

BACHELOROPLEIDING STERRENKUNDE

FACULTEIT WISKUNDE EN NATUURWETENSCHAPPEN

UNIVERSITEIT LEIDEN

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: Q0727

© 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 BACHELOROPLEIDING STERRENKUNDE VAN DE UNIVERSITEIT LEIDEN	5
ADMINISTRATIEVE GEGEVENS VAN DE OPLEIDING	5
ADMINISTRATIEVE GEGEVENS VAN DE INSTELLING	5
SAMENSTELLING VAN HET PANEL.....	5
WERKWIJZE VAN HET PANEL	6
SAMENVATTEND OORDEEL VAN HET PANEL	9
BEHANDELING VAN DE STANDAARDEN UIT HET BEOORDELINGSKADER VOOR DE BEPERKTE OPLEIDINGSBEOORDELING	11
BIJLAGEN	23
BIJLAGE 1: DOMEINSPECIFIEK REFERENTIEKADER.....	25
BIJLAGE 2: BEOOGDE LEERRESULTATEN	28
BIJLAGE 3: OVERZICHT VAN HET PROGRAMMA	29
BIJLAGE 4: BEZOEKPROGRAMMA	30
BIJLAGE 5: BESTUDEERDE EINDWERKEN EN DOCUMENTEN	31

Dit rapport is vastgesteld op 23 september 2019

RAPPORT OVER DE BACHELOROPLEIDING STERRENKUNDE VAN DE UNIVERSITEIT LEIDEN

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

ADMINISTRATIEVE GEGEVENS VAN DE OPLEIDING

Bacheloropleiding Sterrenkunde

Naam van de opleiding:	Sterrenkunde
CROHO-nummer:	50205
Niveau van de opleiding:	bachelor
Oriëntatie van de opleiding:	academisch
Aantal studiepunten:	180 EC
Afstudeerrichtingen:	Sterrenkunde
Locatie:	Leiden
Variant(en):	voltijd
Onderwijstaal:	Nederlands
Indiendatum accreditatie:	01/11/2019

Het bezoek van het visitatiepanel Natuur- en Sterrenkunde aan de Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen van de Universiteit Leiden vond plaats op 23 en 24 april 2019.

ADMINISTRATIEVE GEGEVENS VAN DE INSTELLING

Naam van de instelling:	Universiteit Leiden
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 Sterrenkunde beoordeelde bestond uit:

- Prof. dr. R. (Reinder) Coehoorn, hoogleraar in de groep Molecular Materials and Nanosystems en leerstoelhouder Fysica en Applicatie van Nanostructuren aan de TU-Eindhoven [voorzitter];
- 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;
- L. (Laura) Scheffer BSc, masterstudent Physics aan de Universiteit Utrecht [studentlid].

Het panel werd ondersteund door Peter Hildering MSc, die optrad als secretaris.

WERKWIJZE VAN HET PANEL

De bacheloropleiding Sterrenkunde aan de Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen van de Universiteit Leiden 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 [voorzitter];
- 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 [studentlid];
- B. N. R. (Bram) Lap BSc, masterstudent Astronomy aan de Rijksuniversiteit Groningen [studentlid];
- L. (Laura) Scheffer BSc, masterstudent Physics aan de Universiteit Utrecht [studentlid].

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 vier andere bezoeken en las en becommentarieerde elk conceptrapport. Dr. Barbara van Balen trad op als secretaris tijdens de bezoek aan de Rijksuniversiteit Groningen en het bezoek aan 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 zelfevaluatierapporten bestudeerde het panel voorafgaand aan het bezoek een selectie van eindwerken. Het panel maakte op basis van de lijst afgestudeerden van de periode 2016-2018 een selectie van 10 eindwerken, met een evenwichtige spreiding in cijfers, afstudeervarianten en begeleiders. Hieronder waren vijf duo-eindwerken, waardoor het panel het werk van in totaal 15 studenten heeft bekeken. Het panel heeft hierbij gebruik gemaakt van de mogelijkheid om een lager aantal eindwerken te selecteren dan voorgeschreven in het NVAO kader in het geval van significante overlap tussen de beoordeelde opleidingen in één visitatiebezoek. In het geval van de bacheloropleiding Sterrenkunde bestaat dit uit een duidelijke curriculaire overlap met de bacheloropleiding Natuurkunde, en een gezamenlijke examencommissie met de masteropleiding Astronomy. Daarnaast zijn de procedures van de examencommissies Natuurkunde en Sterrenkunde aangaande de (beoordeling van de) eindwerken sterk op elkaar afgestemd, en is er sprake van interne 'benchmarking' van het niveau van eindwerken via de dubbele bachelor natuur- en sterrenkunde, en de overlap in docententeams die eindwerken beoordelen.

Bezoek

Het visitatiebezoek aan de Universiteit Leiden vond plaats op 23 en 24 april 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 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 Wiskunde en Natuurwetenschappen en aan het College van Bestuur van de Universiteit Leiden.

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

De bacheloropleiding Sterrenkunde heeft als gespecialiseerde opleiding een bijzondere positie in het veld, en geeft studenten de kans zich al op bachelorniveau in de sterrenkunde te specialiseren. De opleiding profileert zich overtuigend als een gedegen, disciplinaire opleiding met een experimentele oriëntatie en ruimte tot verbreding via vakoverschrijdende vaardigheden. De beoogde leerresultaten zijn via een Europees domeinspecifiek referentiekader aangesloten bij de verwachtingen van het vakgebied en het beroepenveld, en zijn qua oriëntatie en niveau passend bij een academische bacheloropleiding. Het panel waardeert de mogelijkheid die de opleiding biedt om een dubbele bachelor met natuurkunde of wiskunde te behalen.

De onderwijsleeromgeving van de opleiding is zo ingericht dat het studenten in staat stelt de beoogde leerresultaten te behalen. Het curriculum is degelijk vormgegeven via heldere leerlijnen en biedt een sterke en brede basis in de sterrenkunde. Via keuzevakken hebben studenten de mogelijkheid tot verbreding of verdieping met het oog op hun vervolgkeuze na afronding van de opleiding. De docenten zijn bekwaam, enthousiasmerend en bereikbaar voor studenten, en de geboden onderwijsfaciliteiten zijn passend bij het onderwijs dat de opleiding beoogt te geven. Ondanks de sterke stijging in studentenaantallen weet de opleiding de faciliteiten en ondersteuning voor studenten in stand te houden, waarvoor het panel de opleiding prijst. Het panel waardeert daarnaast de inspanning die de opleiding levert om de studeerbaarheid en het studiesucces in het eerste jaar te vergroten, de extra uitdaging die het studenten biedt door hen in staat te stellen een dubbele bachelor te volgen en de aandacht die de opleiding heeft voor arbeidsmarktoriëntatie. De keuze om de Engelse onderwijstaal geleidelijk in de opleiding te introduceren is volgens het panel passend. Het panel moedigt de opleiding aan om docenten aan te sporen en te ondersteunen bij de ingezette onderwijsvernieuwingen, om via actieve werkvormen onderwijs te bieden dat beter past bij grotere studentenaantallen. Het adviseert om docenten verder te ondersteunen om een activerende werkvorm te vinden die passend is voor hun vak.

De bacheloropleiding Sterrenkunde heeft een adequaat systeem van toetsing dat studenten in voldoende mate toetst op alle beoogde leerresultaten. De toetsvormen zijn gevarieerd en passend bij de leerdoelen. Een kwaliteitszorgsysteem met een vierogenprincipe rondom het opstellen van toetsvragen en het beoordelen van eindprojecten, en een nieuw ingevoerd beoordelingsformulier voor het eindwerk bevordert de validiteit en transparantie van de toetsing. Het panel adviseert daarnaast beter toe te zien op het volledig invullen van de beoordelingsformulier, en te differentiëren tussen de rubric van de bachelor- en de masteropleiding. De examencommissie vervult haar rol in de kwaliteitsborging van toetsing adequaat, maar zou zich proactiever en normatiever kunnen opstellen rondom het opvolgen van aanbevelingen tot verbetering.

