

JOINT DEGREES
BACHELOROPLEIDING
NATUUR- EN STERRENKUNDE

MASTEROPLEIDING
PHYSICS AND ASTRONOMY

FACULTIES OF SCIENCE
UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM
VRIJE UNIVERSITEIT AMSTERDAM

QANU
Catharijnesingel 56
PO Box 8035
3503 RA Utrecht
The Netherlands

Telefoon: +31 (0) 30 230 3100
E-mail: support@qanu.nl
Internet: www.qanu.nl

Projectnummer: Q0726

© 2019 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.



INHOUDSOPGAVE

RAPPORT OVER DE BACHEROPLEIDING NATUUR- EN STERRENKUNDE EN DE MASTEROPLEIDING PHYSICS AND ASTRONOMY VAN DE UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM EN DE VRIJE UNIVERSITEIT AMSTERDAM5

ADMINISTRATIEVE GEGEVENS VAN DE OPLEIDINGEN 5

ADMINISTRATIEVE GEGEVENS VAN DE INSTELLING..... 6

SAMENSTELLING VAN HET PANEL 6

WERKWIJZE VAN HET PANEL..... 6

SAMENVATTEND OORDEEL VAN HET PANEL 9

BEHANDELING VAN DE STANDAARDEN UIT HET BEOORDELINGSKADER VOOR DE BEPERKTE
OPLEIDINGSBEOORDELING..... 12

BIJLAGEN25

BIJLAGE 1: DOMEINSPECIFIEK REFERENTIEKADER 27

BIJLAGE 2: BEOOGDE LEERRESULTATEN..... 30

BIJLAGE 3: OVERZICHT VAN DE PROGRAMMA'S 33

BIJLAGE 4: BEZOEKPROGRAMMA 40

BIJLAGE 5: BESTUDEERDE EINDWERKEN EN DOCUMENTEN 41

Dit rapport is vastgesteld op 4 oktober 2019





RAPPORT OVER DE BACHEROPLEIDING NATUUR- EN STERRENKUNDE EN DE MASTEROPLEIDING PHYSICS AND ASTRONOMY VAN DE UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM EN DE VRIJE UNIVERSITEIT AMSTERDAM

Dit rapport volgt het Beoordelingskader Accreditatiestelsel Hoger Onderwijs Nederland voor de beperkte opleidingsbeoordeling van de NVAO (d.d. september 2018).

ADMINISTRATIEVE GEGEVENS VAN DE OPLEIDINGEN

Bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde

Naam van de opleiding:	Natuur- en Sterrenkunde
CROHO-nummer:	55013
Niveau van de opleiding:	bachelor
Oriëntatie van de opleiding:	academisch
Aantal studiepunten:	180 EC
Afstudeerrichtingen:	
Locatie(s):	Amsterdam
Variant(en):	voltijd
Onderwijstaal:	Nederlands
Joint Programme:	
- betrokken partnerinstellingen:	Universiteit van Amsterdam Vrije Universiteit Amsterdam
- type graadverlening:	joint degree
Inleverdatum NVAO:	01/11/2019

Masteropleiding Physics and Astronomy

Naam van de opleiding:	Physics and Astronomy
CROHO-nummer:	65016
Niveau van de opleiding:	master
Oriëntatie van de opleiding:	academisch
Aantal studiepunten:	120 EC
Afstudeerrichtingen:	Advanced Matter and Energy Physics Astronomy and Astrophysics Biophysics and Biophotonics Gravitation, Astro and Particle Physics Amsterdam (GRAPPA) Science for Energy and Sustainability Theoretical Physics
Locatie(s):	Amsterdam
Variant(en):	voltijd
Onderwijstaal:	Engels
Joint Programme:	
- betrokken partnerinstellingen:	Universiteit van Amsterdam Vrije Universiteit Amsterdam
- type graadverlening:	joint degree
Inleverdatum NVAO:	01/11/2019

Het bezoek van het visitatiepanel Natuur- en Sterrenkunde aan de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica van de Universiteit van Amsterdam en de Faculteit der Bètawetenschappen van de Vrije Universiteit Amsterdam vond plaats op 25 en 26 juni 2019.

ADMINISTRATIEVE GEGEVENS VAN DE INSTELLING

Naam van de instelling:	Universiteit van Amsterdam
Status van de instelling:	bekostigde instelling
Resultaat instellingstoets:	positief

Naam van de instelling:	Vrije Universiteit Amsterdam
Status van de instelling:	bekostigde instelling
Resultaat instellingstoets:	positief

SAMENSTELLING VAN HET PANEL

De NVAO heeft op 1 februari 2019 ingestemd met de samenstelling van het panel. Het panel dat de bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde en de masteropleiding Physics and Astronomy

- Prof. dr. R. (Reinder) Coehoorn, hoogleraar in de groep Molecular Materials and Nanosystems en leerstoelhouder Fysica en Applicatie van Nanostructuren aan de TU Eindhoven;
- Prof. dr. M.J. (Margriet) Van Bael, hoogleraar op de afdeling Vaste-stoffysica en Magnetisme en programmadirecteur van POC Fysica en Sterrenkunde aan de Faculteit Wetenschappen van de KU Leuven (België);
- Prof. dr. G. (Garrelt) Mellema, hoogleraar bij het Sterrenkunde-instituut van de Universiteit van Stockholm, alsmede opleidingsdirecteur aldaar;
- Prof. dr. S. (Sjoerd) Stallinga, hoogleraar en hoofd van de afdeling Imaging Physics aan de TU Delft;
- B. N. R. (Bram) Lap BSc, masterstudent Astronomy aan de Rijksuniversiteit Groningen [student-lid].

Het panel werd ondersteund door dr. B.M. (Barbara) van Balen, die optrad als secretaris.

WERKWIJZE VAN HET PANEL

De bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde en de masteropleiding Physics and Astronomy aan de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica van de Universiteit van Amsterdam en de Faculteit der Bètawetenschappen van de Vrije Universiteit Amsterdam maakt onderdeel uit van de visitatiegroep Natuur- en Sterrenkunde. In de periode april 2019 tot en met juni 2019 beoordeelde het panel in totaal 17 opleidingen aan 5 universiteiten.

Het visitatiepanel bestond uit de volgende leden:

- Prof. dr. R. (Reinder) Coehoorn, hoogleraar in de groep Molecular Materials and Nanosystems en leerstoelhouder Fysica en Applicatie van Nanostructuren aan de TU Eindhoven;
- Prof. dr. M.J. (Margriet) Van Bael, hoogleraar op de afdeling Vaste-stoffysica en Magnetisme en programmadirecteur van POC Fysica en Sterrenkunde aan de Faculteit Wetenschappen van de KU Leuven (België);
- Prof. dr. G. (Garrelt) Mellema, hoogleraar bij het Sterrenkunde-instituut van de Universiteit van Stockholm, alsmede opleidingsdirecteur aldaar;
- Prof. dr. S. (Sjoerd) Stallinga, hoogleraar en hoofd van de afdeling Imaging Physics aan de TU Delft;
- Prof. dr. H.A.J. (Harro) Meijer, hoogleraar Isotopenfysica bij het Centrum voor Isotopen Onderzoek (CIO) en daarnaast directeur van het natuurwetenschappelijke energie-instituut ESRIG aan de Rijksuniversiteit Groningen;
- Prof. dr. G. (Geert) Vanpaemel, deeltijds hoogleraar aan de VU Brussel en deeltijds hoogleraar wetenschapsgeschiedenis aan de Faculteit Wetenschappen van de KU Leuven, waar hij ook coördinator is van het postgraduaat wetenschapsonderwijs;

- J. (Jeffrey) van der Gucht BSc, masterstudent Physics and Astronomy aan de Radboud Universiteit [student-id];
- B. N. R. (Bram) Lap BSc, masterstudent Astronomy aan de Rijksuniversiteit Groningen [student-id];
- L. (Laura) Scheffer BSc, masterstudent Physics aan de Universiteit Utrecht [student-id].

Voor elk bezoek is een (sub)panel samengesteld, waarbij rekening is gehouden met de expertise, onafhankelijkheid en beschikbaarheid van de panelleden.

Projectleider van de visitatiegroep Natuur- en Sterrenkunde was Peter Hildering MSc, medewerker van QANU. Hij was tevens secretaris van het panel tijdens het bezoek aan de Universiteit Leiden en de Universiteit Utrecht. Om de consistentie van de beoordelingen te waarborgen bezocht hij ook de slotbijeenkomsten van het panel van de drie andere bezoeken en las en becommentarieerde elk conceptrapport. Dr. Barbara van Balen trad op als secretaris tijdens het bezoek aan de Rijksuniversiteit Groningen en het bezoek aan de joint degree-opleidingen in Amsterdam. Tijdens het bezoek aan de Radboud Universiteit werd het panel ondersteund door drs. Mariëtte Huisjes.

Vorbereiding

Op 24 januari 2019 vond een vooroverleg plaats met de voorzitter waarin de projectleider hem informeerde over de taakstelling en werkwijze van het panel in het algemeen en de rol van de voorzitter in het bijzonder, en een toelichting gaf op de van toepassing zijnde beoordelingskaders.

Op 15 maart 2019 hield het panel zijn startvergadering, waar de projectleider de panelleden informeerde over de taakstelling, algemene werkwijze en de formele kaders. Het panel maakte tijdens de startvergadering afspraken over de werkwijze in voorbereiding op de bezoeken en heeft de inhoud en toepassing van het domeinspecifieke referentiekader besproken.

De opleidingen schreven ter voorbereiding op de visitatie een zelfevaluatie-rapport en stelden een bezoekprogramma op. Voor elke gespreksronde werden representatieve gesprekspartners geselecteerd. Het bezoekprogramma is in dit rapport opgenomen als bijlage 4. De zelfevaluatie-rapporten werden na ontvangst door de projectleider gecontroleerd op kwaliteit en volledigheid en vervolgens doorgestuurd aan de panelleden. De panelleden bestudeerden de zelfevaluatie-rapporten en bijlagen en formuleerden op basis hiervan vragen en aandachtspunten ter voorbereiding op het bezoek. Ook formuleerden de panelleden per opleiding punten die hen in positieve zin opvielen.

Naast de zelfevaluatie-rapporten bestudeerde het panel voorafgaand aan het bezoek een selectie van eindwerken. Het panel maakte op basis van de lijst afgestudeerden van de periode 2017-2018 een selectie van vijftien eindwerken per opleiding, met een evenwichtige spreiding in cijfers, afstudeervarianten en begeleiders. Tijdens het bezoek heeft het panel nogmaals vijf eindwerken opgevraagd van de bacheloropleiding om een beter beeld te krijgen van het eindniveau van deze opleiding.

Bezoek

Het visitatiebezoek aan de Universiteit van Amsterdam vond plaats op 25 en 26 juni 2019.

Bij de start van het bezoek hield het panel een vooroverleg waarin de eerste bevindingen en vragen en aandachtspunten werden besproken en waarin het panel afspraken maakte over de taakverdeling. De panelleden bespraken ook hun bevindingen ten aanzien van de (beoordeling van de) bestudeerde scripties.

Tijdens het bezoek heeft het panel eveneens onderwijs- en toetsmateriaal en verslagen van de opleidings- en examencommissie bestudeerd. Een overzicht van het bestudeerde materiaal is opgenomen in bijlage 5. Het panel sprak met studenten, alumni en docenten, het management en verantwoordelijken en vertegenwoordigers van de examencommissie. Tevens bood het panel



studenten en docenten de gelegenheid om informeel met het panel te spreken tijdens een inloopspreekuur. Van deze gelegenheid is geen gebruik gemaakt.

Het panel gebruikte het laatste deel van het bezoek voor een intern overleg om de voorlopige bevindingen vast te stellen. Ter afsluiting gaf de voorzitter een korte mondelinge toelichting aan alle belangstellenden, waarin hij de belangrijkste observaties van het panel deelde.

Rapportage

De secretaris schreef een conceptrapport op basis van de bevindingen van het panel en legde dat vervolgens voor aan de projectleider voor een collegiale toets. Daarna vroeg de secretaris de panelleden om het rapport te bekijken en van feedback te voorzien. Na verwerking van de feedback en na akkoord van het panel stuurde de projectleider het rapport naar de faculteit met het verzoek om feitelijke onjuistheden te melden. De feitelijke onjuistheden werden na overleg tussen de projectleider en de voorzitter door de secretaris gecorrigeerd. Vervolgens werd het rapport door het panel vastgesteld en toegestuurd aan de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica, de Faculteit der Bètawetenschappen en aan het College van Bestuur van de Universiteit van Amsterdam en het College van Bestuur van de Vrije Universiteit Amsterdam.

Definitie oordelen

In overeenstemming met het Beoordelingskader voor de beperkte opleidingsbeoordeling van de NVAO heeft het panel de volgende definities voor de beoordeling van de afzonderlijke standaarden gehanteerd:

Basiskwaliteit

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

Voldoet

De opleiding voldoet op de standaard aan basiskwaliteit.

Voldoet ten dele

De opleiding voldoet in belangrijke mate aan basiskwaliteit op de standaard maar er zijn verbeteringen nodig om volledig aan de standaard te voldoen.

Voldoet niet

De opleiding voldoet niet aan basiskwaliteit op de standaard.

In overeenstemming met het Beoordelingskader voor de beperkte opleidingsbeoordeling van de NVAO heeft het panel de volgende definities gehanteerd voor de beoordeling van de opleiding als geheel:

Positief

Op alle standaarden 'voldoet'.

Positief onder voorwaarden

Standaard 1 'voldoet' en maximaal op twee standaarden een 'voldoet ten dele' waarbij het panel het opleggen van voorwaarden adviseert.

Negatief

In de volgende situaties:

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

SAMENVATTEND OORDEEL VAN HET PANEL

Het panel beoordeelt de standaarden uit het Beoordelingskader voor de beperkte opleidingsbeoordeling als volgt:

Bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde

De bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde in Amsterdam is een joint degree programma van de Universiteit van Amsterdam en de Vrije Universiteit Amsterdam. Door de samenwerking van de twee Amsterdamse faculteiten kan er een sterke brede opleiding worden aangeboden. De opleiding heeft een monodisciplinaire polarisatie, terwijl tegelijkertijd een substantiële hoeveelheid algemene vaardigheden getraind worden; er wordt ingestoken op onderwijs op fundamenteel niveau met een geleidelijke ontwikkeling naar meer toepassing. De focus ligt op het ontwikkelen van de studenten als academici. De doelstelling is vertaald in beoogde leerresultaten in overeenstemming met het Domeinspecifieke Referentiekader, dat is opgesteld door de gezamenlijke Nederlandse opleidingen Natuur- en Sterrenkunde. Dit kader omvat de traditionele competenties aansluitend op de Dublin Descriptoren. Door de aansluiting op het Domeinspecifieke Referentiekader worden in de beoogde leerresultaten in voldoende mate het niveau omschreven dat volgens de internationale standaarden bereikt dient te worden met een academische bacheloropleiding.

Het panel vindt het programma van de bacheloropleiding goed gebalanceerd. In het eerste jaar wordt een wiskundige basis gelegd, naast vakken als speciale relativiteitstheorie, sterrenkunde en quantummechanica. Studenten maken kennis met experimenteel werk bij de natuurkundepactica en er wordt gestart met het trainen van academische vaardigheden. Veel aandacht wordt besteed aan de aansluiting met het vwo, zo worden de wiskundecolleges gedeeltelijk gegeven door vwo-docenten. Het tweede jaar bevat verdiepende vakken en enkele keuzevakken. Het derde jaar bestaat vrijwel compleet uit keuzevakken en wordt afgerond met een bachelorproject (15 EC). Het panel waardeert de ruime aandacht voor academische vaardigheden en de focus in het programma op het ontwikkelen van studenten als academici door aandacht te besteden aan cultureel-wetenschappelijke activiteiten. Naast het reguliere programma kunnen studenten een honours programma (30 EC extra) of een dubbele bacheloropleiding Natuurkunde-Wiskunde volgen (in totaal 230 EC).

De opleiding is volgens het panel duidelijk student-gericht: sociale binding krijgt bij aanvang van de studie veel aandacht van de opleiding zodat studenten zich veilig voelen. Er wordt verder gezorgd voor kleinschalige organisatie van werkgroepen en het gebruik van innovatieve werkvormen bij de grotere colleges. Studenten kunnen in de bacheloropleiding geleidelijk wennen aan Engels als voertaal. Het derde jaar van de opleiding is geheel Engelstalig.

De kwaliteit van de docenten is ruim voldoende tot goed, de inhoudelijke en didactische expertise is aanwezig. Tijdens het bezoek viel de grote betrokkenheid van de docenten positief op. Ook is het panel positief over de onderwijsfaciliteiten, met name de practicumruimten.

De opleiding beschikt over een adequaat toetsingsbeleid en een goed uitgewerkt toetsplan. De validiteit van de toetsing is in orde. Er wordt een assortiment aan toetsen ingezet die in lijn zijn met de leerdoelen van het vak. De transparantie is voldoende gewaarborgd door de studiewijzers die bij elk vak aan de studenten ter beschikking worden gesteld.

De examencommissie voert haar taken gedegen uit en borgt de kwaliteit van de toetsing op een adequate wijze. Wel beveelt het panel aan om de beoordelingsformulieren voor de scripties nogmaals kritisch te bezien om de transparantie van de becijfering te verbeteren. Het panel adviseert ook om te overwegen de tijdigheid van afronding van de scriptie in de becijfering mee te wegen.

Het panel heeft vastgesteld dat het toetsprogramma van de opleiding de leerdoelen dekt. Daarnaast heeft het een selectie van bachelorscripties bekeken. Het niveau van de bachelorscripties is in orde.



De bacheloropleiding bereidt de studenten goed voor op het vervolgen van hun studie in de masteropleiding.

Masteropleiding Physics and Astronomy

De masteropleiding Physics and Astronomy is een joint degree programma van de Universiteit van Amsterdam en de Vrije Universiteit Amsterdam. Door de sterke relatie met het onderzoek in de Natuur- en Sterrenkunde in Amsterdam wordt een breed master programma aangeboden met een grote verscheidenheid aan tracks op hoog academisch niveau. Er is volgens het panel duidelijk sprake van een gezamenlijke opleiding van de twee universiteiten.

De doelstellingen van de opleiding zijn in overeenstemming met het Domeinspecifieke referentiekader dat is opgesteld door de gezamenlijke Nederlandse opleidingen Natuur- en Sterrenkunde vertaald in beoogde leerresultaten. Daarmee geven de beoogde leerresultaten in voldoende mate het niveau aan dat bereikt moet worden volgens de internationale standaarden. De beoogde leerresultaten zijn duidelijk onderscheidend ten opzichte van het bachelorniveau.

Het masterprogramma van 120 EC bestaat uit zes tracks, die sterk verbonden zijn met actieve onderzoeksgroepen: Advanced Matter and Energy Physics, Astronomy and Astrophysics, Biophysics and Biophotonics, Gravitation, Astro- and Particle Physics (GRAPPA), Theoretical Physics, Science for Energy and Sustainability (joint track met het masterprogramma Chemistry).

In het eerste jaar volgen de studenten verplichte 'core' onderdelen van 12-24 EC en keuzeonderdelen van 24- 36 EC. Verder maken de studenten een keuze uit academische vaardigheden cursussen tot een totaal van 6 EC en doen een track gebonden project van 6 EC. In het tweede jaar wordt het master onderzoeksproject (60 EC) uitgevoerd. De sterke verbondenheid van de tracks met actieve onderzoeksprogramma's van de UvA en de VU zorgt volgens het panel voor hoge kwaliteit.

De masteropleiding is volledig Engelstalig, wat in overeenstemming is met het internationale karakter en de kwaliteit van de opleiding. Een derde deel van de studenten komt uit het buitenland. De ontwikkeling van de individuele student staat centraal. De student kiest een track en krijgt persoonlijke begeleiding. Van studenten wordt verwacht dat ze academische vaardigheden oefenen zoals communicatie, presentatie, schrijven, samenwerking, oordeelsvorming en ethische en maatschappelijke aspecten. Volgens het panel zijn de didactische werkvormen in lijn met de visie op de opleiding en voelen de studenten zich voldoende begeleid en ondersteund.

De kwaliteit van de docenten is ruim voldoende tot goed, de inhoudelijke en didactische expertise is aanwezig. Tijdens het bezoek viel de grote betrokkenheid van de docenten positief op.

De opleiding beschikt over een adequaat toetsingsbeleid en een goed uitgewerkt toetsplan. De validiteit van de toetsing is in orde. Er wordt een assortiment aan toetsen ingezet die in lijn zijn met de leerdoelen van het vak. De transparantie is voldoende gewaarborgd door de studiewijzers die bij elk vak aan de studenten ter beschikking worden gesteld.

De examencommissie voert haar taken gedegen uit en borgt de kwaliteit van de toetsing op een adequate wijze. Wel beveelt het panel aan om de beoordelingsformulieren voor de scripties nogmaals kritisch te bezien om de transparantie van de beoordeling te verbeteren. Het panel adviseert ook om te overwegen de tijdigheid van afronding van de scriptie in de beoordeling mee te wegen.

Het panel heeft vastgesteld dat het toetsprogramma van de opleiding de leerdoelen dekt. Daarnaast heeft het een selectie van vijftien masterscripties bekeken. Alle scripties voldeden aan het niveau dat verwacht mag worden van een masterscriptie. Een aantal scripties overtroffen dit niveau in ruime mate.

Bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde (joint degree)

Standaard 1: Beoogde leerresultaten	voldoet
Standaard 2: Onderwijsleeromgeving	voldoet
Standaard 3: Toetsing	voldoet
Standaard 4: Gerealiseerde leerresultaten	voldoet
Algemeen eindoordeel	positief

Masteropleiding Physics and Astronomy (joint degree)

Standaard 1: Beoogde leerresultaten	voldoet
Standaard 2: Onderwijsleeromgeving	voldoet
Standaard 3: Toetsing	voldoet
Standaard 4: Gerealiseerde leerresultaten	voldoet
Algemeen eindoordeel	positief

De voorzitter, prof. dr. Reinder Coehoorn, en de secretaris, dr. Barbara van Balen, van het panel verklaren hierbij dat alle panelleden kennis hebben genomen van dit rapport en instemmen met de hierin vastgestelde oordelen. Zij verklaren ook dat de beoordeling in onafhankelijkheid heeft plaatsgevonden.

Datum: 4 oktober 2019

BEHANDELING VAN DE STANDAARDEN UIT HET BEOORDELINGSKADER VOOR DE BEPERKTE OPLEIDINGSBEOORDELING

De bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde en de masteropleiding Physics and Astronomy in Amsterdam worden als joint degree opleiding aangeboden en verzorgd door de Faculteit der Bètawetenschappen van de Vrije Universiteit (VU) en de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica (FNWI) van de Universiteit van Amsterdam (UvA). De UvA is penvoerder, de onderwijsondersteuning, onderwijsbalie en kwaliteitszorg zijn ingebed in de UvA. De wetenschappelijke staf betrokken bij de opleidingen bestaat uit 40% stafleden aangesteld bij de VU en 60% bij de UvA. In de opleidingscommissie en de examencommissie wordt deze zelfde stafverhouding nagestreefd.

De bacheloropleiding is deel van het College of Science van de FNWI. De directeur van het College of Science is verantwoordelijk voor het totale aanbod aan bacheloropleidingen. Iedere opleiding binnen het College of Science heeft een eigen opleidingsdirecteur, die verantwoordelijk is voor de inhoud, coördinatie en uitvoering van het onderwijs in de opleiding. De masteropleiding maakt deel uit van de UvA Graduate School of Sciences, samen met de UvA/VU joint degree masteropleiding Chemistry en de UvA masteropleidingen Mathematics en Stochastics and Financial Mathematics.

Standaard 1: Beoogde leerresultaten

De beoogde leerresultaten passen bij het niveau en de oriëntatie van de opleiding en zijn afgestemd op de verwachtingen van het beroepenveld en het vakgebied en op internationale eisen.

Bevindingen

Profiel

Door de samenwerking van de twee Amsterdamse faculteiten kunnen de opleidingen zich als sterke, brede opleidingen profileren. Het natuurkundig onderzoek van de beide faculteiten is complementair waardoor de opleidingen in staat zijn brede, gevarieerde en actuele keuzepaletten aan te bieden. De opleidingen werken ook nauw samen met de wetenschappelijke onderzoeksinstituten in Amsterdam, zoals LaserLab, Nikhef, Amolf, ARCNL, WZI en de consortia GRAPPA en QuSoft.¹ Hierdoor zijn de opleidingen niet alleen in staat om een groot aanbod aan specialisatierichtingen te verzorgen maar ook onderzoeksfaciliteiten op locatie te bieden.

De samenwerking tussen beide faculteiten is in 2009 gestart. Aanvankelijk werden er joint programma's aangeboden. Later is dit omgezet naar joint degrees. Betrokkenen ervaren de samenwerking tussen de opleidingen als goed. Voor de betrokken docenten is er geen onderscheid tussen de VU en de UvA. Ook voor de studenten speelt dit onderscheid niet; zij vinden dat ze in Amsterdam studeren. Het enige onderscheid dat er nog is betreft de locatie. Het oorspronkelijke doel van de bètafaculteiten van de UvA en de VU was om al het onderwijs en onderzoek in de natuur- en sterrenkunde op één locatie onder te brengen. Daarbij was gekozen voor Amsterdam Science Park in de Watergraafsmeer. Deze huisvestingsplannen gingen niet door. Om de studenten toch voldoende in contact te brengen met alle onderzoek dat er gebeurt op het gebied van natuur- en sterrenkunde in Amsterdam, zal vanaf 2019-2020 een deel van het bachelor onderwijs (20%) gegeven worden op de locatie Amsterdam-Zuid en 80% op de locatie Watergraafsmeer.

¹ Institute for Lasers, Life and Biophotonics Amsterdam (LaserLaB Amsterdam), Nationaal Instituut voor Subatomaire Fysica (Nikhef), Fundamental research on the physics of complex forms of matter (AMOLF), Advanced Research Center for Nanolithography (ARCNL), Van der Waals-Zeeman Institute (WZI) for experimental physics, GRAPPA | Gravitation AstroParticle Physics Amsterdam, QuSoft research center for quantum software.

Het panel heeft vastgesteld dat de opleidingen een duidelijk profiel hebben dat bij beide 'bloedgroepen' past. De bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde heeft een monodisciplinaire polarisatie, dat wil zeggen een sterke natuurkundige kern, terwijl tegelijkertijd een substantiële hoeveelheid algemene vaardigheden getraind worden. De masteropleiding Physics and Astronomy biedt zes tracks die nauw verbonden zijn aan de betrokken onderzoeksinstituten. Er is volgens het panel qua opzet duidelijk sprake van gezamenlijke opleidingen, waarin gebruik gemaakt wordt van de sterke kanten van beide funderende universiteiten. Het panel is van mening dat de fusie van de natuurkunde-opleidingen in de huidige joint degrees zonder meer geslaagd is.

Bacheloropleiding

De bacheloropleiding beoogt onderwijs te geven op fundamenteel natuurkundig niveau met een geleidelijke ontwikkeling naar meer toepassing. De missie van de bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde is het opleiden van fysica- en astronomiestudenten tot een internationaal competitief bachelorniveau dat aansluiting biedt op de Nederlandse en internationale masteropleidingen op het gebied van natuur- en sterrenkunde. De oriëntatie van de opleiding ligt in het domein van het wetenschappelijk onderzoek met thema's als de Quantum Universe en Physics of Life and Energy.

Uitgangspunt voor de opleiding is dat studenten op een authentieke wijze kennis hebben gemaakt met wetenschappelijk onderzoek en internationaal kunnen opereren. De opleiding streeft ernaar dat iedere student zijn of haar eigen studiep pad uitstippelt. De uitgangspunten zijn vertaald in de volgende doelstellingen:

1. Het aanbrengen van gedegen theoretische en praktische basiskennis en basisvaardigheden op het gebied van de discipline;
2. Het aanbrengen van de daarvoor vereiste wiskundige en computationele vaardigheden;
3. Het leren zelfstandig problemen te analyseren op het gebied van de discipline;
4. Kennismaking met het doen van wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de discipline;
5. Het ontwikkelen van vaardigheden als presenteren, schriftelijk en mondeling communiceren op academisch niveau, het omgaan met wetenschappelijke bronnen van informatie, zelfstandig en in teamverband werken;
6. Voorbereiding op een verdere studie- of arbeidsloopbaan;
7. Het aanbrengen van inzicht van de plaats en rol van de discipline binnen de wetenschap en samenleving en van het internationale karakter van de discipline.

Deze doelstellingen zijn vertaald in beoogde leerresultaten (zie bijlage 2). Deze beoogde leerresultaten zijn in overeenstemming met het Domeinspecifieke Referentiekader. Dit kader is opgesteld door de gezamenlijke Nederlandse opleidingen Natuur- en Sterrenkunde op basis van de inzichten van het Tuning project, waar de Europese afstemming wordt bestudeerd. Dit kader omvat de traditionele competenties aansluitend op de Dublin Descriptoren. Daarnaast, zo wordt aangegeven in het zelfevaluatie rapport, besteedt de opleiding aandacht aan vaardigheden op het gebied van samenwerking en projectmatig werken in het bijzonder.

Het panel heeft vastgesteld dat de doelstellingen en beoogde leerresultaten aansluiten op het Domeinspecifieke Referentiekader. Daarmee wordt ook in voldoende mate het niveau omschreven dat volgens de internationale standaarden bereikt dient te worden met een academische bacheloropleiding. Het panel vindt dat de focus op het ontwikkelen van studenten als academici duidelijk tot uiting komt.

Masteropleiding

De missie van de masteropleiding is studenten de benodigde kennis, vaardigheden en inzichten te bieden in het domein van natuur- en sterrenkunde, inclusief de nodige wiskundige, experimentele, computationele en communicatieve vaardigheden, om hen in staat te stellen als academische en niet-academische onderzoekers te werken en hen voor te bereiden om de wetenschappelijke opleiding voort te zetten, bijvoorbeeld in een promotietraject.

In het zelfevaluatie rapport worden de volgende doelen van de masteropleiding genoemd:



- Studenten te leren om onafhankelijke academische professionals te worden, door het uitvoeren van fundamenteel wetenschappelijk onderzoek met actuele wetenschappelijke kennis, en door het toepassen van deze kennis in nieuwe en continu veranderende situaties;
- Interdisciplinaire samenwerking in de ontwikkeling van de wetenschap te stimuleren, gebaseerd op state-of-the-art kennis op het terrein van natuur- en sterrenkunde;
- Ontwikkelen van vaardigheden, kennis en inzichten in een specialisatie van het domein natuur- en sterrenkunde met de nadruk op de formulering van relevante wetenschappelijk vragen en de aanpak tot het formuleren van antwoorden op deze vragen;
- Student-gericht onderwijs te verzorgen met een hoge internationale kwaliteit;
- Studenten de gelegenheid te geven kennis en inzicht te verwerven in een internationale omgeving;
- Een inspirerende academisch leeromgeving te bieden, en aantrekkelijke specialisatie programma's voor een veeleisende en heterogeen samengestelde studentenpopulatie;
- Studenten uit te rusten met geavanceerde computer, laboratorium en wiskundige vaardigheden die ook buiten de academie gebruikt kunnen worden;
- Een brede bekwaamheid ontwikkelen in het overbrengen van kennis aan anderen.

Deze doelstellingen zijn vertaald in beoogde leerresultaten (zie bijlage 2). Deze beoogde leerresultaten zijn in overeenstemming met het Domeinspecifieke Referentiekader. Dit kader is opgesteld door de gezamenlijke Nederlandse opleidingen Natuur- en Sterrenkunde op basis van de inzichten van het Tuning project, waar de Europese afstemming wordt bestudeerd. Dit kader omvat de traditionele competenties aansluitend op de Dublin Descriptoren. Daarnaast, zo wordt aangegeven in het zelfevaluatie rapport, besteedt de opleiding aandacht aan vaardigheden op het gebied van samenwerking en projectmatig werken in het bijzonder.

Het panel heeft vastgesteld dat de doelstellingen en beoogde leerresultaten aansluiten op het Domeinspecifieke Referentiekader. Daarmee wordt ook in voldoende mate het niveau omschreven dat volgens de internationale standaarden bereikt dient te worden met een academische masteropleiding. Door de sterke relatie met het onderzoek in de verschillende aangesloten onderzoeksinstituten wordt er volgens het panel een breed programma geboden met hoogwaardige tracks. Het panel heeft gedurende het bezoek veel gesproken over het onderwerp wetenschappelijke integriteit met zowel de docenten als de studenten en geconstateerd dat hier voldoende aandacht voor is in het programma, maar dat het onderwerp niet expliciet genoemd wordt in de leerdoelen. Het panel adviseert te overwegen wetenschappelijke integriteit in de leerdoelen op te nemen.

Overwegingen

Het panel heeft vastgesteld dat de opleidingen een duidelijk profiel hebben dat bij beide 'bloedgroepen' past. Er is volgens het panel duidelijk sprake van gezamenlijke opleidingen, waarin gebruik gemaakt wordt van de sterke kanten van beide funderende universiteiten.

De doelstellingen van de beide opleidingen zijn in overeenstemming met het Domeinspecifieke Referentiekader vertaald in beoogde leerresultaten. Het panel heeft vastgesteld dat in de beoogde leerresultaten in voldoende mate het niveau wordt omschreven dat volgens de internationale standaarden bereikt dient te worden met respectievelijk een academische bachelor- en masteropleiding. De beoogde leerresultaten zijn duidelijk onderscheidend ten opzichte van het bachelorniveau. Het panel vindt dat de focus op het ontwikkelen van studenten als academici in de bacheloropleiding duidelijk tot uiting komt. Door de sterke relatie met het onderzoek in natuur- en sterrenkunde in Amsterdam wordt een breed masterprogramma aangeboden met een grote verscheidenheid aan hoog niveau tracks.

Conclusie

Bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde: het panel beoordeelt Standaard 1 als 'voldoet'.

Masteropleiding Physics and Astronomy: het panel beoordeelt Standaard 1 als 'voldoet'.

Standaard 2: Onderwijsleeromgeving

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

Bevindingen

Bachelorcurriculum

De bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde is gebaseerd op een aantal uitgangspunten die voortkomen uit de onderwijsvisies van de Vrije Universiteit en de Universiteit van Amsterdam:

- Talent en ambitie van de individuele student staan centraal;
- Onderwijs en wetenschappelijk onderzoek zijn sterk verweven;
- Aandacht voor maatschappelijke problemen waarbij natuurkundigen een rol spelen;
- Aandacht voor cohort-vorming;
- Aandacht voor academische vaardigheden zoals communiceren, samenwerken, kritisch oordeelsvermogen, leervaardigheden en maatschappelijke en wijsgerige aspecten van de natuurwetenschappen.

De opleiding bestaat uit vier onderdelen: academische vorming, major, praktische oefening en keuzeruimte/minor. Het programma van in totaal 180 EC heeft 54 EC aan keuzeruimte. Hiervan is de student verplicht minstens 24 EC binnen het vakgebied natuur- en/of sterrenkunde te volgen, met minimaal 12 EC hiervan op derdejaars niveau. Minstens 6 EC van deze keuzeruimte moet aan Sterrenkunde-vakken besteed worden. De overige 30 EC keuzeruimte kan vrij ingevuld worden met een minor van een andere studierichting of een educatieve minor.

De vakken worden aangeboden in twee semesters van twee blokken van acht en één van vier weken. De achttweekse blokken sluiten af met een tentamenweek waarin, afhankelijk van het semester, twee tot drie vakken worden getentamineerd. De vierweekse blokken worden bij voorkeur ingevuld met een projectvak en één tentamen. In het eerste jaar wordt een wiskundige basis gelegd, naast vakken als speciale relativiteitstheorie, sterrenkunde en quantummechanica. Studenten maken in het eerste jaar kennis met natuurkundepractica en starten met het trainen van academische vaardigheden. Het tweede jaar bevat verdiepende vakken en enkele keuzevakken. Het derde jaar bestaat vrijwel compleet uit keuzevakken en wordt afgerond met een bachelorproject (15 EC). Dit project betreft een zelfstandig en individueel onderzoek uitgevoerd onder begeleiding van een ervaren wetenschapper bij een van de onderzoeksinstituten. Studenten kunnen hier aan beginnen zodra ze 132 EC behaald hebben en alle andere projecten en practica hebben afgesloten. Het bachelorproject is de afsluiting van het bachelorprogramma. Studenten moeten al hun kennis en vaardigheden inzetten om het onderzoek onafhankelijk te kunnen uitvoeren.

De vakken binnen de major zijn gegroepeerd in leerlijnen volgens de verschillende kerndisciplines binnen de Natuur- en Sterrenkunde: klassieke mechanica, thermofysica/statische fysica, elektrodynamica, quantummechanica, sterrenkunde, programmeren/simuleren, wiskunde en practicum. Het verplichte vak 'Reflectie op Natuurkunde' besteedt aandacht aan ethische vraagstukken. Voor studenten die zich op dit vlak nog verder willen verdiepen wordt het keuzevak 'History and Philosophy of Science' aangeboden. De leerlijn academische vaardigheden is door de opleiding verbeterd in reactie op aanbevelingen van de vorige visitatiecommissie. In het eerste jaar komen de vaardigheden gestructureerd tot uiting in het vak 'Academische vaardigheden en tutoraat', de practica en het eerstejaars project. In jaar twee en drie worden de verschillende academische vaardigheden in de verplichte vakken in de praktijk gebracht.

Het panel waardeert de ruime aandacht voor academische vaardigheden. Het is positief dat er aandacht is voor ethische vraagstukken in de opleiding. Op basis van de door het panel bestudeerde theses signaleert het panel echter dat de studenten meer ondersteuning zouden kunnen gebruiken bij de ontwikkeling van schrijfvaardigheden, in het bijzonder gericht op het duidelijk formuleren van doelen, presenteren van conclusies en het formuleren van de mogelijkheden voor toepassing en relevantie voor de samenleving. Het panel beveelt aan hier aandacht aan te besteden.



Het onderwijs van de opleiding Natuur- en Sterrenkunde wordt ook gevolgd door een groep studenten die de brede bacheloropleiding bèta-gamma aan de UvA volgen. Dit zijn studenten die na hun eerste jaar in de brede bèta-gammaopleiding hebben gekozen voor de tweejarige major Natuur- en Sterrenkunde. Deze studenten volgen het hele verplichte programma, krijgen na voltooiing een bèta-gamma-diploma, en worden rechtstreeks toegelaten tot de masteropleiding Physics and Astronomy. Voor aankomende studenten met excellente schoolresultaten bestaat de mogelijkheid om het dubbele bachelorprogramma Wis- en Natuurkunde te volgen. Dit programma heeft een omvang van 230 EC maar is in de nominale tijd studeerbaar. Het panel vroeg zich af waarom er alleen een dubbel bachelorprogramma met Wiskunde omschreven is en niet met Scheikunde. Tijdens het bezoek is door de programmaleiding uitgelegd dat er onderzocht is of hier belangstelling voor zou zijn en dat bleek niet het geval. Daarom is er van afgezien om dit dubbele bachelorprogramma expliciet aan te bieden. Excellente studenten kunnen ook kiezen voor het volgen van een honoursprogramma, bestaande uit een extra pakket van 30 EC. Dit pakket kan zowel verbredend als verdiepend gekozen worden.

Het panel vindt het curriculum van de bacheloropleiding goed gebalanceerd en gestructureerd met een duidelijke opbouw in leerlijnen en veel keuzemogelijkheden. Het programma biedt een sterke theoretische ondergrond en er is ruim aandacht voor de training van algemene vaardigheden. Er is bovendien een groot aantal mogelijkheden voor verdieping voor excellente en/of ambitieuze studenten onder meer door de dubbele bacheloropleiding en het honoursprogramma.

Mastercurriculum

Het masterprogramma bestaat uit zes tracks, die sterk verbonden zijn met de bij de opleiding betrokken onderzoeksgroepen:

- Advanced Matter and Energy Physics
- Astronomy and Astrophysics
- Biophysics and Biophotonics
- Gravitation, Astro- and Particle Physics Amsterdam
- Theoretical Physics
- Science for Energy and Sustainability (joint track met de masteropleiding Chemistry).

De tracks zijn in grote lijnen als volgt opgebouwd: In het eerste jaar volgen de studenten verplichte 'core' onderdelen van 12-24 EC en keuzeonderdelen van 24-36 EC. Verder maken de studenten een keuze uit cursussen op het gebied van academische vaardigheden tot een totaal van 6 EC en doen een trackgebonden project van 6 EC. In het tweede jaar wordt het masteronderzoeksproject (60 EC) uitgevoerd. Dit onderzoeksproject wordt doorgaans uitgevoerd binnen een van de onderzoeksgroepen die aan de track verbonden zijn binnen de context van lopend onderzoek. Het onderzoeksproject bevat een literatuuronderzoek om inzicht te verkrijgen in het specifieke onderzoeksgebied, vervolgens wordt een onderzoeksplan geschreven en onderzoeksactiviteiten uitgevoerd onder directe begeleiding van (doorgaans) een postdoc of promovendus. Aan het eind van het project wordt de thesis geschreven waarin een discussie van de resultaten in relatie tot de oorspronkelijke onderzoeksvraag is opgenomen. Het project wordt afgesloten met een mondelinge presentatie. Het panel beveelt aan om in de masterthesis, in navolging van het gebruik in de bachelorthesis, een populariserende samenvatting op te nemen.

De track Advanced Matter and Energy Physics (AMEP) is bedoeld voor studenten die geïnteresseerd zijn in *condensed* en *quantum matter*. Het programma sluit aan bij het onderzoek van verschillende onderzoeksinstituten zoals het Van der Waals-Zeeman Laboratorium (WZI), Institute for Lasers, Life and Biophotonics (LaserLab), het NWO Institute for Atomic and Molecular Physics (AMOLF) en Advanced Research Center for Nanolithography (ARCNL).

De track Astronomy and Astrophysics is bedoeld voor studenten die geïnteresseerd zijn in astrofysische onderwerpen en de bij dit veld behorende onderzoeksmethodes zoals observaties, modelontwikkeling, computationele modellering en data-extractietechnieken. Het programma is verbonden aan het Anton Pannekoek Instituut voor Sterrenkunde.

De track Biophysics and Biophotonics omvat fysische aspecten van systemen op moleculaire, cellulaire schalen en ook grotere schalen zoals die van organen. Het combineert de gebieden biomedische fysica en moleculaire en cellulaire biofysica. Bij het programma van deze track zijn ook de twee grotere medische ziekenhuizen betrokken (AMC en VUmc, verenigd in het AUMC). De betrokken onderzoeksgroepen zijn Biomedical Engineering & Physics (AMC/UvA), Institute for Lasers, Life and Biophotonics (BETA, VU) en Department of Radiology and Radiotherapy (VUmc, VU).

De track Gravitation, Astro and Particle Physics Amsterdam (GRAPPA) is bedoeld voor studenten die geïnteresseerd zijn in fundamentele fysica op de subatomaire schaal en de grootste schaal (het universum) en in het bijzonder geïnteresseerd zijn in het combineren van de kennis op die twee schalen om met de grootste wetenschappelijke puzzels bezig te kunnen zijn. De GRAPPA track is nauw verbonden met de GRAPPA Research Priority Area (RPA), een samenwerking tussen het Institute of Physics (IoP) and het Anton Pannekoek Instituut. Voor experimenteel werk kunnen studenten terecht bij Nikhef, het Nederlandse Instituut voor subatomaire fysica. Docenten komen uit drie verschillende onderzoeksdisciplines: particle physics, astrophysics en theoretical physics.

De interdisciplinaire track Science for Energy and Sustainability wil master studenten opleiden die zich bewust zijn van de wetenschappelijke, technologische en sociale aspecten om duurzame oplossingen te ontwikkelen met betrekking tot energie, klimaat en duurzaamheid. Onderwerpen zijn groene chemie, biosolar cells, photovoltaics, bio-based chemie, katalyse voor duurzame energie, huidige duurzame energie technologie, management van duurzame innovatie en het project duurzame toekomst. Deelnemende onderzoeksinstituten zijn AMOLF, Energy Center Netherlands (ECN), LaserLaB en van der Waals Zeeman Institute.

De track theoretische fysica is bedoeld voor studenten die geïnteresseerd zijn in fundamentele vragen op het gebied van theoretische natuurkunde. De betrokken onderzoeksinstituten zijn Institute for Theoretical Physics (IFTA), Department of Physics and Astronomy BETA VU, Theory group Nikhef en Delta Institute for Theoretical Physics (DITP, UvA-UU-LU).

Het masterprogramma is met de zes tracks breed opgezet. De sterke verbondenheid van de tracks met actieve onderzoeksprogramma's van de UvA en de VU zorgt volgens het panel voor hoge kwaliteit. Studenten zijn erg tevreden over de breedte en de diepgang van het onderwijs in de masteropleiding. Het panel onderschrijft deze evaluatie. Er wordt voldoende aandacht besteed aan academische vaardigheden in het bijzonder met betrekking tot het schrijven van artikelen. Naar het oordeel van het panel heeft het masterprogramma een duidelijke structuur, de inhoud sluit aan op het profiel van de masteropleiding, en het curriculum bereidt de studenten in voldoende mate voor op het bereiken van de eindkwalificaties. Het panel vindt echter dat het de moeite waard zou zijn om track-overstijgende onderdelen in het curriculum te introduceren, gericht op het kunnen samenwerken in multi-disciplinaire omgevingen.

Didactiek

In de bacheloropleiding krijgt sociale binding bij aanvang van de studie veel aandacht om er zorg voor te dragen dat de studenten zich veilig voelen. Het panel heeft gezien dat deze zorg effect heeft. Uit evaluaties blijkt dat studenten zich thuis voelen in de opleiding en er wordt beschreven dat er een goede sfeer is. Het concept wordt verder versterkt door de kleinschalige organisatie van werkgroepen en het gebruik van innovatieve werkvormen bij de grotere colleges. Hierbij kan in het bijzonder het project Krijtloos worden genoemd. Dit houdt in dat docenten het bord vervangen door tablets. Het scherm en bijvoorbeeld wiskundige afleidingen verschijnen groot en duidelijk op de beamer. Daarnaast is er veel aandacht voor *blended learning*. Zo zetten docenten kennisclips in met uitleg op maat op het juiste moment. In het eerste jaar stimuleert de opleiding het bijwonen van werkcolleges door hertentamens alleen open te stellen voor studenten die voldoende werkcolleges hebben gevolgd. De opleiding is volgens het panel duidelijk student-gericht, hanteert activerend onderwijs en draagt er zorg voor dat studenten actief met hun studie bezig zijn.



De masteropleiding is sterk gericht op de ontwikkeling van de individuele student. De student kiest een track en krijgt persoonlijke begeleiding van de trackcoördinator en de begeleider van het onderzoeksproject. Hierdoor is er een sterke link tussen onderwijs en onderzoek. Van studenten wordt verwacht dat ze academische vaardigheden opdoen zoals communicatie, presentatie, schrijven, samenwerking, oordeelsvorming en ethische en maatschappelijke aspecten. Volgens het panel zijn de didactische werkvormen in lijn met de visie op de opleiding om studenten als onderzoeker op te leiden, en voelen de studenten zich voldoende begeleid en ondersteund.

Taal en internationalisering

De meeste colleges in de bacheloropleiding worden in het Nederlands gegeven, waarbij de opleiding geleidelijk de Engelse taal introduceert om studenten goed voor te bereiden op een Engelstalige masteropleiding. In de eerste twee jaar van de bacheloropleiding komen studenten in aanraking met Engelse vaktermen doordat ze Engelstalige leerboeken gebruiken. Het researchpracticum aan het eind van het tweede jaar wordt afgesloten met een voordracht en een verslag die verplicht in het Engels gesteld zijn; studenten die het Engels onvoldoende beheersen worden verplicht om advies in te winnen bij de studieadviseur om een studieplan ter verbetering van de taalvaardigheid op te stellen. Het derde jaar van de opleiding is Engelstalig om studenten in een veilige omgeving te laten wennen aan het Engels en om buitenlandse studenten (uit o.a. het Erasmus programma) toe te laten.

De masteropleiding is volledig Engelstalig. Een derde deel van de studenten komt uit het buitenland. Omdat het vakgebied Physics and Astronomy internationaal is, streeft de opleiding met het oog op de aansluiting hierbij naar een internationale leeromgeving.

Het panel vindt de keuze voor de taal waarin het onderwijs in de bachelor- en de masteropleiding plaatsvindt voldoende onderbouwd. Het is positief over het feit dat studenten in de bacheloropleiding geleidelijk kunnen wennen aan Engels als voertaal. De kwaliteit van de masteropleiding vereist dat er een internationale omgeving is, waarbij het gebruik van het Engels vanzelfsprekend is.

Studeerbaarheid

De opleiding probeert tijdens het eerste jaar van de bacheloropleiding de aansluiting met het vwo zo goed mogelijk vorm te geven. Zo worden de wiskundecolleges gedeeltelijk gegeven door actieve docenten van het vwo. Tijdens de eerste periode worden de studenten door ouderejaarsstudenten begeleid in tutorgroepen met het doel cohortvorming te stimuleren. In deze tutorgroepen wordt aandacht besteed aan de aanpassing van studenten aan het studeren in een academische omgeving, en worden de studenten getraind in academische vaardigheden.

De jaarindeling van het programma is volgens het UvA schema in twee semesters in twee blokken van acht en één van vier weken, het zogenaamde 884 systeem. De achttweekse blokken sluiten af met een tentamenweek waar twee tot drie vakken worden getentamineerd. De vierweekse blokken worden bij voorkeur ingevuld met een projectvak en slechts één tentamen. Dit systeem is door de UvA gekozen omdat dit ten goede komt aan studiesucces. De studenten die het panel heeft gesproken waren tevreden met dit systeem. De studeerbaarheid van het curriculum wordt door de studenten in orde bevonden. Het panel heeft ook geen specifieke struikelblokken gezien. De studierendementen die gepresenteerd zijn in de bijlagen bij het zelfevaluatie rapport laten zien dat het vierjarig rendement rond de 70% ligt. Dit is toegenomen ten opzichte van de vorige visitatie, en ligt boven het landelijke gemiddelde.

Ook de studeerbaarheid van de masteropleiding is volgens het panel in orde. De gemiddelde studieduur voor de masteropleiding is 2,5 jaar. Dit is naar het oordeel van het panel beter dan het landelijke gemiddelde. Studenten ervaren geen grote struikelblokken in de programmering van de opleiding. De overgang van de bachelor- naar de masteropleiding verloopt volgens studenten goed. Het eerste jaar van de opleiding bereidt studenten goed voor op het onderzoeksproject in het tweede jaar. Wel zien zij dat er soms vertraging optreedt bij de uitvoering van het masteronderzoeksproject. Dit project is in principe gebonden aan een tijdsplanning maar, niet alle begeleiders zijn even strikt

in het handhaven van de deadlines. Het panel adviseert de opleiding om dit te harmoniseren tussen de verschillende begeleiders.

Docenten

De onderwijsstaf van de opleiding bestaat uit actieve onderzoekers uit de verschillende instituten van VU en UvA. Een overzicht van de betrokken docenten, zoals aangeleverd door het opleidingsmanagement, laat zien dat er voldoende expertise ingezet kan worden op de kerngebieden van de Natuur- en Sterrenkunde. Het overzicht toont verder dat het merendeel van de betrokken docenten beschikt over een didactische kwalificatie. Ongeveer 90% van de docenten die in de bacheloropleiding doceren, is gepromoveerd; dat percentage is hoger voor de docenten in de masteropleiding (98%). De studenten zijn volgens de gegevens van de NSE enquête zeer tevreden over de kwaliteit van de docenten. De student-staf ratio in de bacheloropleiding is 20:1. De exacte student-staf ratio voor de masteropleiding is lastig te bepalen, de studenten rapporteren dat zij voldoende begeleid worden. Studenten ervaren het directe contact met de onderzoekers als stimulerend.

Bij verschillende eerste- en tweedejaarsvakken en voor het tutoraat zet de opleiding student-assistenten in. Deze assistenten worden geselecteerd op basis van onderwijsprestaties en motivatie. Zij krijgen een training van didactische coaches en ervaren werkcollegedocenten en tutores. De studieadviseur speelt een belangrijke rol in de studiebegeleiding in de bacheloropleiding. In het eerste jaar houdt de studieadviseur nauw contact met de coördinator van het vak Academische Vaardigheden en Tutoraat. In het tutoraat worden de studenten begeleid in kleine tutorgroepen van ongeveer 12-14 studenten. Tutoren helpen de beginnende studenten met het vinden van hun weg binnen de universiteit en de eerste kennismaking met academische vaardigheden. Het panel heeft gezien dat het tutoraat een belangrijke functie vervult en er onder meer zorg voor draagt dat de studenten zich thuis voelen.

Van een deel van de docenten die de masteropleiding verzorgen is Engels de moedertaal, andere docenten hebben een carrière doorlopen in een Engelstalig laboratorium en veel docenten hebben een C1 Engelse taalvaardigheidskwalificatie. Studenten hebben geen klachten over de Engelse taalvaardigheid van de docenten, wel zijn er wat opmerkingen over de taalvaardigheid van sommige assistenten. Het panel vindt de kwaliteit van de staf ruim voldoende tot goed. Tijdens het bezoek viel de grote betrokkenheid van de docenten bij studenten positief op. De studenten rapporteerden dat de sociale cohesie binnen de tracks heel groot is, maar tussen de tracks niet duidelijk aanwezig is. Het viel het panel daarbij op dat de afstemming tussen de tracks en het contact tussen docenten van de verschillende mastertracks beperkt is. Het panel denkt dat het bevorderen van meer contact tussen de tracks en het vormen van een gemeenschap op het niveau van de masteropleiding een meerwaarde kan hebben. Het raadt aan om de afstemming van het onderwijs in de masteropleiding te verbeteren. Het invoeren van trackoverstijgende onderdelen van het curriculum wordt aanbevolen, met het oog op het ontwikkelen van onderzoeksvaardigheden over disciplinaire grenzen heen. Het ontwikkelen van een groter gemeenschapsgevoel binnen de masteropleiding zou versterkt kunnen worden door middel van bijvoorbeeld docentendagen.

Faciliteiten

Tijdens het bezoek aan de opleidingen heeft het panel een korte rondleiding door het gebouw gekregen. Zowel de bachelor-als de masteropleiding hebben een sterke onderzoeksoriëntatie. Het panel heeft kunnen zien dat er voldoende en goed ingerichte practicum- en collegezalen zijn om deze oriëntatie didactisch waar te kunnen maken. De studenten zijn zeer tevreden met de faciliteiten maar vinden dat er onvoldoende studieplekken zijn voor de bachelorstudenten. De masterstudenten krijgen ruimte om te werken in de onderzoeksinstituten waarmee de gekozen track verbonden is en zijn daarover zeer tevreden. Het panel vindt de faciliteiten in het algemeen goed en beveelt aan aandacht te blijven houden voor de studieplekken voor bachelorstudenten.

Overwegingen

Het panel vindt het curriculum van de bacheloropleiding goed gebalanceerd met veel keuzemogelijkheden. Er is bovendien een groot aantal mogelijkheden voor verdieping voor excellente



en/ of ambitieuze studenten onder meer door de dubbele bacheloropleiding en het honoursprogramma. Het panel waardeert de ruime aandacht voor academische vaardigheden en de focus op de ontwikkeling van studenten tot academici. Het is positief dat er aandacht is voor ethische vraagstukken in de opleiding. De opleiding is volgens het panel studeerbaar en duidelijk student-gericht, er wordt activerend onderwijs ontwikkeld en er wordt zorg voor gedragen dat studenten zich thuis voelen en actief met hun studie bezig zijn.

Het masterprogramma is met de zes tracks breed opgezet. De sterke verbondenheid van de tracks met actieve onderzoeksprogramma's van de UvA en de VU zorgt volgens het panel voor hoge kwaliteit. Studenten zijn erg tevreden over de breedte en de diepgang van het onderwijs in de masteropleiding. Het panel onderschrijft deze evaluatie. Er wordt voldoende aandacht besteed aan academische vaardigheden, in het bijzonder met betrekking tot het schrijven van artikelen. De masteropleiding is sterk gericht op de ontwikkeling van de individuele student. Volgens het panel zijn de didactische werkvormen in lijn met de visie op de opleiding en voelen de studenten zich voldoende begeleid en ondersteund.

Het panel vindt de keuze voor de taal waarin het onderwijs in de bachelor- en de masteropleiding plaatsvindt voldoende onderbouwd. Het is positief dat studenten in de bacheloropleiding geleidelijk kunnen wennen aan Engels als voertaal. De kwaliteit van de masteropleiding vereist dat er een internationale omgeving is, zodat het gebruik van het Engels vanzelfsprekend is.

Naar het oordeel van het panel is de kwaliteit van de docentenstaf ruim voldoende tot goed, de inhoudelijke en didactische expertise is aanwezig. Tijdens het bezoek viel de grote betrokkenheid van de docenten positief op. Het panel raadt wel aan om de afstemming van het onderwijs tussen de verschillende tracks in de masteropleiding te verbeteren, door het invoeren van trackoverstijgende onderdelen in het curriculum.

Conclusie

Bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde: het panel beoordeelt Standaard 2 als 'voldoet'.

Masteropleiding Physics and Astronomy: het panel beoordeelt Standaard 2 als 'voldoet'.

Standaard 3: Toetsing

De opleiding beschikt over een adequaat systeem van toetsing.

Bevindingen

De Faculteit FNWI beschikt over een examencommissie voor de zeven opleidingen van het domein Exacte Wetenschappen en Informatie Wetenschappen. Deze overkoepelende commissie stelt haar Regels en Richtlijnen vast, definieert het beleid over toelating tot de lijst van examinatoren, en zorgt ervoor dat verzoeken voor (administratieve) ondersteuning voldoende uniform zijn. De examencommissie heeft subcommissies voor de verschillende vakgebieden, een toetscommissie en een subcommissie voor fraude- en plagiaatzaken. De opleidingen Natuur- en Sterrenkunde vallen onder de subcommissie N&S. Deze subcommissie bestaat uit vijf leden en het ambtelijk secretariaat. Deze subcommissie is vertegenwoordigd in de overkoepelende commissie, de subcommissie plagiaat en de subcommissie toetsing.

De bacheloropleiding beschikt over een toetsplan waarin de visie op toetsing, de verschillende vormen van toetsing, de organisatie van toetsing, de beoordeling en de borging van de kwaliteit en beschreven is. Ook de masteropleiding beschikt over een toetsplan, waarin de verschillende vormen van toetsing, de organisatie van de toetsing, de beoordeling en de borging van de kwaliteit beschreven is. Toetsen worden door de docent samengesteld met de hulp van een toetsmatrijs, waarin wordt aangegeven hoe de vragen zich verhouden tot de leerdoelen van het vak. Cursussen kunnen worden beoordeeld aan de hand van een schriftelijk tentamen, een presentatie, een schriftelijk rapport, of een combinatie daarvan. Voor elk vak zijn de vorm van toetsing en de

beoordelingscriteria, naast de leerdoelen en overige vakinformatie en regels, gedefinieerd in een studiewijzer. Elk vak heeft een vakdossier, dat wordt bijgehouden door de docenten. Dit dossier bevat de toetsen, het antwoordmodel en de rapportage van de verplichte peer-review van deze toetsen.

Het panel vindt dat de opleidingen over een adequaat toetsingsbeleid beschikken en een goed uitgewerkt toetsplan. De validiteit van de toetsing is naar het oordeel van het panel in orde. Er wordt een assortiment aan toetsen ingezet die in lijn zijn met de leerdoelen van het vak. Het panel heeft gezien dat het vierogenprincipe wordt toegepast bij de samenstelling van de toetsen en dat daarvan verslag gedaan wordt in de toetsdossier. De transparantie is voldoende gewaarborgd door de studiewijzers die bij elk vak aan de studenten ter beschikking worden gesteld.

Het bachelorproject wordt beoordeeld door twee onafhankelijke examinatoren aan de hand van een standaard beoordelingsformulier. Dit beoordelingsformulier bevat een aantal categorieën waarop de uitvoering, het verslag en de presentatie worden beoordeeld. Op het beoordelingsformulier vermelden de twee examinatoren de (deel)cijfers met betrekking tot deze categorieën die zij in overleg hebben afgestemd. Alle scripties en verslagen worden door de eerste examiner of de projectcoördinator elektronisch op plagiaat gecontroleerd. Bij een vermoeden van plagiaat wordt de examencommissie ingeschakeld. Het panel heeft vijftien bachelorscripties met de bijbehorende beoordelingsformulieren bestudeerd. Het viel het panel op dat het niet in alle gevallen navolgbaar is hoe het cijfer voor een bachelorscriptie tot stand gekomen is. De kwalitatieve motivering van de cijfers ontbreekt soms, de mate waarin de deeltcijfers meewegen in het eindcijfer is niet duidelijk en in de beoordeling zijn waarschijnlijk aspecten, zoals de mate van zelfstandigheid waarmee de student het project heeft uitgevoerd, meegenomen die zonder kwalitatieve motivering voor het panel niet controleerbaar zijn.

Het panel vond de beoordeling en beoordeling niet in alle gevallen navolgbaar. Dit onderwerp is besproken tijdens het interview met de docenten en de examencommissie, die hebben toegelicht dat in de beoordeling het uitgevoerde werk ook meetelt. Het eindcijfer is een reflectie van een aantal onderdelen, namelijk uitvoering, verslaglegging en presentatie. Dit zou naar het oordeel van het panel toch duidelijker in het beoordelingsformulier gespecificeerd en toegelicht moeten worden. Het panel beveelt aan om het beoordelingsformulier aan te passen en er op toe te zien dat er een tekstuele onderbouwing van de beoordeling gegeven wordt en dat de eindbeoordeling is gebaseerd op deel-beoordelingen met duidelijk aangegeven gewichten. Verder heeft het panel tijdens het bezoek gesproken met de examencommissie over de mogelijkheid om de planning mee te wegen in de beoordeling. Het panel is van mening, dat studenten die niet in staat zijn hun project binnen de daarvoor gestelde tijd af te ronden een lager cijfer kunnen verdienen dan studenten die daartoe wel in staat zijn.

Het panel heeft ook vijftien masterscripties en hun beoordelingsformulieren bekeken. De opmerkingen over de transparantie van de beoordeling gelden ook voor de masterscriptie. Tijdens het bezoek lichtte de examencommissie toe dat zij er op let dat de motivatie voor het cijfer in het beoordelingsformulier is opgenomen, maar blijkt dat hier nog verbetering mogelijk is. Het panel beveelt aan te overwegen om *rubrics* op te nemen in de beoordelingsformulieren en de examinatoren nogmaals te instrueren dat de cijfers gemotiveerd moeten worden.

De examencommissie voert maandelijks een steekproef uit van een aantal schriftelijke toetsen, dan wel bachelor-, of master scripties, waarbij gecheckt wordt of de beoordeling aan de criteria voldoet. Zo worden jaarlijks 30% van de verplichte vakken en ten minste 10% van de scripties onderzocht.

Het panel is van oordeel dat de examencommissie haar taken gedegen uitvoert. Het aantal toetsen en scripties dat jaarlijks gecheckt wordt is aanzienlijk. De examencommissie borgt de kwaliteit van de toetsing adequaat. Wel beveelt het panel aan om de beoordelingsformulieren voor de bachelor- en de masterscripties nogmaals kritisch te bezien om de transparantie van de beoordeling te verbeteren.



Overwegingen

Het panel vindt dat de opleidingen over een adequaat toetsingsbeleid beschikken en een goed uitgewerkt toetsplan. De validiteit van de toetsing is naar het oordeel van het panel in orde. Er wordt een assortiment aan toetsen ingezet die in lijn zijn met de leerdoelen van het vak. Het panel heeft gezien dat het vier ogen principe wordt toegepast bij de samenstelling van de toetsen en dat daarvan verslag gedaan wordt in de toetsdossier. De transparantie is voldoende gewaarborgd door de studiewijzers die bij elk vak aan de studenten ter beschikking worden gesteld.

De examencommissie voert haar taken gedegen uit en borgt de kwaliteit van de toetsing op een adequate wijze. Wel beveelt het panel aan om de beoordelingsformulieren voor de bachelor- en de masterscripties nogmaals kritisch te bezien om de transparantie van de becijfering te verbeteren. Het panel adviseert ook om te overwegen de tijdigheid van afronding van de scriptie in de becijfering mee te wegen.

Conclusie

Bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde: het panel beoordeelt Standaard 3 als 'voldoet'.

Masteropleiding Physics and Astronomy: het panel beoordeelt Standaard 3 als 'voldoet'.

Standaard 4: Gerealiseerde leerresultaten

De opleiding toont aan dat de beoogde leerresultaten zijn gerealiseerd.

Bevindingen

De opleiding heeft in een overzicht aangegeven hoe de beoogde leerresultaten worden gedekt door de verschillende cursusonderdelen in de bacheloropleiding en in de verschillende tracks van de masteropleiding. Het panel heeft deze overzichten goed bekeken en heeft vastgesteld dat de bachelor- respectievelijk de masterstudenten die de programma's met alle onderdelen met goed gevolg doorlopen hebben de beoogde leerresultaten bereikt hebben.

Daarnaast heeft het panel vijftien bachelorscripties en vijftien masterscripties inclusief het beoordelingsformulier bestudeerd om te checken of deze eindwerken laten zien dat de studenten het minimum van de opleidingen hebben bereikt. Bij twee van de geselecteerde vijftien bachelorscripties had het panel enige aarzeling. Het zou op basis van de rapporten die het gezien heeft tot een lagere beoordeling komen. Om er zeker van te zijn dat deze twee scripties tot de uitzondering behoren heeft het panel nog vijf extra scripties bekeken. Met de beoordeling van deze scripties kon het panel instemmen. De scripties tonen dat de studenten beschikken over theoretische kennis en inzicht in de Natuur- en Sterrenkunde, in staat zijn problemen op het terrein van de fysica te analyseren, onderzoek kunnen doen en het resultaat daarvan kunnen presenteren.

De meerderheid van de afgestudeerde bachelorstudenten (71%) stroomt door naar de masteropleiding Physics en Astronomy, een deel stroomt door naar een andere masteropleiding van de UvA/VU (het merendeel Mathematics). De afgestudeerden van de bacheloropleiding voelen zich goed voorbereid op de masteropleiding, met name wat betreft de vakinhoudelijke kennis en academische vaardigheden. Het panel is van oordeel dat de opleiding in voldoende mate heeft aangetoond dat de beoogde leerresultaten zijn bereikt.

Het panel heeft ook een selectie van vijftien masterscripties bestudeerd. In de selectie waren scripties van de verschillende tracks opgenomen alsook een gewogen verdeling naar eindcijfer, zodat zowel scripties met een hoge beoordeling als scripties met een lage en met een gemiddelde beoordeling in de selectie waren opgenomen. Het panel kon zich over het algemeen vinden in de cijfers die aan de scripties waren toegekend, het zou sommige scripties iets lager en andere iets hoger hebben beoordeeld. Maar alle scripties voldeden aan het niveau dat verwacht mag worden van een masterscriptie. Een aantal scripties overtroffen dit niveau in ruime mate. De scripties laten zien dat

de studenten in staat zijn onderzoeksvragen te formuleren op het terrein van hun specialisatie, weten hoe het onderzoek aangepakt en uitgevoerd moet worden en in staat zijn daarover te rapporteren. De scripties getuigen van diepgaande kennis en inzicht in de gekozen specialisatie.

Een groot deel van de afgestudeerde masterstudenten gaat door met een promotietraject, de anderen vinden snel posities buiten de academische wereld. Alumni zijn, volgens onderzoek dat gepresenteerd is in het zelfevaluatie-rapport, zeer tevreden over hun opleiding. Ze vinden dat ze goed voorbereid zijn voor hun eerste baan na het afstuderen. Deze evaluatie is bevestigd door de alumni die het panel tijdens het bezoek heeft gesproken.

Overwegingen

Het panel is van oordeel dat de bachelor- en de masteropleiding in voldoende mate hebben aangetoond dat de beoogde leerresultaten zijn bereikt. Het niveau van de bachelorscripties is in orde. Het niveau van de masterscripties is naar het oordeel van het panel goed. De bacheloropleiding bereidt de studenten goed voor op het vervolgen van hun studie in de masteropleiding. De alumni van de masteropleiding zijn tevreden over hun opleiding en voelen zich goed voorbereid op het vervolgen van de studie in een promotietraject of voor een baan buiten de academische wereld.

Conclusie

Bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde: het panel beoordeelt Standaard 4 als 'voldoet'.

Masteropleiding Physics and Astronomy: het panel beoordeelt Standaard 4 als 'voldoet'.

ALGEMEEN EINDOORDEEL

Het panel oordeelt dat de bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde van de UvA en de VU aan de vier standaarden voldoet. Het panel adviseert derhalve positief over de heraccreditatie van de opleiding.

Het panel oordeelt dat de masteropleiding Physics and Astronomy van de UvA en de VU aan de vier standaarden voldoet. Het panel adviseert derhalve positief over de heraccreditatie van de opleiding.

Conclusie

Het panel beoordeelt de *bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde* als 'positief'.

Het panel beoordeelt de *masteropleiding Physics and Astronomy* als 'positief'.



BIJLAGEN

BIJLAGE 1: DOMEINSPECIFIEK REFERENTIEKADER

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 een update van het in de onderwijsvisitatie 2013 gebruikte referentiekader. Het leunt sterk op het document 'Reference points for the design and delivery of degree programmes in physics' (2009), geproduceerd in het kader van het Tuning Project², en is waar nodig aangevuld met informatie uit het document 'A European Specification for Physics Bachelor Studies' van de European Physical Society (2009). Ten opzichte van het in 2013 gebruikte referentiekader zijn de volgende verbeteringen doorgevoerd: (1) voor de indeling van de eindtermen is nu gekozen voor de vijf Dublin descriptoren die ook bij veel andere opleidingen worden gebruikt, (2) de omschrijving van enkele eindtermen is aangepast, (3) de competentie 'estimation skills' en 'lifelong learning' zijn toegevoegd.

De eindtermen zijn geformuleerd in termen van competenties van de afgestudeerde. Dit leidt tot daarop gebaseerde eisen aan het curriculum, namelijk aan welke kennis en vaardigheden in het curriculum aandacht moet 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

Voor de bacheloropleidingen natuurkunde, sterrenkunde en technische natuurkunde zijn de eindkwalificaties die in het Tuning Physics (2008) document worden genoemd over de gebruikelijke vijf Dublin descriptoren verdeeld. Hierbij is steeds gekozen voor de indicator met het hoogste niveau of het meeste gewicht. Om aansluiting te houden met de eerder genoemde documenten worden de eindkwalificaties hier in het Engels omschreven. Het getal in de tweede kolom toont de prioritering uit het Tuning Physics document. De vaardigheid 'Estimation Skills' is samengevoegd met de daaraan verwante vaardigheid 'Problem solving skills' (prioritering 1 en 5). De drie kleuren duiden het type competentie, en wel op de volgende manier: lichte kleur = kern curriculum, middelste tint = bekendheid met natuurkundig onderzoek, donkere kleur = algemene vaardigheden.

² In mei 2018 is een nieuwe versie van het Tuning document gepubliceerd, als onderdeel van het CALOHEE project (<https://www.calohee.eu/>). Hierin is voor een andere opzet gekozen (negen 'disciplines', die elk zijn onderverdeeld in 'knowledge', 'skills' en 'wider competences'). De samenstellers van het huidige referentiekader hebben de voorkeur gegeven aan de structuur van het 2008 rapport, maar waar aanvullend, elementen van het nieuwe document mee genomen.



(A) KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING

	Rating of importance	Specific competence	Description. On completion of the degree course, the student should
A1	3	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).
A2	7	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.

(B) APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING

		Specific competence	Description. On completion of the degree course, the student should
B1	1, 5	Problem solving skills, Estimation skills	be able to frame, analyze and break down a problem in phases defining a suitable algorithmic procedure; 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.
B2	6	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.
B3	2	Mathematical skills	be able to understand and master the use of the most commonly used mathematical and numerical methods.
B4	4	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.
B5		Computer skills	be able to use appropriate software, programming language, computational tools and methods in physical and mathematical investigations.
B6	8	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.

(C) JUDGEMENT

C1	11	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; be able to organize the personal learning process, evaluate personal work, consult experts for information (e.g. about further studies and career opportunities) and support when appropriate; have had the opportunity to take courses that prepare for teaching physics at secondary schools and to take courses on interdisciplinary aspects of science.
C2	12	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.
C3	13	Ethical awareness (relevant for physics)	be objective, unbiased and truthful in all aspects of their work and recognise the limits of their knowledge; appreciate that to fabricate, falsify or misrepresent data or to commit plagiarism constitutes unethical scientific behaviour; be able to conduct processes of decision making and inspect the consequences of actions taking into account principles, norms, values and standards both from a personal and a professional standpoint.

(D) COMMUNICATION

D1	15	Communication skills	be able to listen carefully and to present difficult ideas and complex information in a clear and concise manner to a professional audience.
D2	14	Language skills	have developed a sound skill for reading technical English; have had the opportunity to develop skills in writing and presenting in technical English.

(E) LEARNING

E1	9	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.
E2	10	Learning ability	have developed those learning skills that are necessary for them to continue to undertake further study with a high degree of autonomy.



BIJLAGE 2: BEOOGDE LEERRESULTATEN

Bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde

De afgestudeerde:

1. Heeft een gedegen theoretische en praktische basiskennis van de natuur- en sterrenkunde, met inbegrip van de daarvoor noodzakelijke wiskundige beschrijvingswijze;
2. Is in staat om zelfstandig nieuwe vakkennis en vaardigheden te verwerven en deze te integreren met al opgedane kennis en vaardigheden;
3. Is vertrouwd met het kwantitatieve karakter van de natuurkunde, c.q. sterrenkunde, en met de wetenschappelijke methoden die binnen het kader van de natuurkunde, c.q. sterrenkunde, gebruikt worden;
4. Heeft kennis gemaakt met het doen van wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de natuur- en sterrenkunde, en is in staat zelfstandig een klein onderzoeksproject te verrichten;
5. Heeft zich voldoende breed kunnen oriënteren om een verantwoorde keuze te maken voor een vervolgopleiding of de arbeidsmarkt;
6. Heeft inzicht in de plaats en het belang van de natuurkunde, c.q. sterrenkunde, in een bredere wetenschappelijke, wijsgerige of maatschappelijke context.

Algemene academische vaardigheden

De afgestudeerde:

7. Heeft een zelfstandige, wetenschappelijk kritische werkwijze en houding;
8. Is in staat om mondeling en schriftelijk te rapporteren over wetenschappelijke resultaten en toepassingen daarvan aan specialisten of niet-specialisten;
9. Kan informatie zoeken en verwerken;
10. Beheerst programmeervaardigheden die aansluiten bij de gekozen specialisatie;
11. Kan werken in teamverband en heeft ervaring met projectmatig werken;
12. Heeft een goede basis voor een opleiding tot leraar.

De opleiding besteedt aandacht aan:

13. de persoonlijke ontplooiing van de student;
14. de ethische aspecten van het vakgebied;
15. het bevorderen van de uitdrukkingsvaardigheid van de studenten.

Masteropleiding Physics and Astronomy

1. The graduate of the Master's programmes Physics and Astronomy, Physics, Astronomy & Astrophysics:
 - a. has a thorough theoretical and practical knowledge of modern physics/astronomy, including the knowledge of other disciplines required for that purpose;
 - b. has a thorough knowledge of theoretical and/or experimental methods and research experience in at least one sub-area within the physics/astronomy discipline;
 - c. is able to become acquainted with other sub-areas of the physics/astronomy discipline within a reasonable period of time;
 - d. is able to formulate a research plan based on a realistic problem definition within the physics/astronomy discipline;
 - e. is able to analyse and formulate research results and to draw conclusions;
 - f. is able to write a scientific report or an internationally accessible scientific publication and to participate in discussions on (specialised) topics in the field of study;
 - g. is able to consult international professional literature in the relevant sub-areas and to apply the knowledge gained from that;
 - h. is able to apply one's knowledge of physics/astronomy in a broader (multidisciplinary) context;
 - i. is employable in those positions for which knowledge and research skills in the field of physics/astronomy are a prerequisite;
 - j. has sufficient knowledge of, and insight in the social role of physics/astronomy to make a sound choice regarding one's own profession, as well as in the exertion of this profession;

k. is able to cooperate with other people, to convey knowledge to other people, and to give a presentation both to discipline specialists and to a broader audience.

2. Students selecting an experimental or observational Master's programme must be able to independently conduct experiments, or devise observations and the corresponding controls, conducting and evaluating these within a given period of time.

In addition, each graduate in the programme curriculum:

- is able to compare and incorporate obtained research results and conclusions within the framework of the results of other scientists;
- is able to form a vision on the development of scientific research in the field of physics/astronomy;
- is able to quantitatively and qualitatively analyse physics/astronomy processes, to incorporate data in existing or new models and to present the results at various levels of abstraction.

3. In addition to paragraph 1 and 2, the student who has completed the track Advanced Matter and Energy Physics has obtained the following track-specific qualifications:

a. a well-founded knowledge of the theoretical background behind experimental physics in the sub-disciplines: (hard and soft) condensed matter physics; atomic and laser physics;

b. a well-founded knowledge of experimental approaches of relevance in modern research into at least one of the following research fields:

- emergent materials, strongly correlated electron systems and unconventional superconductivity;
- energy materials and processes for (solar) energy conversion;
- complex liquids, granular and soft bio-matter;
- high-precision laser spectroscopy, ultracold quantum gases, quantum information
- and simulation with ultracold atoms.

c) proficiency in applying the theoretical knowledge learned to enable the interpretation of the results from experimental work - executed by the graduate at least in part as an independent investigator able to do guided research - in a research project in a field within or close to those given in section b above.

4. In addition to paragraph 1 and 2, the student who has completed the track Gravitation, Astro- and Particle Physics (GRAPPA) has obtained the following track-specific qualifications:

a. a well-founded theoretical knowledge in particle physics and/or astroparticle physics and/or cosmology;

b. a well-founded knowledge of experimental or theoretical approaches in at least one of the following research fields:

- Standard Model and Beyond the Standard Model Physics;
- Cosmology;
- Dark Matter;
- Gravitational Waves and tests of Gravity;
- Cosmic Messengers;
- (Astro-)Particle Physics Detector R&D.

5. In addition to paragraph 1 and 2, the student who has completed the track Biophysics and Biophotonics (formerly called Physics of Life and Health) has obtained the following trackspecific qualifications:

a. a well-founded knowledge of the physics background behind processes on a cellular or organ level
b. a well-founded knowledge of experimental or simulation approaches into at least one of the following research fields:

- Novel imaging modalities;
- Novel therapeutic applications;
- Cellular biophysics;
- Organ biophysics;

c. proficiency in applying the theoretical knowledge learned to enable the interpretation of the results from experimental work - executed by the graduate at least in part as an independent, principal investigator - in a research project in a field within or close to those given in section b above.

6. In addition to paragraph 1 and 2, the student who has completed the track Science for Energy and Sustainability has obtained the following track-specific qualifications:

- a. a thorough knowledge of the scientific, technological and societal challenges for our future associated with energy and sustainability problems;
- b. proficiency in analysing and evaluating the current energy and sustainability problems;
- c. proficiency in applying the acquired theoretical and practical insights in day-to-day practice at an institution, company or organization, strongly focused on providing scientific solutions to current and future energy and sustainability problems;

7. In addition to paragraph 1 and 2, the student who has completed the track Theoretical Physics has obtained the following track-specific qualifications:

- a. a well-founded and working knowledge of Quantum Field Theory for particle physics as well as many body physics;
- b. a thorough knowledge of the fundamental aspects in modern statistical physics and condensed matter theory;
- c. the student is informed about basic theoretical concepts as second quantization, path integrals;
- d. the student is capable of finding the appropriate theoretical framework for a wide range of physics problems.

8. In addition to paragraph 1 and 2, the student who has completed the track Astronomy and Astrophysics has obtained the following track-specific qualifications:

a well-founded knowledge of experimental or theoretical approaches in at least one of the following research fields:

- X-ray binaries and compact objects
- Gamma ray bursts and radio transients
- Advanced instrumentation
- Planet and star formation.

9. In addition to paragraph 1, the student who has completed the track Science, Business & Innovation has obtained the following track-specific qualifications:

- a. a thorough knowledge of the specific natural scientific and social scientific aspects of business innovation trajectories in the area of human life and health care (track Life & Health) or in sustainable energy technology (track Energy & Sustainability);
- b. a proficiency in analyzing and solving problems with respect to business innovation trajectories in drug development and health diagnostic instruments (track Life & Health) or in sustainable energy technology (track Energy & Sustainability);
- c. a proficiency in applying the acquired theoretical and practical insights in day-to-day practice at an institution, company or organization, strongly focused on providing natural science- and social science-based solutions that enable business innovation trajectories in drug development and health diagnostic instruments (track Life & Health) or in sustainable energy technology (track Energy & Sustainability).

BIJLAGE 3: OVERZICHT VAN DE PROGRAMMA'S

Bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde

Hieronder volgt een schematische weergave van het curriculum.

BACHELOR NATUUR- EN STERRENKUNDE 2018-2019

	periode 1 september/ oktober	periode 2 november/ december	periode 3 januari	periode 4 februari/ maart	periode 5 april/ mei	periode 6 juni
J A A R 1	Wiskunde 1A (3 EC)	Wiskunde 1B (3 EC)	Wiskunde 1C (3 EC)	Wiskunde 1D (6 EC)	Quantumfysica 1 (6 EC)	project natuurkunde/ sterrenkunde 1 (4 EC)
	Speciale relativiteitstheorie/ klassieke mechanica 1 (6 EC)	Sterrenkunde 1 (6 EC)				
	Natuurkunde en Sterrenkundepracticum 1A (3 EC)					
	Inleiding programmeren voor Natuur- en Sterrenkunde (3 EC)					
	Academische vaardigheden (2 EC)					
J A A R 2	Wiskunde N2 (6 EC)				Speciale relativiteitstheorie/elektrodynamica (6 EC)	Research Practicum (3 EC)
	Klassieke mechanica 2/Quantum mechanics (6 EC)				Programmeren voor Natuur- en sterrenkunde (3 EC)	
	Keuzevakken *Astrofysica *Gecondenseerde materie 1 *Microscopie en spectroscopie *Modelleren, programmeren en simuleren	Thermische fysica (6 EC)	Natuurkunde en sterrenkunde practicum 2 (3 EC)	Keuzevakken * Planetary systems * Inleiding in de elementaire (astro) deeltjesfysica * Fundamentals of photonics	Statistische fysica (6 EC)	Reflectie op Natuurkunde (3 EC)
	Oriëntatie jaar 2 en 3 (3 EC)					
J A A R 3	Keuzevakken *Photosynthesis (E,Pol) *Medische beeldvorming (Pol) *Introduction to cosmology (A,T,P) *Electronics and signal processing (alle thema's) *Advanced quantum physics (LM,T,P)	Keuzevakken *Physics of Energy: sun, water, wind and storage (E) *Mechanics and thermodynamics in the cell (Pol) *Mathematical methods (T) *Introductie medische beeldbewerking (Pol) *Fluids and soft matter (SC) *Atomic physics (LM,T)	Workshops Physics and Astronomy (6 EC)	Keuzevakken *Advanced electrodynamics and special relativity (T,P,LM) *Condensed matter 2 (SC) *Standard model of elementary particles (P) *Black holes and compact stars A)	Bachelorproject Natuur- en Sterrenkunde (15 EC)	
	Astronomical observation lab (A)					
	Oriëntatie jaar 2 en 3 (3 EC)					
	Thema's keuzevakken jaar 3: Particle physics (P), Light & matter (LM), Soft & condensed matter (SC), Astronomy (A), Physics of life (Pol), Energy (C), Theory (T)					



Masteropleiding Physics and Astronomy

Hieronder volgt een schematische weergave van de track Advanced Matter and Energy Physics.

Period	Course	Type	EC
1	Statistical Physics and Condensed Matter Theory 1	c*	6
1	Emergent Energy Materials	c	6
2	Bose Einstein Condensates	e	6
2	Soft Condensed Matter & Biological Physics	c	6
2	Superconductivity	e	6
2	Quantum Optics	c	6
3	Mathematica for Physicists	e	6
4	Hydrodynamics	c	6
4	Statistical Mechanics of Soft Matter	c*	6
4	Photovoltaics	e	6
4	Ultra-fast Laser physics	e	6
5	Fermi Quantum Gasses	e	6
5	Nano-photonics	e	6
5	Photosynthesis and Energy	e	6
5	Soft and Porous Matter	e	6
5	Surface and Interface Science	e	6
6	Science and Technology of Nano-lithography	e	6
All periods	Academic Skills course(s) or Individual Project	c	3+3 or 6
All periods	Free electives	e	12
All periods	Small Research project	c	6
Year 2	Research project	c	60

c = compulsory, 18 EC required.

c*= compulsory statistical physics. Students should follow 6 EC of Stat. Phys.

e= elective courses; 12 EC minimum from the elective courses.

12 EC Free electives (also non-physics)

6 EC academic skills

6 EC for a small project.

60 EC research project in year 2.

Hieronder volgt een schematische weergave van de track Astronomy and Astrophysics.

Period	Course	Type	EC
1-2	Stellar Atmospheres and Radiative Transfer	c	6
1	Open Problems in Modern Astronomy	c	3
1	Basic Linux and Coding	e*	3
1	General Relativity	e*	3
1	Particle Physics 1	e	6
2	Statistical Methods for the Physical Sciences	c	6
2	Cosmology	e*	6
2	Particle Cosmology	e	6
3	Advanced Statistics	e	3
3	Programming C++	e	3
4	Structure and Evolution of Stars	c	6
4	Space Instrumentation	eAlt*	6
4-5	Interstellar and Circumstellar Matter	eAlt*	3
4	Star- and Planetformation	eAlt*	6
4	Astroparticle Physics	e	6
5	Radio Astronomy	eAlt*	6
5	Astronomical Interferometry	eAlt*	6
5	Fluid Dynamics	eAlt*	6
5	Gravitational Waves	e*	3
5	HEA: Accretion onto Compact Objects	eAlt*	6
5	HEA: Radiative Processes	eAlt*	6
6,1,2	Observation project	e*	6
All periods	Academic Skills course(s) or Individual Project	c	3+3 or 6
All periods	Free electives	e	12
Year 2	Research project	c	60

e = elective courses, 18 EC required (popular choices marked by e*, elective in alternating years marked by Alt).

c = compulsory, 24 EC required, with 1 compulsory project

6 EC academic skills or individual project (year 1);

60 EC research project (in year 2).



Hieronder volgt een schematische weergave van de track Biophysics and Biophotonics.

Period	Course	Type	EC
1	Light-tissue interaction	c	6
1	Physics of organs I	e	6
1	Biomedical modelling and simulation	e	6
2	Soft condensed matter and biophysics	c	6
2	Stochastic simulation	e	6
2	Advanced medical image processing	e	6
3	Mathematica for physicists	e	3
3	Entrepreneurship for physicists	as	6
4	Hydrodynamics	e	6
4	Dynamics of biomolecules and cells	e	6
4	Parameter estimation applied to medical and bio. sci.	e	6
4	Statistical mechanics of soft and living matter	e	6
5	Tracer kinetic modeling	e	6
5	Nanophotonics	e	6
5	Advanced 3D & 4D medical imaging	e	6
6	Advanced MRI	p	3
6	Laboratory challenge	p	3
6	Advanced spectroscopy	p	6
AY	Scientific writing in English	as	3
Year 2	Research project(s)	c	60

c = compulsory (12 EC);

e = elective, 24 ECTS required;

p = track-specific compulsory project;

as = recommended academic skills.

Hieronder volgt een schematische weergave van de track Gravitation, Astro-, and practice Physics Amsterdam.

Period	Course	Type	EC
1	General Relativity	c	6
1	Particle Physics 1	c	6
1	Statistical Data Analysis	e*	6
1	Open Problems in Modern Astrophysics	e	3
1	Basic Linux and Coding	e	3
2	Quantum Field Theory	e*	6
2	Cosmology	c	6
2	Disks & Accretion	e	6
2	Structure and Evolution of Stars	e	6
3	Quantum Field Theory extension	e	3
3	Programming C++	e*	3
3	Advanced Cosmology	e	3
3	Advanced Statistics	e	3
4	Particle Detection A	e	3
4	Extreme Astrophysics	e	6
4	Astroparticle Physics	c	6
4	Particle Physics 2	c	6
4	Flavour Physics and CP Violations	e	3
5	Particle Detection B	e	3
5	Beyond the Standard Model	e*	6
5	Gravitational Waves	e*	3
5-6	Nikhef Project	c	6
6	GRAPPA Student Seminar	c	6
All periods	Academic Skills course(s) or Individual Project	c	3+3 or 6
All periods	Free electives	e	12
Year 2	Research project	c	60

e = elective courses, 18 EC required (popular choices marked by e*).

c = compulsory, 24 EC required, with 1 compulsory project

6 EC academic skills or individual project (year 1);

60 EC research project (in year 2).



Hieronder volgt een schematische weergave van de track Science for Energy and Sustainability.

Period	Course	Type	EC
1	Biosolar Cells	e	6
1	Emergent Energy Materials	e	6
1	Environmental Chemistry	e	6
1	Green Chemistry	e	6
2	Energy and Climate Change: Science, Policy and Economics	e	6
2	Open Innovation in Science and Sustainability	e	6
2	Management of Sustainable Innovation	e	6
2	Superconductivity	e*	6
2	Soft condensed matter and biological physics	e*	6
3	Heterogeneous Catalysis	e	6
3	Mathematica for Physicists	e*	6
3	Entrepreneurship for Physicists	e*	6
3-6	<i>MINOR TESLA</i>	e*	30
4	Photovoltaics	e	6
4	Catalysis for Sustainable Energy	e	6
4	Current Sustainable Energy Technology	c	6
5	Homogeneous Catalysis	e	6
5	Organic Photovoltaics	e	6
5	Photosynthesis and Energy	e	6
5	Surface and Interface Science	e*	6
6	Project Sustainable Future	c	6
All periods	SFES project, short research project	c	6
All periods	Academic Skills course(s) or Individual Project	c	3 + 3 or 6
Year 2	Research project(s)	c	60 or 36 + 24

e = elective, 24 ECTS required. Courses marked with * are popular.

c = compulsory, 24 ECTS required: 12 ECTS courses and 6 ECTS academic skills course(s) or individual project (research for society, outreach, business challenge) and 6 ECTS short research project (lab research, literature thesis or applied research outside academia).

Hieronder volgt een schematische weergave van de track Theoretical physics.

Period	Course	Type	EC
1	Statistical Physics and Condensed Matter Theory 1	c	6
1	General Relativity	e*	6
1	Particle Physics 1	e	6
2	Quantum Field Theory	c	6
2	Group Theory	e*	6
2	Cosmology	e*	6
2	Bose Einstein Condensates	e	6
2	Quantum Optics	e	6
3	Quantum Field Theory extension	e	3
3	Statistical Physics and Condensed Matter Theory 1 extension	e*	3
3	Advanced Cosmology	e*	3
3	Advanced Statistics	e*	3
4	Mathematical Methods	e*	6
4	Advanced Quantum Field Theory	e*	6
4	Statistics of Soft and Living Matter	e*	6
4	Hydrodynamics	e	6
4	Astroparticle Physics	e	6
4	Particle Physics 2	e	6
4	Flavour Physics and CP Violations	e	3
4-5	Field Theory in Particle Physics	e*	6
4-5	Topology in Physics	e*	6
4-5	Quantum Computation	e	6
4-5	Quantum Information	e	6
5	Statistical Physics and Condensed Matter Theory 2	e*	6
5	String Theory	e*	6
5	Advanced Numerical Methods	e*	6
5	Fermi Quantum Gasses	e	6
5	Beyond the Standard Model	e	6
5	Gravitational Waves	e	3
6	Field Theory in Particle Physics extension	e*	3
6	String Theory extension	e*	3
6	Advanced Computation in Condensed Matter	e*	3
All periods	Academic Skills course(s) or Individual Project	c	3+3 or 6
All periods	Free electives	e	12
Year 2	Students Seminars	c	6
Year 2	Research project	c	60
Year 2	Advanced Topics	e	6

e* = core theory elective courses, 21 EC required (popular choices marked by e*).

c = compulsory, 87 EC required: 15 EC courses (year 1); 6 EC academic skills or individual project (year 1); 6 EC student seminar (year 2); 60 EC research project (6 EC in year 1, and 54 EC in year 2).



BIJLAGE 4: BEZOEKPROGRAMMA

DAG 1 DINSDAG 25 JUNI 2019

09.30	09.45	Ontvangst
09.45	11.15	Vorbereidend overleg panel
11.15	12.15	Interview opleidingsmanagement bachelor + master
12.15	12.45	Lunch
12.45	13.15	Inloopspreekuur
13.15	14.00	Rondleiding
14.00	14.15	Uitloop
14.15	15.00	Interview studenten bachelor
15.00	15.15	Pauze
15.15	16.00	Interview docenten bachelor
16.00	16.30	Pauze
16.30	17.30	Interview studenten + alumni master

DAG 2 WOENSDAG 26 JUNI 2019

09.00	09.30	Intern overleg
09.30	10.15	Interview docenten master
10.15	10.30	Pauze
10.30	11.15	Interview examencommissie
11.15	11.45	Intern overleg
11.45	12.30	Eindgesprek met formeel verantwoordelijken
12.30	14.30	Opstellen oordelen (incl. lunch)
14.30	15.15	Ontwikkelgesprek
15.15	15.30	Uitloop / transfer naar zaal
15.30	15.45	Mondelinge rapportage voorlopig oordeel
15.45	16.00	Afronding

BIJLAGE 5: BESTUDEERDE EINDWERKEN EN DOCUMENTEN

Het panel heeft twintig eindwerken bestudeerd van de bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde en vijftien eindwerken van de masteropleiding Physics and Astronomy. De gegevens van de eindwerken zijn bekend bij QANU en zijn op aanvraag beschikbaar.

Het panel heeft tijdens het bezoek onder meer de volgende documenten bestudeerd (deels in *hard copy* en deels via de elektronische leeromgeving):

- Handleiding practicum
- Beroepsoriëntatiegids
- Handleiding academische vaardigheden
- Studieboeken
- Selectie van zeven mastervakken
- Selectie van vier bachelorvakken
- Jaarverslagen van de opleidingscommissie en de examencommissie
- Toetsplan van de masteropleiding
- Toetsplan van de bacheloropleiding
- Folders over de tracks in de masteropleiding

