevakken
  - natuurkundevakken
  - experimentele vakken/stage
  - keuzevakken/USE (User, Society, Enterprise)
  - major Technische Natuurkunde: 95 ECTS (incl. professionele vaardigheden)
  - indien gewenst kan de helft van het Bachelor eindproject worden gewisseld met een keuzevak uit kwartiel 3
- elk vak omvat 5 ECTS

## Bijlage 5: Kwantitatieve gegevens over de opleiding

### Instroom-, doorstroom- en uitstroomgegevens

Instroomaantallen conform VSNU

Jaar	Cohortomvang met vooropleidingscategorie					Totaal
	VWO	HBO prop	HBO <sup>1</sup>	Buitenland	Overig	Man/Vrouw
02/ 03	26	1	0	2	1	27/3
03/ 04	35	1	0	3	7	37/9
04/ 05	50	3	5	1	5	53/11
05/ 06	73	2	6	2	3	79/7
06/ 07	75	0	4	3	0	76/6
07/ 08	60	2	6	1	1	60/10
08/ 09	65	1	5	3	3	65/12
09/ 10	53	0	5	3	4	51/14
10/ 11	45	0	7	3	1	51/5

Bachelorrendement per 1 september (faculteitscijfers)

Generatie	Aantal heringeschrevenen in 2 <sup>de</sup> studiejaar	Percentage studenten van heringeschrevenen met bachelordiploma na 3 jaar	Percentage studenten van heringeschrevenen met bachelordiploma na 4 jaar	Percentage studenten van heringeschrevenen met bachelordiploma na meer dan 4 jaar
2005	67	6%	34%	72%
2006	58	19%	41%	67%
2007	39	13%	49%	74%
2008	54	26%	43%	
2009	46	28%		
2010	27			
2011	51			
2012				

## Gerealiseerde docent-studentratio

Student-docentratio voor zowel het bachelor- als het masterprogramma

Jaar	Onderwijsinspanning	Studenten	Student/docent ratio
	Aantal docenten (+promovendi) & onderwijs fte (+promovendi)	Aantal ingeschreven studenten BSc en MSc (1 dec.)	Aantal studenten per docent & per onderwijs fte (inclusief promovendi)
2010	53 (+157) & 15.5 (+7.9)	379	7.2 & 24.5 (16.2)
2009	49 (+126) & 14.1 (+6.3)	385	7.9 & 27.3 (18.9)
2008	48 (+105) & 13.9 (+5.3)	379	7.9 & 27.3 (19.7)

## Gemiddeld aantal contacturen per fase van de studie

Overzicht van contacturen per studieonderdeel

Jaar 1							
1.1	Uur/week	1.2	Uur/week	1.3	Uur/week	1.4	Uur/week
Inl N	10	Mech 1	6	Practicum	8	G&O&S	10
Inl Wisk	10	EM1	6	EM2	6	Mech 2	6
Calculus	6	Calculus	6	FuMeVa	3	FuMeVa	3
		EI	8	LinAlg	6	LinAlg	6
IEF	5	IEF	5	OGO-pr	6	OGO-pr	6
Totaal	31	Totaal	31	Totaal	29	Totaal	31

Jaar 2							
2.1	Uur/week	2.2	Uur/week	2.3	Uur/week	2.4	Uur/week
S&S	6	S&S	6	Geav Mm	7	Geav Mm	7
QF1	6	QF2	8	ThKlMech	8	B&I	8
DiffVerg	6	Vectorc	6	Th Fys2	5	Th Fys2	5
ThFys 1	5	ThFys 1	5	NumMeth	4	NumMeth	4
CompFE	5	CompFE	3	FTV	5	FTV	5
Preview	2	Preview	2	Preview	2	Preview	2
Totaal	30	Totaal	30	Totaal	31	Totaal	31

Jaar 3							
3.1	Uur/week	3.2	Uur/week	3.3	Uur/week	3.4	Uur/week
MINOR				EM3	8	Bachelor Eindproject	
				GecondMat	8		
				MathTechn	8		
				Gesch vdN	6		
				Totaal	30		