Het panel stelt vast dat alle eindwerken van de bacheloropleiding Sterrenkunde een goede kwaliteit hebben, en in voldoende mate laten zien dat studenten de beoogde leerresultaten van de opleiding realiseren. Het grote belang dat de opleiding hecht aan het bacheloronderzoek en de goede onderzoeksomgeving waarin de studenten worden ondergedompeld tijdens hun onderzoekswerk stralen volgens het panel af op de kwaliteit van de bacheloreindwerken. De alumni van de opleiding stromen grotendeels door naar een masteropleiding Astronomy of een gerelateerde opleiding, en ervaren daarbij een goede aansluiting tussen beide opleidingen.



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

Bacheloropleiding Sterrenkunde

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

De voorzitter van het panel, prof. dr. Reinder Coehoorn, en de secretaris, Peter Hildering MSc, 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: 23 september 2019

BEHANDELING VAN DE STANDAARDEN UIT HET BEOORDELINGSKADER VOOR DE BEPERKTE OPLEIDINGSBEOORDELING

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

De bacheloropleiding Sterrenkunde wordt, net als de masteropleiding Astronomy, georganiseerd door de Leidse Sterrewacht, die onderdeel is van de Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen (FWN) van de Universiteit Leiden. De Leidse Sterrewacht werkt daarbij nauw samen met het Leids Instituut voor Onderzoek in de Natuurkunde (LION), het instituut binnen FWN dat de verwante bacheloropleiding Natuurkunde en masteropleiding Physics aanbiedt.

Visie en profilering

De bacheloropleiding Sterrenkunde onderscheidt zich zowel nationaal als internationaal door zich als zelfstandige opleiding te profileren. Gebruikelijker is om het vakgebied op bachelorniveau als onderdeel van een opleiding Natuur- en Sterrenkunde te onderwijzen. Hierdoor is de opleiding in staat om al in de bachelorfase veel aandacht aan specifiek sterrenkundige vakken en vaardigheden te besteden, zoals waarnemingstechnieken, data mining en actuele ontwikkelingen zoals onderzoek naar exoplaneten en gravitatiegolven. De opleiding wil studenten niet alleen verdieping geven binnen de opleiding, maar ook ruimte bieden voor verbreding, zodat studenten na afronding van hun opleiding ruime vervolgmogelijkheden hebben. De opleiding zet daarom sterk in op vakoverschrijdende vaardigheden zoals onderzoeksvaardigheden, probleemoplossend en analytisch vermogen en presentatie in woord en geschrift.

De Leidse Sterrewacht ziet de bacheloropleiding Sterrenkunde als een sterk academisch en experimenteel georiënteerde opleiding. Naast een stevige disciplinaire basis in de sterrenkunde besteedt de opleiding ruim aandacht aan academische en experimentele vaardigheden, en bereidt studenten daarmee voor op het doen van onderzoek. Studenten voeren in het laatste half jaar van hun opleiding een eigen onderzoek uit binnen één van de onderzoeksgroepen van de Leidse Sterrewacht. Het onderwijs in de opleiding is daarmee nauw verweven met het onderzoek binnen het instituut, en beoogt studenten op internationaal competitief bachelorniveau in de sterrenkunde te brengen.

De visie van de opleiding komt overeen met het beeld dat het panel van de opleiding heeft gekregen op basis van de documentatie en de gesprekken tijdens het visitatiebezoek. Studenten leren in een hoogwaardige onderzoeksomgeving om onderzoek te doen, en krijgen daarbij de kans hun vakoverschrijdende vaardigheden te ontwikkelen. Zij krijgen zeer gedegen, disciplinair onderwijs in de sterrenkunde, en verbreden zich daarnaast via basisvakken wis- en natuurkunde, keuzeruimte en vaardighedenonderwijs. Het panel waardeert dat de Leidse Sterrewacht een bacheloropleiding Sterrenkunde aanbiedt, en ziet de behoefte hieraan uitgedrukt in de grote stijging van studentenaantallen in de afgelopen jaren: in vier jaar tijd is de instroom tweeënhalf keer zo groot geworden. De opleiding geeft studenten de kans zich via een gespecialiseerde bacheloropleiding optimaal voor te bereiden op vrijwel alle (internationale) masteropleidingen Sterrenkunde.

Beoogde leerresultaten

De opleiding heeft haar beoogde leerresultaten gekoppeld aan het domeinspecifiek referentiekader Natuurkunde (zie Bijlage 1). Dit referentiekader, dat alle natuur- en sterrenkundeopleidingen in Nederland gebruiken, is de internationale standaard voor opleidingen in het vakgebied, en is ontwikkeld in een gemeenschappelijk proces op Europees niveau (Tuning Physics) om de opleidingen



natuur- en sterrenkunde internationaal op elkaar af te stemmen. Deze beoogde leerresultaten beschrijven aan de hand van de vijf Dublin-descriptoren de kennis, vaardigheden en het inzicht die iedere afgestudeerde bachelorstudent natuur- of sterrenkunde zou moeten bezitten, onafhankelijk van zijn of haar specialisatierichting. Naast de domeinspecifieke leerresultaten hanteert de opleiding acht beoogde leerresultaten die zijn afgeleid van de facultaire eindtermen, die alle bachelorstudenten van de faculteit FWN dienen te bereiken. De opleiding heeft deze beoogde leerresultaten vertaald in vakspecifieke kennis, inzicht en vaardigheden die een bachelorstudent sterrenkunde zou moeten bezitten na afronding van de opleiding (zie Bijlage 2).

Het panel heeft deze domeinspecifieke en facultaire leerresultaten bestudeerd en is van oordeel dat deze twee sets beoogde leerresultaten gezamenlijk een adequaat en inzichtelijk overzicht geven van de eindkwalificaties die studenten van de opleiding dienen te behalen. De academische oriëntatie en het niveau van de opleiding zijn duidelijk zichtbaar door de expliciete koppeling aan de Dublin-descriptoren. Het panel is positief over de gelijkschakeling van de opleidingen natuur- en sterrenkunde op Europees niveau en is van oordeel dat dit studenten in een uitstekende positie brengt om een masteropleiding in zowel Nederland als elders in de wereld te kunnen volgen. Bovendien stelt dit de opleidingen in staat om een eenduidig profiel van hun afgestudeerden te communiceren naar zowel het vakgebied als het beroepenveld.

Dubbele bachelor

De opleiding biedt studenten de mogelijkheid tot het volgen van een dubbele bachelor met Natuurkunde of Wiskunde. Hiermee maakt de opleiding gebruik van de overlap die tussen deze vakgebieden bestaat om studenten een curriculum van 210 EC (S+N) of 248 EC (S+W) te bieden waarmee zij beide bacheloropleidingen overdekken. Ongeveer de helft van de studenten Sterrenkunde maakt gebruik van deze mogelijkheid, en behaalt hiermee aan het einde van hun opleiding twee bachelordiploma's.

Het panel waardeert deze mogelijkheid die de opleiding biedt. De opleiding biedt hiermee studenten een extra uitdaging en extra keuzemogelijkheden aan het einde van hun bacheloropleiding voor een vervolgopleiding en -carrière. Studenten waarderen de inspanning die de opleiding levert om deze combinatie mogelijk te maken, wat het panel weerspiegeld ziet in de brede interesse voor deze trajecten.

Overwegingen

De bacheloropleiding Sterrenkunde heeft als gespecialiseerde opleiding een bijzondere positie in het veld, en geeft studenten de kans zich al op bachelorniveau in de sterrenkunde te specialiseren. De opleiding profileert zich overtuigend als een gedegen, disciplinaire opleiding met een experimentele oriëntatie en ruimte tot verbreding via vakoverschrijdende vaardigheden. De beoogde leerresultaten zijn via een Europees domeinspecifiek referentiekader aangesloten bij de verwachtingen van het vakgebied en het beroepenveld, en zijn qua oriëntatie en niveau passend bij een academische bacheloropleiding. Het panel waardeert de mogelijkheid die de opleiding biedt om een dubbele bachelor met natuurkunde of wiskunde te behalen.

Conclusie

Bacheloropleiding Sterrenkunde: 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*Curriculum*

Het curriculum van de bacheloropleiding Sterrenkunde bestaat voor 128 EC uit verplichte vakken, 30 EC aan keuzevakken en 22 EC voor het afstudeeronderzoek. De verplichte vakken zijn onderverdeeld in zes leerlijnen: Sterrenkunde, Natuurkunde, Wiskunde, Informatica, Onderzoek en de leerlijn Presenteren en communiceren. Deze leerlijnen lopen parallel door het gehele programma. Naast inleidende vakken in de sterrenkunde is in het eerste jaar veel aandacht voor basisvakken uit de leerlijnen Wiskunde en Natuurkunde, omdat deze nodig zijn als fundament voor de meer gevorderde vakken. Deze vakken volgen studenten Sterrenkunde grotendeels samen met studenten Natuurkunde. In het tweede jaar is de leerlijn Sterrenkunde omvangrijker, en krijgen studenten een aantal verdiepende vakken met aandacht voor moderne ontwikkelingen binnen de astronomie. In de leerlijn Onderzoek leren studenten zelf een onderzoek op te zetten, en raken zij vertrouwd met het doen van astronomische waarnemingen. Het (voor velen) hoogtepunt van het tweede jaar is de studiereis naar de Isaac Newton Telescope op La Palma op de Canarische Eilanden, waar studenten een eigen onderzoeksvraag opzetten en beantwoorden met waarnemingen met deze telescoop. Tijdens de leerlijn Informatica bekwamen studenten zich in de programmeertaal Python. De opleiding heeft recent gekozen voor deze taal ter vervanging van C++, omdat Python in toenemende mate door het veld wordt gebruikt in sterrenkundig onderzoek. De leerlijn Presenteren en communiceren, omvat een verzameling vakken rondom presenteren en communiceren, ethiek en voorbereiding op het afstudeeronderzoek.

Binnen de keuzeruimte kunnen studenten zich verder verdiepen of verbreden binnen de sterrenkunde of (deels) daarbuiten. De opleiding biedt zelf een aantal keuzevakken aan in sterrenkunde, natuurkunde, wiskunde en informatica. Daarnaast kunnen studenten ook kiezen om in hun derde jaar één van de geregistreerde minorprogramma's te volgen aan de Universiteit Leiden, de Technische Universiteit Delft of de Erasmus Universiteit Rotterdam. Een afwijkend minorprogramma kan, na goedkeuring door de examencommissie, gevolgd worden. De opleiding biedt deze mogelijkheid tot verbreding om studenten de mogelijkheid te geven zich te oriënteren buiten de sterrenkunde met het oog op de arbeidsmarkt. De vrije keuzeruimte biedt studenten de mogelijkheid, door het verwerven van aanvullende vaardigheden, voor te sorteren op een vervolgcariëre buiten de wetenschap. Naast de keuzeruimte biedt de opleiding ook aanvullende curriculaire en extracurriculaire activiteiten rondom arbeidsmarktoriëntatie aan, zoals workshops, trainingen en (uitnodigingen voor) banenmarkten.

Het afsluitende afstudeeronderzoek van de opleiding is met 22 EC relatief groot. Dit reflecteert het grote belang dat de opleiding aan onderzoeksvaardigheden hecht. Studenten kunnen dit onderzoek in tweetallen uitvoeren in één van de onderzoeksgroepen van de Sterrewacht onder dagelijkse begeleiding van een onderzoeker van het instituut. Zij kiezen zelf een onderwerp binnen het lopende onderzoek van het instituut. Ook geven ze twee tussentijdse presentaties over hun voortgang, en geven tot slot een eindpresentatie waarbij zij voor alle medestudenten en hun begeleiders hun werk presenteren. Studenten die de dubbele bachelor met Natuurkunde volgen, voeren een afstudeerwerk van 24 EC uit, en doen dit altijd individueel.

Het panel heeft het curriculum van de bacheloropleiding Sterrenkunde en de inhoud van een aantal vakken bestudeerd en is van oordeel dat de opleiding een sterk en solide curriculum biedt dat alle componenten bevat die van een bacheloropleiding sterrenkunde verwacht mogen worden. De leerlijnen garanderen samenhang binnen het curriculum. Ook is het positief over de inspanning die de opleiding levert op het gebied van arbeidsmarktoriëntatie. Ook studenten waarderen deze optie om via de keuzeruimte voor te sorteren op hun vervolgcariëre als zij niet van plan zijn om



onderzoeker te worden. Een veel voorkomende keuze binnen de vrije ruimte is bijvoorbeeld een verdere specialisatie in de informatica met het oog op een loopbaan in de IT of data science.

Omdat de opleiding, in tegenstelling tot veel gerelateerde opleidingen, geen onderdeel is van een bredere natuur- en sterrenkundeopleiding, kan het in het curriculum relatief veel aandacht besteden aan de Sterrenkunde-leerlijn en aan vakspecifieke onderzoeksvaardigheden. Het panel noemt daarbij specifiek de waarnemingscampagne in La Palma: dat studenten in hun tweede bachelorjaar al in staat zijn zelf waarnemingen met een grote telescoop uit te voeren is tekenend voor de geavanceerde vaardigheden die zij binnen het curriculum verwerven. Het panel is daarnaast positief over de aandacht voor academische vaardigheden en de expliciete inbedding hiervan in (met name) de leerlijn Presenteren en communiceren. Wel gaven studenten bij het panel aan dat deze academische vaardigheden ongelijk over de semesters verdeeld zijn, met een grotere aandacht voor dit onderwerp in aanloop naar het eindwerk in het derde jaar. Zij zouden de voorkeur hebben om in elk semester vaardigheden zoals presenteren en communiceren te ontwikkelen. Het panel geeft de opleiding in overweging om een vaardighedencomponent binnen de reguliere vakken in ieder semester op te nemen, met het doel deze leerlijn gelijkmatiger over de opleiding te verdelen.

Dubbele bachelors

De opleiding faciliteert het combineren van de bacheloropleiding sterrenkunde met natuurkunde of wiskunde binnen drie jaar. Studenten volgen hierbij een curriculum van 210 EC (S+N) of 248 EC (S+W). Bij deze combinatiebachelors is de keuzeruimte ingevuld met vakken van de tweede opleiding, en is het toegestaan om één eindwerk van 24 EC te schrijven over een onderwerp op het snijvlak van beide disciplines. Omdat Natuurkunde als specifieke eis voor het eindwerk heeft dat dit een experimentele component bevat, voeren S+N-studenten doorgaans een meer natuurkundig gericht onderzoek uit (zie standaard 3). Na afronding van dit gecombineerde curriculum ontvangen studenten voor beide opleidingen een bachelordiploma. De dubbele bachelor is populair: ongeveer de helft van de studenten maakt gebruik van deze mogelijkheid. Hierbij is vooral de gecombineerde bachelor sterrenkunde-natuurkunde populair: ongeveer 40% van alle studenten volgt beide bachelors.

Het panel is positief over de mogelijkheid een dubbele bachelor te volgen. Vanwege de overlap tussen de drie vakgebieden is het een voor de hand liggende mogelijkheid. Het panel waardeert de inspanning die de opleiding levert om deze combinatie voor studenten rooster-technisch te realiseren, zodat ambitieuze en hardwerkende studenten dit zelfs zonder studievertraging zouden moeten kunnen afronden.

Didactiek

De bacheloropleiding Sterrenkunde is lange tijd een relatief kleine opleiding geweest met een instroom van ongeveer 50 studenten per jaar. De opleiding heeft hierdoor van origine een kleinschalig karakter dat door zowel studenten als docenten zeer gewaardeerd wordt. De didactiek van de opleiding sluit hierbij aan. In de opleiding staan traditionele hoor- en werkcolleges centraal, waarbij er veel ruimte is voor interactiviteit, discussies en oefening. Door de sterk stijgende studentenaantallen in de laatste jaren staat deze vorm van onderwijs onder druk. De opleiding is hierdoor bezig met het ontwikkelen van actievere werkvormen om de effectiviteit van het onderwijs te vergroten. Dit sluit ook aan bij de universitaire onderwijsvisie om activerend onderwijs over de hele universiteit in te zetten. De bacheloropleiding Sterrenkunde is nog zoekend naar een goede manier om dit vorm te geven. De opleiding wil dit niet top-down aan haar onderwijzend personeel opleggen, maar wil individuele docenten wel de gelegenheid geven om bottom-up met nieuwe initiatieven te komen. Binnen de Natuurkunde-leerlijn maken diverse docenten hier gebruik van, en zetten bijvoorbeeld verschillende varianten van de 'flipped classroom' in, waarbij studenten thuis materiaal voorbereiden en de docent de contactmomenten inzet voor verwerking van de materie. Binnen de Sterrenkunde-leerlijn kiezen docenten nog vaak voor de traditionele werkvormen.

Het panel heeft tijdens de visitatie uitgebreid gesproken met management, docenten en studenten over deze onderwijsvernieuwingen. Het heeft daarbij vernomen dat binnen de opleiding een brede

diversiteit aan meningen bestaat over dit onderwerp. Studenten waarderen de inspanning van docenten die vernieuwende werkvormen inzetten, maar zijn soms kritisch op de effectiviteit hiervan. Volgens de studenten bestaat met name onder de studentpopulatie Sterrenkunde ook veel waardering voor traditionelere onderwijsvormen waarbij docenten uitleg geven op een schoolbord. Docenten herkennen dit, en hebben gezien dat vakken met innovatieve werkvormen door studenten vaak lager geëvalueerd worden.

Het panel stimuleert de opleiding om de discussie over actieve werkvormen voort te zetten. Het inzetten van deze werkvormen is volgens het panel geen doel op zich, maar stijgende studentenaantallen zetten de bestaande onderwijsvormen onder druk, en vragen om een andere aanpak. Het panel waardeert de vrijheid die de opleiding docenten geeft om bottom-up te ontwikkelen, maar beveelt aan om hiervoor een sterkere stimulatie vanuit het opleidingsmanagement richting de eigen docenten te laten uitgaan. Ook zou de opleiding onderwijsinnovaties nog verder kunnen ondersteunen om vernieuwingen een grotere kans van slagen te geven. De opleiding zou bijvoorbeeld kunnen overwegen om docenten die hun vak willen innoveren hierbij extra te ondersteunen met (extern) onderwijskundig advies. Daarbij geeft het panel de opleiding mee om verder te kijken dan alleen de 'flipped classroom' waar de discussie zich nu vooral op lijkt toe te spitsen. Er zijn ook vele andere vormen van activerend onderwijs, die met een goede onderwijskundige ondersteuning ingezet zouden kunnen worden in de opleiding. Het panel adviseert daarnaast om studenten te betrekken bij het ontwikkelen van nieuwe onderwijsvormen om de slagingskansen hiervan te vergroten.

Binnen de leerlijn Onderzoek werken studenten aan practica, waarbij de opleiding studenten zo veel mogelijk werken aan open experimenten. Dit zijn vraagstukken die geen vastgesteld antwoord kennen, maar waar studenten (onder begeleiding) zelf een experiment moeten opzetten. Soms kunnen studenten hierbij ook aan een eigen ingediend onderwerp werken. Tijdens de belangrijkste praktische activiteit, de waarnemingscampagne op La Palma, voeren studenten in projectgroepen een zelf ontwikkeld waarneemprogramma uit en analyseren de resultaten. Het panel heeft tijdens de visitatie een Natuurkunde-practicum bezocht, en via een video een indruk gekregen van het La Palma-project. Het is positief over de practica, die aansluiten bij het doel van de opleiding om de onderzoeksvaardigheden van studenten te ontwikkelen. Daarnaast bereidt het studenten goed voor op het uitvoeren van het grotere bacheloreindwerk, waarin zij een experimenteel onderzoek naar een open probleem in één van de onderzoeksgroepen uitvoeren.

Onderwijstaal

De taal binnen de bacheloropleiding Sterrenkunde is een combinatie van Nederlands en Engels. Het eerste jaar is volledig in het Nederlands, in het tweede jaar is ongeveer de helft van de vakken in het Engels, en het derde jaar is het onderwijs volledig in het Engels. De opleiding wil op deze manier studenten geleidelijk vertrouwd maken met Engelstalig onderwijs. Dit is voor de opleiding essentieel, omdat zowel voor aansluitende masteropleidingen als de (internationale) arbeidsmarkt beheersing van de Engelse taal nodig is. Door het aandeel Engelstalige vakken in de opleiding geleidelijk te laten toenemen, ervaren studenten een geleidelijke overgang tussen het middelbaar onderwijs en Engelstalig academisch onderwijs, en is het mogelijk om niet-Nederlandstalige docenten in te zetten in het bacheloronderwijs.

Het panel heeft met instemming kennisgenomen van deze keuze. Het is van oordeel dat beheersing van de Engelse taal voor een sterrenkundige van groot belang is, en waardeert de manier waarop de opleiding de overgang hiernaar voor studenten vergemakkelijkt. De studenten die het panel hierover heeft gesproken heeft, waarderen deze opzet en melden dat deze hen heeft geholpen om te wennen aan het volgen van Engelstalig onderwijs. Zij zijn daarnaast tevreden over de kwaliteit van het Engels van hun docenten, wat geholpen wordt door het feit dat docenten die liever in het Nederlands onderwijzen, hier ook de kans toe hebben binnen de opleiding.



Studeerbaarheid

De bacheloropleiding Sterrenkunde besteedt veel zorg aan het bevorderen van de studeerbaarheid van de opleiding. De opleiding staat bekend als zwaar vanwege het hoge aantal contacturen per week in de eerste semesters (30+ uur) en de grote hoeveelheid wiskunde in het eerste jaar. Op dit laatste punt heeft de opleiding ervaren dat niet alle studenten hier op voorbereid zijn. De uitval in het eerste jaar ligt de laatste jaren steeds boven 40%, waarbij de opleiding een sterke correlatie heeft gevonden tussen het eindcijfer wiskunde op het vwo en de kans op uitval in het eerste jaar. Als studenten eenmaal het eerste jaar door zijn, behalen de meesten ook het diploma. Om dit aan te pakken heeft de opleiding voorafgaand aan het collegejaar 2018-2019 verplichte matching geïntroduceerd. Hierbij doorlopen aspirant-studenten voor inschrijving een programma met een wiskundetoets en proefcollege en leveren een cijferlijst en motivatiebrief aan. Op basis hiervan voert de opleiding een matchingsgesprek met de student, en krijgt deze advies over inschrijving in de opleiding. Een trendbrekende afvlakking in de stijging van het aantal inschrijvers in 2018-2019 lijkt te wijzen op succes van deze matching, en de opleiding hoopt aan het einde van het collegejaar ook een daling in de uitval onder eerstejaars te kunnen opmerken.

De opleiding begeleidt studenten in het eerste jaar extra intensief: eerst via een mentoraat met ouderejaarsstudenten in de eerste maanden, en daarna via een (vrijwillig) tutoraat met kleine tutorgroepen van maximaal 5 studenten die elkaar onder begeleiding van een ouderejaarsstudent coachen en steunen. Door de hele opleiding heen heeft de studieadviseur een belangrijke rol in het monitoren van de voortgang van studenten, en is onder andere betrokken bij het opstellen van het persoonlijk studieplan voor iedere student in het tweede en derde jaar, waarbij zij hun onderwijsinteresses en keuzes voor het vervolg van de opleiding inplannen. De opleiding heeft gezien de stijgende studentenaantallen recent een fulltime studieadviseur aangesteld om deze rol te vervullen.

De studenten die het panel gesproken heeft noemen de opleiding zwaar, maar haalbaar. Zij stellen de studentbegeleiding vanuit de opleiding op prijs. De studentgerichte houding van de opleiding en docenten noemen zij als groot pluspunt: de opleiding is altijd bereid een extra stap te zetten om tegemoet te komen aan wensen en behoeftes van studenten. Zo heeft de opleiding op advies van de opleidingscommissie de gerapporteerde 'huiswerkdruk' binnen de opleiding aangepakt door een huiswerkrichtlijn voor docenten te implementeren om het aantal opdrachten evenwichtiger te verdelen over het semester. Naast oog voor studenten die moeite hebben met het hoge niveau, heeft de opleiding ook te maken met studenten die juist behoefte hebben aan een extra uitdaging. Voor deze studenten is de dubbele bachelor met natuurkunde of wiskunde in drie jaar bedoeld. Studenten waarderen deze mogelijkheid zeer, en maken hier veelvuldig gebruik van: ongeveer de helft van de studenten binnen de opleiding volgt een tweede bachelor natuurkunde of wiskunde, of is een wis- of natuurkundestudent die sterrenkunde als tweede bachelor volgt.

Het panel waardeert de inspanning die de opleiding levert rondom de studeerbaarheid van de opleiding en studentbegeleiding, en ziet de waardering die studenten hiervoor hebben. De panelleden herkennen de uitdaging die bacheloropleidingen binnen de natuur- en sterrenkunde hebben om studenten adequaat voor te lichten over de aard en het niveau van de opleiding. Het ziet verplichte matching als een goed middel om dit te bereiken, en hoopt met de opleiding dat dit het studiesucces in het eerste jaar positief zal beïnvloeden.

Tijdens de visitatie heeft het panel met studenten, docenten en opleidingsmanagement gesproken over het gebruik van online communicatiemiddelen binnen de opleiding naar aanleiding van een klacht hierover in het studenthoofdstuk. Studenten merken hier op dat docenten lang niet allemaal het officiële online platform Blackboard gebruiken, maar vaak eigen websites voor vakken gebruiken. Dit zorgt in sommige gevallen voor gebrekkige communicatie of zelfs het missen van essentiële informatie door studenten. Zij roepen docenten op om allen gestructureerd Blackboard te gebruiken. Het opleidingsmanagement geeft desgevraagd aan dat dit ook de afspraak is, maar niet iedere docent zich daaraan houdt. Het panel sluit zich aan bij de oproep van de studenten, en roept de opleiding op uniformiteit in het gebruik van online communicatiemiddelen te hanteren. Het

opleidingsmanagement heeft al tijdens de visitatie toegezegd de afspraak over het gebruik van Blackboard te zullen handhaven.

Docenten

De docenten binnen de opleiding zijn allen werkzaam als onderzoeker bij de Sterrewacht, LION of één van de andere instituten aan de FWN. Zij zijn allen gepromoveerd en aangesteld als universitair (hoofd)docent of hoogleraar. Elke nieuwe docent is sinds 2008 verplicht een Basiskwalificatie Onderwijs (BKO) te behalen, wat ertoe heeft geleid dat op dit moment alle docenten binnen de opleiding in het bezit van deze kwalificatie zijn, of in het traject zitten om deze te behalen. Daarnaast organiseert de opleiding in samenwerking met de faculteit minimaal vier keer per jaar themamiddagen over onderwijs.

De opleiding is van mening dat vakken het beste gegeven kunnen worden door specialisten in het betreffende veld. Wiskunde- en informaticavakken worden daarom bijvoorbeeld gegeven door docenten van de wiskunde- en informatica-instituten binnen de faculteit. Elke docent geeft typisch 1-2 vakken per jaar. De opleiding kiest er daarbij voor om vakken elke drie tot vijf jaar van docent te laten wisselen. Dit is bedoeld om automatisen te voorkomen en het onderwijs voor docenten uitdagend te houden. De docenten die het panel heeft gesproken ondersteunen deze visie van harte en melden dat dit hen uitdaagt om hun vakken te blijven vernieuwen.

Studenten vertellen dat zij hun docenten als zeer deskundig, enthousiasmerend en bereikbaar ervaren. Zij merken dat, ondanks de stijgende studentenaantallen, de opleiding nog altijd kleinschalig voelt door de korte lijnen tussen studenten en docenten, en de extra inspanning die docenten altijd bereid zijn te leveren voor hun studenten. Daarbij heeft de opleiding de laatste jaren geïnvesteerd in professionalisering van de onderwijsondersteuning, en heeft het Education Office Astronomy (EOA) opgezet, met daarin 4,8 fte ondersteuning specifiek voor de bachelor- en masteropleiding Sterrenkunde. Hieronder valt onder andere(n) de studieadviseur, werving en voorlichting, secretariële ondersteuning en internationalisering. Het panel onderschrijft het positieve oordeel van de studenten. Het is daarnaast positief over de keuze om vakken regelmatig van docent te laten wisselen, en ziet dit als een mooi middel om vakken vernieuwend te houden. Het enthousiasme van docenten voor deze werkwijze onderstreept volgens het panel de waardering van docenten voor het geven van onderwijs in de opleiding.

Faciliteiten

De opleiding gebruikt de onderwijsfaciliteiten die de faculteit FWN aanbiedt. Daarnaast heeft de Sterrewacht beschikking over een aantal eigen computer- en zelfstudieruimtes. Hierbij hoort een studio classroom, een speciale onderwijsruimte die de opleiding samen met de bacheloropleiding Natuurkunde heeft ingericht om actieve werkvormen te ondersteunen en werkplekken voor studenten die aan hun bacheloronderzoek werken. Voor het vak Praktische Sterrenkunde gebruikt de opleiding de gerestaureerde Oude Sterrewacht in de binnenstad van Leiden, die speciaal voor het onderwijs is voorzien van een moderne 30 cm-telescoop met CCD-camera. Voor de waarneemcampagne naar La Palma betaalt de opleiding de reis- en verblijfkosten van studenten en koopt de benodigde waarneemtijd voor de telescoop in.

Het panel heeft de faciliteiten op de campus tijdens de visitatie bezocht, een video over de waarneemcampagne gezien en studenten gevraagd naar hun mening over de faciliteiten. Het panel is van oordeel dat deze passend zijn voor de doelen van de opleiding. Het panel is daarnaast positief over de studio classroom, die aansluit bij de stappen die de opleiding wil zetten op het gebied van actieve werkvorm, en over de mogelijkheid voor studenten om op een eigen werkplek aan hun bacheloronderzoek te werken. De waarneemcampagne is een unieke kans voor studenten om zelf met grote onderzoeksfaciliteiten te werken tijdens hun opleiding.

Studenten en docenten zien beiden dat de sterk stijgende studentenaantallen bij Sterrenkunde de faciliteiten onder druk kunnen zetten. Desondanks is de opleiding er in geslaagd om de meer dan



verdubbeling in het aantal studenten te ondervangen met passende roostering en waar nodig uitbreiding, en heeft zij er vertrouwen in dit in de toekomst te kunnen blijven doen.

Overwegingen

De onderwijsleeromgeving van de opleiding is zo ingericht dat het studenten in staat stelt de beoogde leerresultaten te behalen. Het curriculum is degelijk vormgegeven via heldere leerlijnen en biedt een sterke en brede basis in de sterrenkunde. Via keuzevakken hebben studenten de mogelijkheid tot verbreding of verdieping met het oog op hun vervolgkeuze na afronding van de opleiding. De docenten zijn bekwaam, enthousiasmerend en bereikbaar voor studenten en de geboden onderwijsfaciliteiten zijn passend bij het onderwijs dat de opleiding beoogt te geven. Ondanks de sterke stijging in studentenaantallen weet de opleiding de faciliteiten en ondersteuning voor studenten in stand te houden, waarvoor het panel de opleiding prijst. Het panel waardeert daarnaast de inspanning die de opleiding levert om de studeerbaarheid en het studiesucces in het eerste jaar te vergroten, de extra uitdaging die het studenten biedt door hen in staat te stellen een dubbele bachelor te volgen en de aandacht die de opleiding heeft voor arbeidsmarktorientatie. De keuze om de Engelse onderwijstaal geleidelijk in de opleiding te introduceren is volgens het panel passend.

Het panel moedigt de opleiding aan om docenten aan te sporen en te ondersteunen bij de ingezette onderwijsvernieuwingen, om via actieve werkvormen onderwijs te bieden dat beter past bij grotere studentenaantallen. Het adviseert om docenten verder te ondersteunen om een activerende werkvorm te vinden die passend is voor hun vak.

Conclusie

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

Standaard 3: Toetsing

De opleiding beschikt over een adequaat systeem van toetsing.

Bevindingen

Systeem van toetsing

De opleiding gebruikt verschillende vormen van toetsing om kennis, inzicht en vaardigheden van studenten te toetsen. De meest gebruikelijke vorm voor het toetsen binnen vakken is een afsluitend schriftelijk tentamen met open vragen over de volledige lesstof. De vakdocent stelt de toetsvragen en een antwoordmodel op en laat deze door een tweede lezer checken op validiteit, bruikbaarheid, betrouwbaarheid en transparantie. De tentamens vermelden van tevoren duidelijk wat het gewicht is van de verschillende onderdelen. Veel vakken gebruiken een huiswerkcomponent met een van tevoren vastgestelde weging, die meetelt bij het eindcijfer. Bij praktische onderdelen sluiten studenten het vak af met een verslag. In de beoordeling wegen zowel de kwaliteit van de verslaglegging als de kwaliteit van het beschreven praktische werk en de wetenschappelijke analyse daarvan mee.

Het panel heeft kennis genomen van het systeem van toetsing en een aantal voorbeelden van toetsen binnen de opleiding gezien. Daarnaast heeft het panel het toetsplan van de opleiding bekeken, waarin de opleiding inzichtelijk maakt hoe zij de beoogde leerresultaten over de verschillende vakken toetst. Het panel oordeelt positief over de gebruikte toetsvormen. De toetsen beoordelen kennis, inzicht en (onderzoeks)vaardigheden van de student, en toetsen in voldoende mate de beoogde leerresultaten van de opleiding. De check door een tweede lezer op de tentamenopgaven is een goede methode om de validiteit van de toetsing te verhogen. Het is het panel opgevallen dat de opleiding geen fraudecontrole hanteert op practicumverslagen. Het panel adviseert de opleiding hier aandacht aan te besteden, bijvoorbeeld door de plagiaatchecker te gebruiken die zij ook voor het eindwerk hanteert. Vanwege de vergelijkbaarheid van bachelorpractica tussen de cohorten en soms ook tussen instellingen, circuleren er op internet practicumverslagen. De opleiding zou er goed aan doen uit te sluiten dat studenten deze verslagen gebruiken.

Beoordeling binnen duo-eindwerken

Studenten sluiten hun opleiding af met een bachelorproject van 22 EC, dat zij binnen een onderzoeksgroep van de Sterrewacht uitvoeren. Het belangrijkste doel van dit bachelorproject is het ontwikkelen van vaardigheden binnen een onderzoeksomgeving. In de beoordeling van het eindproject spelen deze onderzoeksvaardigheden dan ook een belangrijke rol. Studenten kunnen een project individueel of in tweetallen uitvoeren. De opleiding staat duo-projecten toe omdat studenten gezamenlijk een groter project aankunnen dan individueel, en omdat dit aansluit bij de onderzoekspraktijk, waar projecten vaak ook binnen een team worden uitgevoerd. Iets minder dan de helft van de studenten kiest voor deze optie.

De opleiding heeft op aanbeveling van de vorige visitatiecommissie een aparte beoordeling van het eindwerk voor individuele studenten ingevoerd, waarbij het de bedoeling is dat de begeleider iedere student individueel beoordeelt op zijn of haar bijdrage aan het eindwerk. Bij bestudering van enkele duo-eindwerken merkte het panel echter dat de opleiding deze werkwijze in de praktijk niet handhaaft: bij alle vijf bestudeerde duo-projecten trof het panel identieke beoordelingen aan voor beide studenten. Het panel heeft tijdens de visitatie met het opleidingsmanagement, de docenten en de examencommissie gesproken over de vraag hoe de opleiding kan garanderen dat iedere student de beoogde leerresultaten van de opleiding behaalt als begeleiders studenten in een duo-project dezelfde beoordeling geven. De opleiding heeft hierbij aangegeven dat de studenten gedurende de looptijd van hun bacheloronderzoek meedraaien in een onderzoeksgroep, waardoor de begeleider dagelijks zicht heeft op het functioneren van beide studenten. Ook geven studenten aan het einde van hun onderzoeksproject gezamenlijk een eindpresentatie, waaraan beiden een bijdrage leveren. De begeleider kan hierdoor een goed beeld vormen van de onderzoeksvaardigheden van de individuele studenten, waardoor studenten die niet aan de beoogde leerresultaten voldoen niet onder de radar kunnen blijven. De studenten die het panel tijdens de visitatie heeft gesproken beaamen dit. Dit is voor de opleiding belangrijk, omdat onderzoeksvaardigheden de belangrijkste focus van het eindproject zijn.

Het panel is gehoord deze uitleg van oordeel dat de opleiding op minimumniveau garant kan staan voor het individueel behalen van de beoogde leerresultaten door de intensieve dagelijkse begeleiding van studenten. Tegelijkertijd vindt het panel dat de opleiding meer inspanning moet leveren om te differentiëren tussen de twee studenten in een duo-project. Het is onwenselijk dat studenten voor hun becijfering afhankelijk zijn van het functioneren van hun projectpartner, en hierdoor mogelijk benadeeld kunnen worden als zij naar een hoog cijfer streven met het oog op een *cum laude* en/of instroomeisen voor een selectieve masteropleiding. Het roept de opleiding dan ook met klem op erop toe te zien dat begeleiders van duo-projecten beide studenten gedifferentieerd beoordelen, en een transparante en valide beoordelingswijze in te voeren om de docenten hierin te ondersteunen. Volgens het panel zijn er binnen de huidige opzet van de duo-projecten voldoende aanknopingspunten om dit te realiseren. De opleiding zou bijvoorbeeld kunnen overwegen studenten binnen het grotere project ieder een eigen deelproject te geven, verschillende hoofdstukken van het verslag te laten schrijven of individueel het project te laten verdedigen. Het opleidingsmanagement heeft tijdens de visitatie toegezegd consequent te gaan handhaven dat alle studenten van de opleiding een individuele beoordeling van hun eindproject krijgen. Het panel heeft op basis van de gesprekken tijdens de visitatie voldoende vertrouwen in dat de opleiding in staat is om deze belangrijke verbetering op korte termijn adequaat door te voeren.

Beoordelingswijze eindwerken

De beoordeling van dit project gebeurt in principe door twee examinatoren: de directe begeleider en een onafhankelijke tweede beoordelaar. De twee beoordelaars stellen in overleg het oordeel op alle drie de onderdelen (onderzoek, scriptie en presentatie) vast, en motiveren en administreren dit op een beoordelingsformulier. Als de twee beoordelaars niet tot een gemeenschappelijk cijfer kunnen komen, geldt als eindcijfer het gemiddelde cijfer van beide beoordelaars. Iedere scriptie wordt daarnaast via Turnitin gecontroleerd op plagiaat en opgeslagen in een online scriptiearchief. Het beoordelingsformulier is in 2018 vernieuwd, en voorzien van beoordelingscriteria die beoordelaars



aan de hand van een rubric kunnen invullen. De bedoeling van dit nieuwe formulier en de rubric is om de uniformiteit van de beoordelingen verder te bevorderen.

Het panel oordeelt dat het beoordelingsproces van het bacheloreindwerk adequaat is opgezet. Het gehanteerde vierogenprincipe verhoogt de validiteit en transparantie van het oordeel. Het panel heeft een aantal oude en nieuwe beoordelingsformulieren ingezien, behorend bij de eindwerken die zij voorafgaand aan het bezoek heeft bestudeerd. Het heeft daarbij kunnen vaststellen dat het nieuwe beoordelingsformulier een betere scheiding tussen de evaluatie van onderzoek, scriptie en presentatie toelaat, en inzichtelijker maakt hoe het oordeel tot stand is gekomen. Wel ontbreekt bij een aantal formulieren de uitgeschreven kwalitatieve feedback of is deze onvolledig, waardoor het oordeel niet altijd navolgbaar is. Ook kan de student hierdoor niet over een schriftelijke motivatie van zijn of haar beoordeling beschikken. Het opleidingsmanagement en de examencommissie melden dat dit niet de bedoeling is, en dat ieder formulier voldoende kwalitatieve feedback zou moeten bevatten. Het panel adviseert de opleiding hier strenger op toe te zien.

Omdat het panel ook een aantal beoordelingsformulieren van de masteropleiding Astronomy heeft ingezien, heeft het opgemerkt dat deze dezelfde rubric hanteren als de bacheloropleiding. De opleiding licht hierbij toe dat de beoordelaars binnen de criteria zelf de wegging naar bachelor- of masterniveau maken, maar geeft daarbij toe zelf ook niet helemaal tevreden te zijn met de huidige situatie en naar twee verschillende formulieren toe te willen. Het panel moedigt de opleiding aan dit door te zetten. De doelen van de bachelor- en masteropleiding zijn niet hetzelfde en zouden daarom ook niet volgens dezelfde criteria beoordeeld moeten worden. Het adviseert de opleiding te differentiëren tussen beide opleidingen en de rubrics hierop aan te passen.

Dubbele bachelor

Studenten die een dubbele bachelor met natuurkunde of wiskunde volgen, schrijven één scriptie over een onderzoek dat bij voorkeur op het grensvlak van beide vakgebieden ligt. Beide opleidingen beoordelen het eindwerk onafhankelijk van elkaar volgens hun eigen beoordelingssystematiek om te garanderen dat studenten de doelen van beide opleidingen bereiken. Studenten ontvangen daarmee twee beoordelingen met ieder een eigen beoordelingsformulier. Het panel acht deze systematiek passend voor een dubbele bachelor, en voldoende waarborgen dat de beoogde leerresultaten van beide opleidingen gedekt zijn.

Vanwege de eisen die de opleiding Natuurkunde aan eindwerken stelt, moeten dubbelstudenten S+N hun eindwerken individueel uitvoeren en dient deze altijd een experimentele component te bevatten. Deze laatste eis heeft tot gevolg dat deze studenten vaak een scriptie over een natuurkundig onderwerp schrijven. Het panel heeft tijdens het bezoek met het opleidingsmanagement, docenten en de examencommissie gesproken over de vraag of het passend is een opleiding sterrenkunde te besluiten met een natuurkundig eindwerk. De opleiding ziet dit niet als probleem. Het bacheloreindproject is vooral gericht op het verwerven van onderzoeksvaardigheden en minder op vakinhoudelijke kennis, waardoor ook een natuurkundig onderwerp geschikt kan zijn om het eindniveau van bachelorstudenten Sterrenkunde mee te bepalen. Daarnaast is de keuze ook praktisch: er zijn zeer weinig experimentele onderwerpen die zowel op natuur- als sterrenkunde betrekking hebben. Het panel is na bestudering van de leerdoelen van het bacheloreindwerk akkoord met deze werkwijze voor dubbelstudenten natuur- en sterrenkunde.

Functioneren examencommissies

De bacheloropleiding Sterrenkunde heeft samen met de masteropleiding Astronomy samen één examencommissie. Deze examencommissie Sterrenkunde heeft vier leden vanuit de opleidingen en één extern lid. Deze examencommissie benoemt de examinatoren voor de opleiding en controleert tweemaal per jaar alle tentamens op duidelijkheid, volledigheid en zwaarte. Daarnaast neemt de commissie jaarlijks een steekproef van de scripties, om te bekijken of de becijfering in overeenstemming is met de kwaliteit en niveau van de scriptie, en met de op het beoordelingsformulier verstrekte informatie. De commissie doet deze controle zelf, en schakelt waar nodig vakinhoudelijke experts bij in. Recent heeft de examencommissie hierover opgemerkt dat de

cijfers van de eindwerken aan de hoge kant zijn, wat heeft geleid tot de invoering van de eerder genoemde rubric om de resultaten te harmoniseren.

Het panel heeft de examencommissie gesproken en een aantal jaarverslagen van de commissie bekeken. Het oordeelt dat de examencommissie haar taak in de kwaliteitsborging van de toetsing in het opleiding adequaat uitvoert, maar op punten voortvarender zou kunnen oppakken. De commissie heeft bijvoorbeeld niet actief toegezien op de handhaving van het besluit voortkomend uit de vorige visitatie om duo-eindprojecten individueel te becijferen. Ook de door het panel opgemerkte punten rondom de niet kwalitatief ingevulde beoordelingsformulieren en de identieke formulieren die bij de bachelor- en masteropleiding in gebruik zijn, waren ook door de examencommissie als verbeterpunt opgemerkt, maar de opvolging hiervan is niet direct opgepakt. Het panel adviseert de examencommissie zich in dit opzicht proactiever en normatiever naar het opleidingsmanagement op te stellen.

Overwegingen

De bacheloropleiding Sterrenkunde heeft een adequaat systeem van toetsing dat studenten in voldoende mate toetst op alle beoogde leerresultaten. De toetsvormen zijn gevarieerd en passend bij de leerdoelen. Een kwaliteitszorgsysteem met een vierogenprincipe rondom het opstellen van toetsvragen en het beoordelen van eindprojecten, en een nieuw ingevoerd beoordelingsformulier voor het eindwerk bevordert de validiteit en transparantie van de toetsing. Het panel adviseert daarnaast beter toe te zien op het volledig invullen van de beoordelingsformulier en te differentiëren tussen de rubric van de bachelor- en de masteropleiding. De examencommissie vervult haar rol in de kwaliteitsborging van toetsing adequaat, maar zou zich proactiever en normatiever kunnen opstellen rondom het opvolgen van aanbevelingen tot verbetering.

Wat betreft de duo-eindwerken die sommige studenten binnen de opleiding uitvoeren, is het panel van oordeel dat de opleiding op minimumniveau garant kan staan voor het individueel behalen van de beoogde leerresultaten door de intensieve dagelijkse begeleiding van studenten. Tegelijkertijd vindt het panel dat de opleiding meer inspanning moet leveren om te differentiëren tussen de twee studenten. Het roept de opleiding dan ook met klem op erop toe te zien dat begeleiders beide studenten gedifferentieerd beoordelen, en een transparante en valide beoordelingswijze in te voeren om de docenten hierin te ondersteunen. Het panel heeft op basis van de gesprekken tijdens de visitatie voldoende vertrouwen in dat de opleiding in staat is om deze belangrijke verbetering op korte termijn adequaat door te voeren.

Conclusie

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

Standaard 4: Gerealiseerde leerresultaten

De opleiding toont aan dat de beoogde leerresultaten zijn gerealiseerd.

Bevindingen

Eindwerken

Het panel heeft voorafgaand aan het bezoek 10 bachelorscripties van de opleiding bestudeerd. Hieronder waren 5 duo-eindwerken, waardoor in totaal het werk van 15 studenten is bekeken (zie Werkwijze). Deze eindwerken hadden volgens het panel een goede kwaliteit. Het grote belang dat de opleiding hecht aan het bacheloronderzoek (22 EC, persoonlijke begeleiding) en de goede onderzoeksomgeving waarin de studenten worden ondergedompeld tijdens hun onderzoekswerk stralen volgens het panel af op de kwaliteit van de bacheloreindwerken.

Zoals besproken onder standaard 3 had het panel moeite om de individuele bijdrage aan bacheloreindprojecten uitgevoerd door twee studenten vast te stellen, maar heeft het op basis van de intensieve begeleiding kunnen vaststellen dat de opleiding ten minste zicht heeft op het



minimumniveau van de individuele student. De vijf bestudeerde eindwerken die door twee studenten samen zijn uitgevoerd bevestigen dat de duo-eindwerken allen een voldoende tot goed niveau hebben en over de breedte voldoen aan de beoogde leerresultaten van de opleiding.

Tot de bestudeerde werken behoorden drie eindwerken van dubbelstudenten Sterrenkunde en Natuurkunde, en twee eindwerken van dubbelstudenten Sterrenkunde en Wiskunde. Dit zijn individueel uitgevoerde eindwerken. Vanwege de eisen die de bacheloropleiding Natuurkunde aan het eindwerk stelt, hebben de drie eindwerken van dubbelstudenten Sterrenkunde en Natuurkunde elk een experimenteel natuurkundig onderwerp. De opleiding heeft op dit punt toegelicht dat het eindwerk met name bedoeld is om de onderzoeksvaardigheden van studenten te toetsen en dat zij daarom deze werken als eindwerk Sterrenkunde accepteert. Het panel heeft deze werken met deze toelichting bekeken en kunnen vaststellen dat deze studenten de voor de opleiding Sterrenkunde benodigde onderzoeksvaardigheden aantonen. Ook de dubbele eindwerken met de opleiding Wiskunde laten zien dat deze studenten de beoogde leerresultaten van de opleiding realiseren.

Functioneren alumni

Alumni van de bacheloropleiding stromen grotendeels door naar een masteropleiding Astronomy, of een gerelateerde masteropleiding zoals Physics of Aerospace Engineering. Van de alumni kiest 70% voor de aansluitende masteropleiding Astronomy in Leiden. Tijdens de visitatie heeft de opleiding een aantal alumni gesproken die de masteropleiding Astronomy hebben gekozen. Zij zijn zeer tevreden over de aansluiting tussen de bachelor- en masteropleiding, en zien geen noemenswaardige belemmeringen. De grote doorstroom van de bachelor- naar de masteropleiding in Leiden laat volgens het panel zien dat studenten zeer tevreden met zowel het niveau als de opleiding zelf zijn.

Overwegingen

Het panel stelt vast dat alle eindwerken van de bacheloropleiding Sterrenkunde een goede kwaliteit hebben, en in voldoende mate laten zien dat studenten de beoogde leerresultaten van de opleiding realiseren. Het grote belang dat de opleiding hecht aan het bacheloronderzoek en de goede onderzoeksomgeving waarin de studenten worden ondergedompeld tijdens hun onderzoekswerk stralen volgens het panel af op de kwaliteit van de bacheloreindwerken. De alumni van de opleiding stromen grotendeels door naar een masteropleiding Astronomy of een gerelateerde opleiding, en ervaren daarbij een goede aansluiting tussen beide opleidingen.

Conclusie

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

ALGEMEEN EINDOORDEEL

Het panel beoordeelt alle standaarden van het NVAO Beoordelingskader 2018 voor de beperkte opleidingsbeoordeling van de bacheloropleiding Sterrenkunde aan de Universiteit Leiden als 'voldoet'. Volgens de beslisregels behorend bij het beoordelingskader is het eindoordeel over de opleiding daarmee positief.

Conclusie

Het panel beoordeelt de *bacheloropleiding Sterrenkunde* 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 Project¹, 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.

¹ 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

De eindtermen van de opleiding worden in algemene zin beschreven in het algemene deel van de OER van de FWN:

Afgestudeerden van de opleiding hebben de onderstaande eindkwalificaties bereikt, gerangschikt volgens de Dublin-descriptoren:

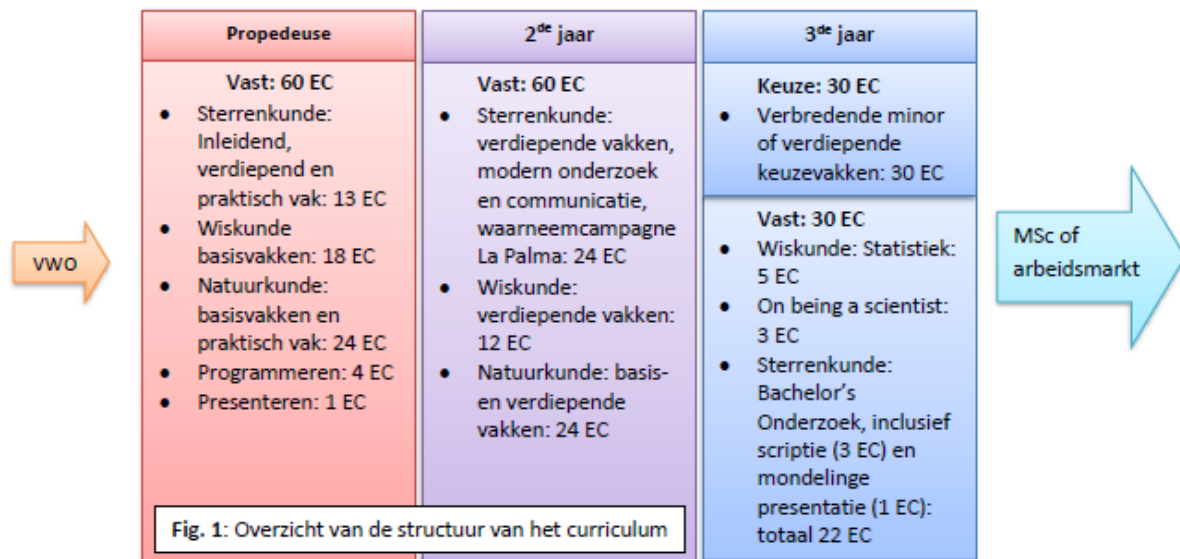
- kennis van en inzicht in de basisvakken, actuele concepten en werkwijzen van de gekozen discipline;
- in staat zijn om zich zelfstandig verder te verdiepen in relevante onderwerpen en om zich te bekwamen in de noodzakelijke vaardigheden voor een vervolgstudie die een hoog niveau van autonomie veronderstelt;
- voldoende theoretische en praktische vaardigheden op het gebied van de gekozen discipline om onder (strikte) supervisie onderzoek te kunnen uitvoeren;
- het vermogen om kritisch te denken, te abstraheren, en een wetenschappelijke probleemstelling te analyseren;
- inzicht in de wijze waarop gangbare hypothesen via experimenten kunnen worden getoetst, en hoe verworven kennis kan leiden tot theorievorming;
- inzicht in de positie van verschillende deelgebieden binnen het geheel van de discipline en hun relatie tot aanpalende wetenschapsgebieden;
- de vaardigheid om met vakgenoten te communiceren over onderzoeksresultaten;
- voldoende kennis en begrip van de maatschappelijke rol van de natuurwetenschappen om vanuit opgedane kennis en inzicht te kunnen reflecteren op wetenschappelijke en maatschappelijke problemen.

Specifiek voor de opleiding sterrenkunde, worden, gelet op de geformuleerde doelstellingen in de zelfevaluatie, hiervan de volgende eindtermen afgeleid:

De afgestudeerde heeft:

1. kennis van en inzicht in de basisbegrippen en werkwijzen van de sterrenkunde en de wiskundige en natuurkundige grondslagen hiervan;
2. kennis van en inzicht in de belangrijkste deelgebieden en actuele concepten van de sterrenkunde;
3. het vermogen tot abstractie en analyse van een wetenschappelijk probleem;
4. wiskundige, natuurkundige, experimentele en programmeervaardigheden die aansluiten bij de sterrenkunde en het niveau van de opleiding;
5. inzicht in en ervaring met de empirische cyclus en omgang met meetgegevens;
6. het vermogen en de kennis om onder (strikte) supervisie, zelfstandig of in teamverband, onderzoek uit te voeren;
7. een zelfstandige, wetenschappelijk kritische houding en werkwijze;
8. kennis en begrip van de ethische aspecten van wetenschappelijk handelen;
9. vaardigheid in communicatie van onderzoeksresultaten met vakgenoten;
10. het vermogen tot zelfstandige verdere verdieping in onderwerpen binnen of gerelateerd aan de sterrenkunde.

BIJLAGE 3: OVERZICHT VAN HET PROGRAMMA



BIJLAGE 4: BEZOEKPROGRAMMA

Dinsdag 23 april

- 09.00 – 09.15 Aankomst en welkom
- 09.15 – 11.00 Voorbereidend overleg
- 11.00 – 12.00 **Interview Inhoudelijk verantwoordelijken**
- 12.00 – 12.30 Inloopspreekuur
- 12.30 – 13.30 Lunch / bestuderen documentatie
- 13.30 – 14.15 **Rondleiding**
- 14.15 – 14.30 Pauze / uitloop
- 14.30 – 15.30 **Interview Studenten bachelor Natuurkunde + Sterrenkunde**
- 15.30 – 15.45 Pauze
- 15.45 – 16.30 **Interview Studenten master Sterrenkunde**
- 16.30 – 17.15 **Interview Studenten master Natuurkunde**
- 17.15 – 17.45 Intern overleg

Woensdag 24 april

- 09.00 – 09.30 Aankomst en voorbereiding
- 09.30 – 10.15 **Interview docenten Sterrenkunde (bachelor + master)**
- 10.15 – 11.00 **Interview docenten Natuurkunde (bachelor + master)**
- 11.00 – 11.30 Pauze
- 11.30 – 12.15 **Interview Examencommissie**
- 12.15 – 13.15 Intern overleg (incl. lunch)
- 13.15 – 14.00 **Interview formeel verantwoordelijken**
- 14.00 – 16.00 Opstellen oordelen
- 16.00 – 16.15 **Mondelinge rapportage**
- 16.15 – 17.00 **Ontwikkelgesprek**
- 17.15 – 17.30 Afronding

BIJLAGE 5: BESTUDEERDE EINDWERKEN EN DOCUMENTEN

Het panel heeft voorafgaand aan het bezoek 10 eindwerken van in totaal 15 studenten bestudeerd van de bacheloropleiding Sterrenkunde. 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):

- Beoogde leerresultaten
- Curriculumoverzicht
- Beschrijving opleidingsinhoud (studiegids, elektronische leeromgeving en een selectie studiematerialen)
- Selectie tentamenopgaven en uitwerkingen
- Onderwijs- en Examenreglement
- Overzicht van stafleden
- Lijst met afstudeerwerken
- Jaarverslagen examencommissie Sterrenkunde
- Jaarverslagen opleidingscommissie bachelor Natuurkunde en Sterrenkunde
- Notulen opleidingscommissie bachelor Natuurkunde en Sterrenkunde
- Documentatie verplichte matching