## Bijlage 6: Bezoekprogramma

### Bezoekprogramma Natuur- en Sterrenkunde TUE

<b>Dag 0</b>		
13 jan.	19.00	Vorbereidende bijeenkomst en diner commissie Hotel Holiday Inn
<b>Dag 1</b>		
14 jan.		TNO Eindhoven De Rondom 1 (NB identiteitsbewijs meenemen)
9.30		Vertrek van hotel naar visitatielocatie
10.00	13.15	Documentstudie en verdere voorbereiding incl. lunch
13.15	13.30	Presentatie van het management over het onderwijs
13.30	14.30	Management: Prof.dr.ir. G.M.W. Kroesen, Decaan Prof.dr. H.J.H. Clercx, Vice-decaan K.M.J. Alards, Studentadviseur faculteitsbestuur Prof.dr. K.A.H. van Leeuwen, Opleidingsdirecteur Dr. A.M. Duif, Onderwijscoördinator Dr.ir. R.R. Trieling, Studieadviseur / Beleidsmedewerker onderwijs Drs. S.M. Gomez-Puente, Kwaliteitszorgmedewerker / Beleidmedewerker onderwijs Dr.ir. L.P.J. Kamp, Coördinator onderwijsvisitatie
14.30	15.30	Studenten Ba en Ma: E.G. van Pruissen BSc jaar 1 J.M. Tumelaire BSc jaar 2 R.J. van Gils BSc jaar 3 K.E. Merkus MSc jaar 1 K.K. Schakenraad MSc jaar 2 V.A. van Liebergen MSc, HBO-schakel instroom R. Smedts MSC jaar 1
15.30	15.45	Pauze
15.45	16.45	Docenten Ba en Ma: Prof.dr.ir. G.J.F. van Heijst Prof.dr.ir. O.J. Luiten Prof.dr. B. Koopmans Dr. C. Storm Dr.ir. P.H.A. Mutsaers Dr. R.A.H. Engeln Dr.ir. G.J.H. Brussaard
16.45	17.15	Alumni: Ir. E.M.J. Braeken ASML Ir. T.T.J. Clevis ASML Ir. S.A.F. Dielissen Solaytec Ir. B. Macco Promovendus TU/e Dr.ir. A.J.M. Mackus Recent gepromoveerd TU/e Ir. V. Vandalon Promovendus TU/e Ir. D.J.M. Trienekens Promovendus TU/e A.H. Bos Master Biomedical Engineering (BSc Technische Natuurkunde)
17.15	17.45	Rondleiding
19:00	21.00	Diner commissie: commissieoverleg in restaurant 'Wissen', Kleine Berg 10

<b>Dag 2</b>		
15 jan.		
8.15		Vertrek uit hotel naar visitatielocatie
8.30	9.00	Vorbereiden gesprekken
9.00	9.30	OLC: Dr. L.J. van Ijendoorn, Voorzitter en stafid Dr. A.A. Bol, stafid Prof.dr. J.D.R. Harting, stafid Prof.dr. P.P.A.M. van der Schoot, stafid M. Valk, studentlid E.H.M.D. Koolen, studentlid M.A.C. van Gestel, studentlid G.E. Hendriks, studentlid
9.45	10.15	Examencie en studieadviseur: Prof.dr. H.J.M. Swagten, voorzitter Dr. P.A. Bobbert, lid Dr.ir. C.F.J. Flipse, lid Dr. R.A.H. Engeln, lid Dr.ir. E.E.M. van Berkum, extern lid (Faculteit Wiskunde en Informatica) Dr.ir. R.R. Trieling, studieadviseur
10.30	11.00	inloopspreekuur
11.00	11.45	voorbereiden eindgesprek
11.45	12.45	Eindgesprek met management
12.45	15.30	Opstellen voorlopige bevindingen (incl. lunch)
15.30	15.45	Mondelinge rapportage voorlopig oordeel
15.45	16.30	Afsluitende borrel



## Bijlage 7: Bestudeerde afstudeerscripties en documenten

---

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

0635253	0578624	0650592
0607368	0628335	0718139
0611488	0715340	0717697
0655083	0675875	0751148
0640484	0703751	0617429

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

Vakdossiers:

- 1<sup>e</sup> jaars bachelorcollege Experimentele Fysica 1
- 1<sup>e</sup> jaars bachelorcollege Variabelen, dimensies en dynamica, orde en chaos in de natuurkunde
- 2<sup>e</sup> jaars bachelorcollege Optica
- 2<sup>e</sup> jaars bachelorcollege Quantum Fysica
- 3<sup>e</sup> jaars bachelor Gecondenseerde materie

Andere documenten:

- Materiaal studievereniging
- Notulen Examencommissie 2010-2012
- Beschrijving Major Technische Natuurkunde (BC) 10 januari 2012
- Notulen propedeuse studieraad, postpropedeuse studieraad en masterstudieraad 2010-2012
- Notulen studieprogramma commissie 2010-2012
- Beoordelingsformulieren van minor en bacheloreindproject
- Verslagen Raad van Advies 2010-2012
- Alumni enquête 2012
- Cum Laude overzicht 2011-2013
- Jaarverslagen van de faculteit 2010-2012
- Beschrijving kwaliteitssystem TU/e
- Analysetool tentamenuitslagen bachelorrendement
- Notitie toetsbeleid van de faculteit
- Rapportage bachelorcollege
- Onderwijs- en examenreglement
- Prestatieafspraken van de TU/e
- Research selfassessment 2004-2009
- Research assessment report QANU 2010



## Bijlage 8: Onafhankelijkheidsverklaringen

---



### ONAFHANKELIJKHEIDS- EN GEHEIMHOUDINGSVERKLARING

INDIENEN VOORAFGAAND AAN DE OPLEIDINGSBEOORDELING

ONDERGETEKENDE

NAAM: M. J. Goedhart

PRIVÉ ADRES: Botanicuslaan 55  
9751 AB Haren

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

natuurkunde (B + M)  
sterrenkunde (B + M)

AANGEVRAAGD DOOR DE INSTELLING:

Universiteit Leiden

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:

*Groningen*

DATUM:

*10 - 12 - 2013*

HANDTEKENING:

*[Handwritten signature]*



**ONAFHANKELIJKHEIDS- EN GEHEIMHOUDINGSVERKLARING**

INDIENEN VOORAFGAAND AAN DE OPLEIDINGSBEOORDELING

ONDERGETEKENDE

NAAM: Willem de Boer

PRIVÉ ADRES: Dekan-Hofheinz-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 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: Karlsruhe

DATUM: 21.11.2013

HANDTEKENING: 



**ONAFHANKELIJKHEIDS- EN GEHEIMHOUDINGSVERKLARING**

INDIENEN VOORAFGAAND AAN DE OPLEIDINGSBEOORDELING

ONDERGETEKENDE

NAAM: GUIDD VAN OOST

PRIVE ADRES: MARKGRAVELEI 137  
B-2018 ANTWERPEN

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

NATUUR- EN STERRENKUNDE

AANGEVRAAGD DOOR DE INSTELLING:

VERKLAART HIERBIJ GEEN (FAMILIE)RELATIES OF BANDEN MET BOVENGENOEMDE INSTELLING TE ONDERHOUDEN, ALS PRIVEPERSOON, 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: *ANTWERPEN*      DATUM: *13 DECEMBER 2013*

HANDTEKENING:





## 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 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:

8 OKTOBER 2013

HANDTEKENING:

**ONAFHANKELIJKHEIDS- EN GEHEIMHOUDINGSVERKLARING**

INDIENEN VOORAFGAAND AAN DE OPLEIDINGSBEOORDELING

ONDERGETEKENDE

NAAM: Lisanne Coenen

PRIVÉ ADRES:

Shl Gezicht 9, 2612 RV Delft

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

Natuurkunde bij verschillende universiteiten

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: Delft

DATUM: 30/10/13

HANDTEKENING:

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



## ONAFHANKELIJKHEIDS- EN GEHEIMHOUDINGSVERKLARING

INDIENEN VOORAFGAAND AAN DE OPLEIDINGSBEOORDELING

ONDERGETEKENDE

NAAM: BARBARA VAN BALEN

PRIVÉ ADRES: Kl. Houtweg 8 2012 CH  
HAARLEM

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

Science and Business Management

AANGEVRAAGD DOOR DE INSTELLING:

Universiteit Utrecht

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: *23-1-2014*

HANDTEKENING: