

**BACHELOROPLEIDING  
NATUUR- EN STERRENKUNDE**

FACULTEIT BÈTAWETENSCHAPPEN

**UNIVERSITEIT UTRECHT**

QANU  
Catharijnesingel 56  
PO Box 8035  
3503 RA Utrecht  
The Netherlands

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

<b>RAPPORT OVER DE BACHELOROPLEIDING NATUUR- EN STERRENKUNDE VAN DE UNIVERSITEIT UTRECHT .....</b>	<b>5</b>
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
<b>BIJLAGEN .....</b>	<b>23</b>
BIJLAGE 1: DOMEINSPECIFIEK REFERENTIEKADER .....	25
BIJLAGE 2: BEOOGDE LEERRESULTATEN.....	28
BIJLAGE 3: OVERZICHT VAN HET PROGRAMMA .....	29
BIJLAGE 4: BEZOEKPROGRAMMA .....	31
BIJLAGE 5: BESTUDEERDE EINDWERKEN EN DOCUMENTEN .....	32

Dit rapport is vastgesteld op 4 oktober 2019





# RAPPORT OVER DE BACHELOROPLEIDING NATUUR- EN STERRENKUNDE VAN DE UNIVERSITEIT UTRECHT

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 Natuur- en Sterrenkunde

Naam van de opleiding:	Natuur- en Sterrenkunde
CROHO-nummer:	56984
Niveau van de opleiding:	bachelor
Oriëntatie van de opleiding:	academisch
Aantal studiepunten:	180 EC
Afstudeerrichtingen:	Experimentele natuurkunde Klimaatnatuurkunde Theoretische natuurkunde
Locatie:	Utrecht
Variant:	voltijd
Onderwijstaal:	Nederlands
Inleverdatum NVAO:	01/11/2019

Het bezoek van het visitatiepanel Natuur- en Sterrenkunde aan de Faculteit Bètawetenschappen van Universiteit Utrecht vond plaats op 4 en 5 juni 2019.

## ADMINISTRATIEVE GEGEVENS VAN DE INSTELLING

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

## SAMENSTELLING VAN HET PANEL

De NVAO heeft op 14 januari 2019 ingestemd met de samenstelling van het panel. Het panel dat de bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde 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;
- 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;



- B. N. R. (Bram) Lap BSc, masterstudent Astronomy aan de Rijksuniversiteit Groningen [student-lid];

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

## WERKWIJZE VAN HET PANEL

De bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde aan de Faculteit Bètawetenschappen van de Universiteit Utrecht 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 [student-lid];
- B. N. R. (Bram) Lap BSc, masterstudent Astronomy aan de Rijksuniversiteit Groningen [student-lid].
- L. (Laura) Scheffer BSc, masterstudent Physics aan de Universiteit Utrecht [student-lid].

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 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 stelde 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 15 eindwerken, met een evenwichtige spreiding in cijfers, afstudeervarianten en begeleiders.

### *Bezoek*

Het visitatiebezoek aan de Universiteit Utrecht vond plaats op 4 en 5 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 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 de conceptrapporten op basis van de bevindingen van het panel en legde die vervolgens voor aan een collega-projectleider voor een collegiale toets. Daarna vroeg de secretaris de panelleden om de rapporten te bekijken en van feedback te voorzien. Na verwerking van de feedback en na akkoord van het panel stuurde de secretaris de rapporten naar de faculteit met het verzoek om feitelijke onjuistheden te melden. De feitelijke onjuistheden werden na overleg met de voorzitter door de secretaris gecorrigeerd. Vervolgens werden de rapporten door het panel vastgesteld en toegestuurd aan de Faculteit Bètawetenschappen en aan het College van Bestuur van de Universiteit Utrecht.

### *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 Natuur- en Sterrenkunde profileert zich overtuigend als een brede opleiding in de natuurkunde opgebouwd rond het verwerven van problem-solving skills. Studenten hebben ruime mogelijkheden zich te verdiepen of te verbreden in een door hen gewenste richting. Het panel is met name positief over de unieke mogelijkheid tot verdieping richting klimaatfysica. 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. De opleiding heeft aandacht voor het actualiseren van de beoogde leerresultaten en de aansluiting hiervan bij ontwikkelingen in het veld. Wat betreft het sterrenkundeonderwijs beveelt het panel de opleiding aan om een heldere keuze te maken: versterking van het sterrenkundeonderwijs en het opnemen hiervan in de beoogde leerresultaten om de opleidingsnaam adequaat af te dekken, of het afstoten hiervan en het aanpassen van de opleidingsnaam.

De onderwijsleeromgeving van de opleiding is zo ingericht dat het studenten in staat stelt de beoogde leerresultaten te behalen. Het curriculum is degelijk vormgegeven en vormt een sterke basis in de natuurkunde, met ruime mogelijkheid tot verbreiding of verdieping via keuzecursussen. Het panel is van oordeel dat de opleiding het gehalte Sterrenkunde in het curriculum dient te versterken om een profilering als opleiding Natuur- en Sterrenkunde te rechtvaardigen. Het panel waardeert de integratie van theorie, experiment en simulatie in de opleiding. Het adviseert de leerlijn academische vaardigheden beter te verankeren in de major om te garanderen dat het onderwijs in deze vaardigheden voor alle studenten vergelijkbaar is.

Het panel beveelt de opleiding aan om te voorkomen dat studenten verplicht zijn hun vrije keuzeruimte in het curriculum te gebruiken voor voorbereidende cursussen van de aansluitende masteropleiding Physics als zij deficiënties willen voorkomen. Dit zou zij kunnen doen door meer ruimte in het curriculum te maken voor deze voorbereidende cursussen, ofwel door met de masteropleiding in gesprek te gaan over de aansluiting tussen beide opleidingen.

De docenten zijn bekwaam en bereikbaar voor studenten. De opleiding besteedt veel zorg aan professionalisering van het docententeam, waarbij het panel met name het hoge percentage SKO-gekwalificeerde docenten prijst. De opleiding biedt alle ruimte en faciliteiten voor de inzet van innovatieve werkvormen, en de geboden onderwijsfaciliteiten zijn up-to-date. Het panel waardeert de inspanning die de opleiding levert om de studeerbaarheid en het studiesucces in het eerste jaar te vergroten, en de extra uitdaging die het studenten biedt door hen in staat te stellen een dubbele bachelor te volgen. De keuze om de Engelse onderwijstaal geleidelijk in de opleiding te introduceren is volgens het panel passend.

De bacheloropleiding Natuurkunde- en Sterrenkunde heeft een adequaat systeem van toetsing dat studenten in voldoende mate toetst op alle beoogde leerresultaten. Een kwaliteitszorgsysteem met een vierogenprincipe rondom het opstellen van toetsvragen en het beoordelen van eindprojecten, regelmatige steekproeven op de kwaliteit van toetsing en eindwerken en het goed opgezette en gebruikte beoordelingsformulier voor het eindwerk bevordert de validiteit en transparantie van de toetsing. Het formulier zou nog verder verbeterd kunnen worden door de cijfers van de twee beoordelaars beiden op te nemen, en de gebruikte labels in de *rubric* verder te verfijnen. Het panel acht de beoordelingssystematiek voor het eindwerk van de dubbele bachelor passend, en moedigt de opleiding aan scherp te blijven dat de beoogde leerresultaten van beide opleidingen hierin worden gedekt. Het panel adviseert om gekoppeld aan het uitbreiden van de leerlijn academische vaardigheden in de major ook meer variatie in toetsvormen te introduceren, zoals meer schrijfopdrachten en presentaties. Ook beveelt het panel aan om tenminste voor practicumverslagen en eindwerken een plagiaatcheck verplicht te stellen. De examencommissie vervult haar rol in de kwaliteitsborging van toetsing adequaat. Een gecentraliseerd systeem van toetsing met een gekoppelde centrale examencommissie is volgens het panel passend bij de onderwijsfilosofie van de



instelling, en maakt het mogelijk om coherentie en eenduidigheid te bereiken in de organisatie en beoordelingswijze van toetsing in een omgeving waar studenten regelmatig cursussen bij andere opleidingen volgen.

Het panel stelt vast dat de eindwerken van de bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde over het algemeen een goede tot hoge kwaliteit hebben, en laten zien dat studenten de beoogde leerresultaten van de opleiding realiseren. De alumni van de opleiding stromen grotendeels door naar een masteropleiding Physics of een gerelateerde opleiding. Uitstroom richting sterrenkunde komt nauwelijks voor, wat volgens het panel het belang van extra investeringen in deze richting onderstreept.

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

*Bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde*

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, Peter Hildering MSc, 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

## **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**

### *Missie en visie*

De bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde van de Universiteit Utrecht is onderdeel van de Faculteit Bètawetenschappen, en is daarbinnen samen met de andere bacheloropleidingen ondergebracht bij de Undergraduate School (UGS) Bètawetenschappen. Deze UGS draagt zorg voor de kwaliteitsbewaking van de opleiding en organiseert een gemeenschappelijke opleidings- en examencommissie voor alle opleidingen binnen de School. De Universiteit Utrecht hecht binnen haar onderwijs grote waarde aan individuele keuzevrijheid van studenten, en geeft hen de mogelijkheid om hun curriculum zo in te richten dat zij hun eigen doelen kunnen realiseren. De gecentraliseerde organisatie van kwaliteitszorg is bedoeld om het studenten gemakkelijker te maken keuzeonderwijs bij een andere opleiding te volgen. Het onderwijsgevend personeel van de opleiding is grotendeels aangesloten bij het departement Natuurkunde binnen de faculteit.

De opleiding wil studenten een brede basiskennis op het gebied van de natuurkunde aanbieden, en legt daarbij de nadruk op het ontwikkelen van *problem-solving skills*. Studenten hebben daarbinnen de mogelijkheid zich te verdiepen en zich hiermee voor te bereiden op één van de richtingen binnen de masteropleiding in het departement (theoretische natuurkunde, experimentele natuurkunde en klimaatfysica) of een vergelijkbare opleiding daarbuiten. Ook kunnen studenten kiezen om zich binnen de randvoorwaarden van de opleiding te verbreden richting het inzetten van *problem-solving skills* voor maatschappelijke problemen. De opleiding definieert drie zwaartepunten binnen haar onderwijsvisie:

- De opleiding biedt *theorie*, *simulatie* en *experiment* geïntegreerd aan om studenten de samenhang tussen deze drie benaderingen te tonen. Dit sluit aan bij het onderzoek binnen het departement, waarbij deze componenten samenkomen in het onderzoek.
- Om de ontwikkeling van alle studenten te stimuleren wil de opleiding een *uitdagende leeromgeving* aanbieden, waarin studenten zich gestimuleerd voelen het beste uit zichzelf te halen, bijvoorbeeld door een uitdagende dubbele bachelor met wiskunde of scheikunde, honoursonderwijs of extracurriculaire activiteiten zoals symposia en excursies.
- De docenten zijn de kern van de opleiding, en geven het onderwijs samen vorm in een actieve *docent-gemeenschap*. Als actief onderzoeker zijn zij rolmodel voor de studenten. Ontwikkelingen en innovaties binnen de opleiding komen in principe van onderaf, waarbij de opleidingsdirecteur eerder activator dan initiator is.

Het panel is positief over het heldere profiel van de opleiding en de opbouw van de opleiding rondom *problem-solving skills*. Dit thema zorgt voor verbinding binnen het inhoudelijk brede en gevarieerde karakter van de opleiding. Het universitair brede beleid rondom keuzevrijheid en ontwikkelingsmogelijkheden is duidelijk zichtbaar binnen de opleiding en geeft studenten ruime mogelijkheden zich te ontwikkelen. Het panel is met name positief over de mogelijkheid om binnen de bacheloropleiding al te specialiseren richting klimaatfysica, een unieke mogelijkheid binnen de natuurkundeopleidingen in Nederland met een zeer grote maatschappelijke relevantie.

### *Beoogde leerresultaten*

De opleiding heeft zijn beoogde leerresultaten (zie Bijlage 2) vormgegeven aan de hand van het domeinspecifiek referentiekader Natuurkunde (zie Bijlage 1) en de generieke eindtermen van de UGS



Bètawetenschappen. Het domeinspecifiek referentiekader, dat alle natuur- en sterrenkundeopleidingen in Nederland gebruiken, is de internationale standaard voor opleidingen in het vakgebied. Het 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, inzicht en vaardigheden die iedere bachelorstudent natuur- of sterrenkunde zou moeten bezitten, onafhankelijk van zijn of haar specialisatie-richting. De eindtermen van de Undergraduate School beschrijven op generiek niveau welke kennis, inzicht en vaardigheden een bachelorstudent van de faculteit zou moeten bezitten na afronding van de opleiding. In 2016 heeft een commissie binnen de opleiding gekeken naar de koppeling van de eindtermen van de opleiding aan het domeinspecifiek referentiekader en de eindtermen van de UGS. Daarnaast heeft de commissie ook het Vision Paper 2025 voor de Nederlandse natuurkunde, het advies van het Platform Bèta Techniek over het natuurkundeonderwijs en de aanbevelingen van de vorige visitatiecommissie naast de beoogde leerresultaten gelegd. De opleiding heeft het panel het resulterende commissierapport getoond, en de aanpassingen die op basis van dit rapport aan de leerresultaten zijn gemaakt.

Het panel heeft de beoogde leerresultaten van de opleiding en het commissierapport bestudeerd en is van oordeel dat de beoogde leerresultaten een adequaat en inzichtelijk beeld geven van de eindkwalificaties die studenten van de opleiding dienen te bezitten. Door de ontwikkelingen binnen het veld expliciet bij de analyse van de beoogde leerresultaten te betrekken, houdt de opleiding zijn doelen daarnaast actueel. De academische oriëntatie en het niveau van de opleiding zijn duidelijk zichtbaar door de expliciete koppeling aan de Dublin-descriptoren in het domeinspecifiek referentiekader, en de academische vaardigheden zoals probleemoplossend vermogen, onderzoeksvaardigheden en ethisch gedrag uit de UGS eindtermen. Het panel is positief over de gelijkstelling 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.

### *Sterrenkunde*

Hoewel de opleiding Natuur- en Sterrenkunde heet, komt zowel in het opleidingsprofiel als in de beoogde leerresultaten sterrenkunde niet expliciet aan bod. Het panel heeft hier met de opleiding over gesproken. Na de opheffing van het departement Sterrenkunde aan de Universiteit Utrecht in 2012 heeft de opleiding dit element van de opleiding willen behouden om studenten de mogelijkheid te geven door te stromen naar een masteropleiding Sterrenkunde elders. Sterrenkunde maakt echter geen deel uit van de kern cursussen, en is daarom niet opgenomen in de beoogde leerresultaten. In de communicatie richting aankomende studenten benadrukt de opleiding, zoals aanbevolen door de vorige visitatiecommissie, dat het mogelijk is om in Utrecht cursussen Sterrenkunde te volgen, maar dat een volledige specialisatie in deze richting niet mogelijk is. De studenten die het panel heeft gesproken bevestigen dit.

Het panel heeft de inrichting van het sterrenkunde-onderwijs binnen de bacheloropleiding bestudeerd (zie Standaard 2) en is van oordeel dat dit beperkter is ingericht dan bij de andere bacheloropleidingen Natuur- en Sterrenkunde in Nederland. Het curriculum kent geen verplichte sterrenkundecursussen, en onder het onderwijsgevend personeel zijn geen onderzoekers in de sterrenkunde. Het panel is van oordeel dat het sterrenkundeonderwijs versterking behoeft om de lading van de opleidingsnaam te kunnen dekken, en om dit onderdeel van het onderwijs in lijn te brengen met de eigen opleidingsvisie. De opleiding beoogt immers haar onderwijs te laten verzorgen door actieve onderzoekers in het veld, wat bij het sterrenkundeonderwijs op dit moment niet het geval is. Het beveelt de opleiding aan om een heldere keuze te maken. Ofwel de opleiding kiest voor het uitbreiden van het sterrenkundeonderwijs, het inbedden hiervan in een actieve onderzoeksomgeving en het opnemen van beoogde leerresultaten op het gebied van de sterrenkunde, ofwel de opleiding stoot sterrenkunde af en past de opleidingsnaam hierop aan. Een verdere uitwerking van dit punt met het oog op de onderwijsleeromgeving is opgenomen in Standaard 2.

## Overwegingen

De bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde profileert zich overtuigend als een brede opleiding in de natuurkunde opgebouwd rond het verwerven van problem-solving skills. Studenten hebben ruime mogelijkheden zich te verdiepen of te verbreden in een door hen gewenste richting. Het panel is met name positief over de unieke mogelijkheid tot verdieping richting klimaatfysica. 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. De opleiding heeft aandacht voor het actualiseren van de beoogde leerresultaten en de aansluiting hiervan bij ontwikkelingen in het veld. Wat betreft het sterrenkundeonderwijs beveelt het panel de opleiding aan om een heldere keuze te maken: versterking van het sterrenkundeonderwijs en het opnemen hiervan in de beoogde leerresultaten om de opleidingsnaam adequaat af te dekken, of het afstoten hiervan en het aanpassen van de opleidingsnaam.

## Conclusie

*Bacheloropleiding Natuur- en 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 Natuur- en Sterrenkunde kent 82.5 EC aan verplichte majorcursussen, 52.5 EC majorgebonden keuzecursussen en 45 EC vrije ruimte (profilering). De verplichte majorcursussen zijn in het eerste en tweede jaar ingeroosterd, en bevatten de basistheorieën van de natuurkunde (relativistische en klassieke mechanica, elektromagnetisme, kwantummechanica, golven & optica, statistische fysica), de bijbehorende wiskundige en experimentele technieken en het bacheloronderzoek. De majorgebonden keuzecursussen starten halverwege het eerste jaar, en hebben het zwaartepunt in het tweede en derde jaar. Dit zijn cursussen die verdiepend zijn ten opzichte van de cursussen in de major, of verbredend in de richting van de onderzoeksexpertise van het departement (theoretisch, experimenteel of klimaat). Studenten kunnen zich via deze cursussen alvast voorsorteren voor een eventuele specialisatie binnen de masteropleiding Physics. De opleiding heeft hiertoe in overleg met de masteropleiding Physics studiepaden gedefinieerd die studenten ondersteunen zich optimaal voor te bereiden op hun gewenste masterspecialisatie. De profileringsruimte tenslotte is, in lijn met de onderwijsfilosofie van de Universiteit Utrecht, een vrije keuzeruimte waarin studenten naar eigen inzicht cursussen op bachelorniveau kunnen volgen binnen het aanbod van de universiteit of daarbuiten. Studenten ronden hun opleiding af met een bacheloronderzoek van 15 EC waarin zij zelfstandig een (deel)onderzoek doen binnen het onderzoeksprogramma van een onderzoeker van het departement Natuurkunde.

De opleiding biedt academische vaardigheden zoals schrijven, presenteren en wetenschappelijke integriteit geïntegreerd aan in het curriculum als onderdeel van de verplichte majorcursussen en majorgebonden keuzecursussen. Experimentele vaardigheden verkrijgen studenten door zelf experimenten en simulaties uit te voeren in practica, waarbij de opleiding door de opleiding heen een toenemende mate van zelfstandigheid en creativiteit van studenten vraagt. De opleiding biedt deze practica aan binnen de verplichte majorcursussen, zodat studenten, in lijn met de opleidingsvisie, een combinatie van theorie, experiment en simulatie krijgen aangeboden en hiervan de samenhang leren zien. Wat betreft computationele vaardigheden bekwamen studenten zich in de programmeertaal Python. De opleiding heeft recent gekozen voor deze taal ter vervanging van Mathematica, omdat Python in toenemende mate door het veld wordt gebruikt in natuurkundig



onderzoek. Naar aanleiding van aanbevelingen van het vorige visitatiepanel heeft de opleiding extra geïnvesteerd in arbeidsmarktoriëntatie. De opleiding organiseert samen met de studievereniging op een roostervrije dag een arbeidsmarktoriëntatiedag waar bedrijven zichzelf presenteren. Daarnaast is er op de faculteit een career officer aangesteld die studenten kan adviseren over hun vervolgcarrière.

Het panel heeft het curriculum van de bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde en de inhoud van een aantal cursussen bestudeerd, en is van oordeel dat de opleiding een sterk en solide curriculum biedt dat alle componenten bevat die van een bacheloropleiding natuurkunde verwacht mogen worden. Het panel is met name positief over de zorgvuldig opgebouwde leerlijn rondom de practica, en de geïntegreerde benadering van theorie, experiment en simulatie. Hierdoor leren studenten vraagstukken vanuit verschillende hoeken te benaderen, en kunnen zij hun problem-solving skills verder ontwikkelen. De extra investeringen in arbeidsmarktoriëntatie acht het panel passend en adequaat in reactie op de aanbevelingen van het vorige visitatiepanel. Het panel geeft nog in overweging mee om gastdocenten uit het bedrijfsleven uit te nodigen om de band met het werkveld te versterken. Het panel merkt op dat de leerlijn academische vaardigheden deels gebruikmaakt van de majorgebonden keuzecursussen, die niet door alle studenten worden gevolgd. De studenten bevestigen in zowel het studenthoofdstuk als tijdens de gesprekken dat niet alle studenten in dezelfde mate onderwijs in alle academische vaardigheden krijgen. Zo kan het bijvoorbeeld gebeuren dat studenten door een bepaalde combinatie aan majorgebonden keuzecursussen te kiezen pas in het derde jaar voor het eerst een presentatie hoeven te geven. Het panel adviseert de opleiding om de leerlijn academische vaardigheden beter te verankeren in de major om te garanderen dat alle studenten een gelijkwaardige leerlijn kunnen doorlopen.

Het panel waardeert de vrijheid die de opleiding studenten geeft om zich te verbreden via de majorgebonden keuzecursussen en de profileringsruimte. Wel merkt het panel daarbij op dat het voor studenten niet altijd aantrekkelijk is om de profileringsruimte voor verbreding te gebruiken. Studenten die de profileringsruimte niet gebruiken om zich te specialiseren richting theoretische natuurkunde, experimentele natuurkunde of klimaatfysica beginnen bij een eventuele overgang naar de masteropleiding Physics met een deficiëntie van 15 EC. Ook meldden studenten aan het panel dat zij vaak nog geen definitieve keuze willen of kunnen maken voor een vervolgopleiding, en daarom de profileringsruimte gebruiken om cursussen in alle drie de masterrichtingen te volgen en zo hun opties openhouden. Het panel noemt het onwenselijk dat studenten tenminste 15 EC moeten opofferen van ruimte die als 'vrij' is bestempeld om zonder deficiëntie aan de gekoppelde masteropleiding te beginnen. Dit kan studenten belemmeren om zich te verbreden in een andere richting of bijvoorbeeld een buitenlandstage te volgen, of tot onnodige studievertraging leiden. Het adviseert de opleiding om dit aan te pakken, ofwel door meer ruimte in het curriculum te maken voor deze voorbereidende cursussen, ofwel door met de masteropleiding Physics in gesprek te gaan over de aansluiting tussen beide opleidingen. Zo kan de 45 EC aan keuzeruimte door studenten ook daadwerkelijk vrij worden ingevuld.

### *Sterrenkunde*

Zoals besproken onder standaard 1 is sterrenkunde geen onderdeel van het verplichte curriculum. De opleiding kent een aantal majorgebonden keuzecursussen op het gebied van sterrenkunde (Zwarte Gat, Stellaire Astrofysica en Kosmologie), en biedt geïnteresseerde studenten de mogelijkheid om een bacheloronderzoek op het gebied van sterrenkunde uit te voeren bij een andere universiteit of bij Stichting Ruimteonderzoek Nederland (SRON), dat op het Utrecht Science Park is gevestigd. Het panel is van oordeel dat de opleiding het sterrenkundeonderwijs dient te versterken om zich als bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde te kunnen blijven profileren. Het panel beveelt aan om, net als bij de andere Nederlandse bacheloropleidingen Natuur- en Sterrenkunde, tenminste één verplichte cursus sterrenkunde in het curriculum op te nemen, en daarnaast een coherente set theoretische en experimentele keuzecursussen sterrenkunde aan te bieden die leidt tot het doen van een bacheloronderzoek op het gebied van de sterrenkunde. Omdat de opleiding zichzelf ten doel stelt om onderwijs te laten verzorgen door actieve onderzoekers in het veld, zou de opleiding daarnaast sterrenkundigen moeten aantrekken om dit onderwijs te verzorgen. De opleiding

zou dit bijvoorbeeld kunnen doen door een samenwerking met een andere instelling aan te gaan, of te investeren in het eigen onderwijsgevend personeel.

#### *Dubbele bachelors (TWIN)*

De opleiding faciliteert het combineren van de bacheloropleiding natuurkunde met scheikunde of wiskunde binnen drie jaar (TWIN). Deze TWIN-studenten volgen hierbij een curriculum van 225 EC dat voldoet aan de eisen van beide bacheloropleidingen. Bij deze TWIN-bachelors is een groot deel van de keuzeruimte ingevuld met cursussen van de tweede opleiding, en is het toegestaan om één eindwerk te schrijven over een onderwerp op het snijvlak van beide disciplines. Na afronding van dit gecombineerde curriculum ontvangen studenten voor beide opleidingen een bachelordiploma. De dubbele bachelor is populair: rond de 40% van de studenten volgt een dubbele bachelor met Scheikunde of Wiskunde. Het panel is positief over de mogelijkheid een dubbele bachelor te volgen. 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 kunnen afronden.

#### *Onderwijsgevend personeel*

De docenten van de opleiding zijn bijna allemaal actieve onderzoekers van het departement Natuurkunde, en introduceren hun eigen onderzoeksexpertise in het onderwijs, met name in het derde bachelorjaar. De wetenschappelijke staf van het departement Natuurkunde is 43.9 fte (per 2018), waarbij iedere medewerker voor 40% met een onderwijsopdracht is aangesteld. Op een totale studentenpopulatie van gemiddeld zo'n 600 studenten (bachelor en master gecombineerd) is dat een staf-studentratio rond de 33-35 studenten per fte. Om deze onderwijsdruk voor de wetenschappelijke staf te verminderen maakt de opleiding naast de gebruikelijke teaching assistants (TA's: ouderejaars studenten of promovendi die werkcolleges begeleiden) ook gebruik van zogenaamde super-TA's. Dit zijn promovendi of postdocs die voor drie maanden langer dan gebruikelijk aangesteld worden, en deze tijd volledig voor onderwijsondersteuning gebruiken. De nadruk ligt hierbij op het begeleiden van TA's en het ondersteunen van onderwijsvernieuwingen.

De opleiding streeft ernaar om alle docenten een Basiskwalificatie Onderwijs (BKO) te laten behalen, en stimuleert daarnaast het behalen van de Senior Kwalificatie Onderwijs (SKO). 89% van de docenten heeft inmiddels een BKO behaald, en 59% een SKO. Docenten die een SKO behalen, nemen tijdens hun opleiding een deel van het curriculum door en doen daarbij aanbevelingen voor mogelijke verbeteringen. De SKO-opleiding heeft daarmee direct een positief aspect op de kwaliteitszorg rond de opleiding. Recent heeft de opleiding docentteams ingesteld rondom bepaalde terreinen binnen het curriculum (o.a. practicum, mechanica, elektromagnetisme), die jaarlijks onderling hun onderwijs op elkaar afstemmen en mogelijkheden bespreken om meer synergie tussen de cursussen aan te brengen.

Het panel is positief over het onderwijsgevend personeel van de opleiding. Zij zijn actieve onderzoekers en gekwalificeerde docenten, en zijn daardoor in staat om als rolmodel voor de studenten op te treden. De studenten die het panel heeft gesproken prijzen de didactische kwaliteit, open houding en beschikbaarheid van hun docenten. Ondanks hun hoge werkdruk reageren ze snel, en voelen studenten zich welkom om vragen en verzoeken te bespreken. Het panel complimenteert de opleiding met het hoge niveau van professionalisering van het docententeam, wat zich uit in het opvallend hoge percentage SKO's en de afstemming van het onderwijs binnen docententeams. Het is daarnaast van oordeel dat de super TA's een goed middel zijn om de onderwijslast van de wetenschappelijke staf te verminderen zonder in te leveren op de begeleiding van studenten binnen de cursussen.

#### *Didactiek*

De opleiding maakt in de cursussen overwegend gebruik van de traditionele onderwijsvorm van het hoorcollege, gecombineerd met een werkcollege voor een kleinere groep studenten waarbij zij zich via opgaven verder kunnen verdiepen. De hoorcolleges zijn de laatste jaren aan verandering onderhevig. Gestimuleerd door het BKO en SKO-onderwijs experimenteren steeds meer docenten



met nieuwe onderwijsvormen zoals *blended learning*, interactieve quizen en pencasts. Binnen de faculteit is een speciale afdeling aanwezig die geïnteresseerde docenten ondersteunt bij digitale onderwijsvernieuwing. Ook kan een docent super-TA's (zie boven) inzetten voor de ondersteuning van onderwijsinnovatie. Docenten geven daarnaast aan dat zij desgewenst een opleiding kunnen volgen om specifieke onderwijsvormen te leren gebruiken, en dat zij onderling *best practices* uitwisselen. Het panel is positief over de didactiek van de opleiding en de ondersteuning voor innovatieve werkvormen. Het stimuleert de opleiding deze ontwikkeling door te zetten en de onderwijsvormen te blijven vernieuwen.

### *Studeerbaarheid*

De opleiding besteedt veel zorg aan het bevorderen van de studeerbaarheid van het curriculum. Net als vergelijkbare bacheloropleidingen Natuurkunde kent de opleiding een hoge uitval (ongeveer 30%) in het eerste jaar, vaak omdat de opleiding niet aan de verwachtingen voldoet of deze moeilijker is dan gedacht. Om dit aan te pakken heeft de opleiding verplichte matching geïntroduceerd. Hierbij doorlopen aspirant-studenten voor inschrijving een programma met een proefcollege en aansluitend een toets over het college. Op basis hiervan voert de opleiding een matchingsgesprek met de student, en krijgt deze advies over inschrijving in de opleiding. De effecten van deze matching zijn vooralsnog beperkt. Uit nader onderzoek van de opleiding blijkt dat motivatie en het beeld van de opleiding niet het grootste probleem is, maar dat er vooral een sterke correlatie is tussen het eindcijfer wis- en natuurkunde op het vwo en de kans op uitval in het eerste jaar.

Om studenten verder te begeleiden bij de aansluiting tussen het vwo en het bacheloronderwijs deelt de opleiding eerstejaarsstudenten in tutorgroepen in. Dit zijn groepen van tien studenten die met een ouderejaars studenttutor regelmatig elkaar helpen met issues rondom de overstap van middelbare school naar universiteit. Ook volgen studenten in het kader van hun tutorgroep in de eerste maanden van het studiejaar samen de PrepKlas, een kleinschalige klas waarin zowel inhoudelijke vragen rondom de studie als het leren studeren aan bod komt.

Het vorige visitatiepanel heeft aanbevolen om de studievertraging die ontstond rond het bacheloronderzoek aan te pakken. De opleiding heeft in reactie hierop het eindproject sterker ingekaderd. Het bacheloronderzoek begint nu op vaste tijdstippen in het cursusjaar (aan het begin van het eerste of derde blok), en moet een half jaar later worden ingeleverd. Bij aanvang van het project beschrijven zij op een *application form* hoe het onderzoek eruit zal zien, en welk tijdspad zal worden gehanteerd. Bij overschrijding van de inleverdeadline kunnen studenten niet hoger dan een 6,5 scoren op hun eindwerk. Hiermee wil de opleiding voorkomen dat studenten meer tijd nemen in de hoop op een hoger cijfer. De maatregelen hebben succes wat betreft het rendement van het bacheloronderzoek: vrijwel alle studenten ronden dit nu in een half jaar af. Wat betreft het totale studierendement is er geen duidelijk effect zichtbaar: dit ligt nog steeds rond de 30% afstudeerders na drie jaar en 70% na vier jaar. De redenen hierachter krijgt de opleiding niet goed in beeld. De studenten die het panel heeft gesproken denken dat dit voornamelijk ligt aan de keuzes die studenten zelf maken, bijvoorbeeld voor extracurriculaire activiteiten of door uit interesse meer keuzecursussen te volgen dan vereist.

Het panel is tevreden over de studeerbaarheid van de opleiding. Studenten zien geen grote struikelblokken in het curriculum, en waarderen de inkadering van het bachelorproject. Ook zijn studenten die de PrepKlas en de matching gevolgd hebben positief over de effecten hiervan. Zij zien de matching niet zozeer als een middel om de uitval te verminderen, maar om studenten beter te informeren over de opleiding zodat zij kunnen nagaan of de opleiding bij hun interesses past. Het panel sluit zich hierbij aan en is van oordeel dat de opleiding zijn verantwoordelijkheid neemt en doet wat binnen haar mogelijkheden ligt om uitval te voorkomen en de studeerbaarheid van de opleiding te bevorderen, ook al is dit niet direct zichtbaar in de rendementen.

### *Onderwijstaal*

De bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde maakt gebruik van zowel Nederlands als Engels als onderwijstaal. Het eerste jaar is volledig in het Nederlands, in het tweede jaar is ongeveer de helft



van de cursussen 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 cursussen in de opleiding geleidelijk te laten toenemen, ervaren studenten een geleidelijke overgang tussen het middelbaar onderwijs en Engelstalig academisch onderwijs. Het panel heeft met instemming kennisgenomen van deze keuze. Het is van oordeel dat beheersing van de Engelse taal voor een natuurkundige van groot belang is, en waardeert de manier waarop de opleiding de overgang hiernaar voor studenten vergemakkelijkt. De studenten waarderen deze opzet, en zijn tevreden over de kwaliteit van het Engels van hun docenten.

#### *Onderwijsspecifieke voorzieningen*

De bacheloropleiding kan gebruik maken van recent vernieuwde onderwijsfaciliteiten in het in 2015 opgeleverde Koningsbergergebouw en het in 2017 vernieuwde Minnaertgebouw. Het panel heeft de faciliteiten van dit gebouw bezocht tijdens een rondleiding, en concludeert dat de practicumfaciliteiten up-to-date zijn. Studenten hebben ruim de mogelijkheid om met verschillende materialen en opstellingen te experimenteren. Daarmee is voldaan aan de aanbeveling van het vorige visitatiepanel, dat concludeerde dat de practicumfaciliteiten vernieuwd dienden te worden. Ook is het panel positief voor de vele mogelijkheden aan individuele en groepsworkplekken die de vernieuwde gebouwen bieden.

#### **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 en vormt een sterke basis in de natuurkunde, met ruime mogelijkheid tot verbreding of verdieping via keuzecursussen. Het panel is van oordeel dat de opleiding het gehalte Sterrenkunde in het curriculum dient te versterken om een profilering als opleiding Natuur- en Sterrenkunde te rechtvaardigen. Het panel waardeert de integratie van theorie, experiment en simulatie in de opleiding. Het adviseert de leerlijn academische vaardigheden beter te verankeren in de major om te garanderen dat het onderwijs in deze vaardigheden voor alle studenten vergelijkbaar is.

Het panel beveelt de opleiding aan om te voorkomen dat studenten verplicht zijn hun vrije keuzeruimte in het curriculum te gebruiken voor voorbereidende cursussen van de aansluitende masteropleiding Physics als zij deficiënties willen voorkomen. Dit zou zij kunnen doen door meer ruimte in het curriculum te maken voor deze voorbereidende cursussen, ofwel door met de masteropleiding in gesprek te gaan over de aansluiting tussen beide opleidingen.

De docenten zijn bekwaam en bereikbaar voor studenten. De opleiding besteedt veel zorg aan professionalisering van het docententeam, waarbij het panel met name het hoge percentage SKO-gekwalificeerde docenten prijst. De opleiding biedt alle ruimte en faciliteiten voor de inzet van innovatieve werkvormen, en de geboden onderwijsfaciliteiten zijn up-to-date. Het panel waardeert de inspanning die de opleiding levert om de studeerbaarheid en het studiesucces in het eerste jaar te vergroten, en de extra uitdaging die het studenten biedt door hen in staat te stellen een dubbele bachelor te volgen. De keuze om de Engelse onderwijstaal geleidelijk in de opleiding te introduceren is volgens het panel passend.

#### **Conclusie**

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

<b>Standaard 3: Toetsing</b>
------------------------------

De opleiding beschikt over een adequaat systeem van toetsing.
---

#### **Bevindingen**



### *Systeem van toetsing*

De opleiding hanteert een toetsplan waarbij zij aantoont welke beoogde leerresultaten in welke cursussen getoetst worden. Voor elke cursus is een toetsmatrijs beschikbaar waarbij de relatie tussen de leerdoelen van de cursus en de verschillende onderdelen van de toetsing is vastgelegd. De toetsvorm is hierbij passend bij het te onderwijzen leerdoel. Vaak heeft dit de vorm van een schriftelijk tentamen met open vragen, maar ook practicumverslagen, programmeeropdrachten, presentaties en essays gebruikt de opleiding als toetsvorm. De cursusdocent stelt de toetsvragen en een antwoordmodel op en laat deze door een tweede lezer checken op validiteit, bruikbaarheid, betrouwbaarheid en transparantie. Cursussen hebben in de regel meerdere beoordelingsmomenten, waardoor de student al halverwege de cursus een beeld kan vormen van zijn of haar niveau. De opleiding besteedt in het eerste jaar aandacht aan het bewustmaken van studenten van regels rondom fraude en plagiaat. Het signaleren van plagiaat is de verantwoordelijkheid van de examinerator. De examencommissie heeft verschillende softwarepakketten getest om plagiaat automatisch te laten vaststellen, maar heeft daarvoor geen betrouwbaar pakket kunnen vinden.

De opleiding evalueert jaarlijks de toetsing binnen de cursussen. Dit gebeurt door de Intervisiecommissie, die bestaat uit docenten van verschillende delen van de opleiding. Deze commissie neemt een steekproef van cursussen en bepaalt of de toetsing binnen deze cursussen aansluit bij de leerdoelen van de cursus en voldoet aan kwaliteitseisen. Daarnaast neemt de Intervisiecommissie steekproeven uit de eindwerken en stelt vast aan de hand van het verslag en het beoordelingsformulier of de beoordeling volgens de richtlijnen heeft plaatsgevonden. De commissie rapporteert hierover aan de opleidingsdirecteur en aan de kamer Natuurkunde van de Examencommissie, en stelt hierover een rapport op voor bespreking in het docentoverleg. Op deze wijze komt de toetsing van iedere cursus gemiddeld eens per vier jaar aan bod.

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 cursussen toetst. De check door een tweede lezer op tentamenopgaven en de jaarlijkse steekproeven door de Intervisiecommissie zijn goede methoden om de kwaliteit van de toetsing te borgen. Wat betreft de gebruikte toetsvormen merkt het panel op dat de opleiding binnen de major relatief zwaar leunt op tentamens. Volgens het panel is dit gerelateerd aan de verankering van de leerlijn academische vaardigheden in de major (zie standaard 2). Het panel beveelt aan om met de versterking van het academische vaardigheden in de major ook het gebruik van toetsvormen rondom vaardigheden (essays, presentaties) uit te bouwen. Wat betreft het gebruik van software om te checken op plagiaat beveelt het panel aan om dit zonder meer toe te gaan passen, met name waar dit practicumverslagen en de eindwerken betreft. Naar de mening van het panel is een imperfecte plagiaatcheck nog altijd beter dan geen plagiaatcheck.

### *Beoordeling eindwerken*

Voor de beoordeling van de bacheloreindwerken hanteert de opleiding een beoordelingsformulier waarop studenten een gedetailleerde beoordeling van hun onderzoek krijgen op het gebied van onderzoek, rapportage en presentatie, met daarbij aspecten die zij verder kunnen verbeteren in hun vervolgopleiding. De opleiding gebruikt daarbij *rubrics* om docenten te helpen hun becijfering te bepalen. Ieder eindwerk wordt naast de begeleider die als eerste beoordelaar optreedt ook gelezen door een tweede beoordelaar uit het docententeam. Het cijfer is een gemiddelde van de scores van beide beoordelaars. De twee beoordelaars vullen samen het beoordelingsformulier in, waarbij de gemiddelde score per onderdeel van beide beoordelaars wordt ingevuld. Grote verschillen in becijfering dienen kwalitatief te worden beschreven in de toelichting.

Het panel is positief over de beoordelingssystematiek en de gebruikte formulieren voor het eindwerk. Ook studenten geven aan tevreden te zijn met de inzichtelijkheid van de gegeven cijfers en de uitgebreide mondelinge en schriftelijke feedback die zij ontvangen. Het gebruik van *rubrics* en de rol van de tweede beoordelaar bevordert volgens het panel de validiteit van de becijfering. Het panel heeft een aantal beoordelingsformulieren ingezien, behorend bij de eindwerken die zij voorafgaand

aan het bezoek heeft bestudeerd. Daarbij heeft zij vastgesteld dat de formulieren goed ontworpen zijn en door de beoordelaars zorgvuldig worden ingevuld. Wel zou het formulier aan kracht kunnen winnen als de deeltijfers van beide beoordelaars, die immers al beschikbaar zijn op het moment van invullen, op het formulier zichtbaar zouden zijn, en niet alleen het gemiddelde van hun beoordeling. Wat betreft de *rubrics* merkt het panel op dat het gebruik van kwalitatieve oordelen om een bepaald bereik van cijfers aan te duiden (bijvoorbeeld 'satisfactory' voor 7-8) het risico heeft om tot misverstanden te leiden omdat niet alle beoordelaars dezelfde associatie hierbij zullen hebben. Dit wordt nog versterkt doordat het bereik per categorie niet even groot is. Het panel adviseert om ofwel een kwalitatieve benaming per cijfer te introduceren, ofwel deze kwalitatieve aanduiding achterwege te laten.

#### *Eindwerken TWIN-studenten*

Studenten die een dubbele bachelor met scheikunde of wiskunde volgen, schrijven één scriptie van 22.5 EC over een onderzoek dat bij 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.

In de door het panel bestudeerde eindwerken trof het een tweetal afstudeerwerken van TWIN-studenten aan, waarbij dubbelstudenten natuurkunde met respectievelijk wiskunde en scheikunde op zeer disciplinair onderzoeken waren afgestudeerd die niet op het grensvlak van beide opleidingen lagen. Het panel heeft hierover gesproken met de opleiding. Deze heeft hierop aangegeven dat dit studenten van vóór 2018 betrof, het jaar waarop de aangescherpte regeling voor eindwerken van TWIN-studenten is geïntroduceerd. Hiervoor was het ook de bedoeling dat studenten een onderwerp kozen dat aan beide disciplines raakte, maar werd het werk slechts door één van de disciplines beoordeeld, waardoor één van de twee vakgebieden soms onderbelicht kon blijven. Het panel heeft kunnen verifiëren dat de eindwerken die na 2018 zijn afgerond inderdaad volgens de nieuwe regels door beide opleidingen zijn beoordeeld. Het panel acht deze systematiek passend voor een dubbele bachelor, en adviseert de opleiding scherp te blijven bij het waarborgen dat de beoogde leerresultaten van beide opleidingen gedekt zijn bij de eindwerken van TWIN-studenten.

#### *Functioneren examencommissie*

De UGS heeft een faculteitsbrede examencommissie (EC-UGS) waarin alle bacheloropleidingen Bètawetenschappen vertegenwoordigd zijn. De EC-UGS bespreekt algemene zaken aangaande toetsing en legt het toetsbeleid vast. Opleidingsspecifieke zaken worden besproken door de kamer Natuur- en Sterrenkunde, dat als subcommissie van de EC-UGS functioneert en gemandateerd is om beslissingen te nemen rondom verzoeken zoals vrijstellingen en cursuspakketten binnen de opleiding. Studenten van de opleiding hebben in principe dan ook alleen contact met de kamer Natuur- en Sterrenkunde, en niet met EC-UGS. De EC-UGS bestaat uit de voorzitters van de kamers van alle opleidingen, met daarboven een algemene voorzitter. Zij bespreken onder andere uitzonderingen op regels, bezwaren van studenten tegen besluiten van de kamers, fraudegevallen en issues rondom individuele examinatoren. Kwaliteitsborging van toetsen en het eindwerk door middel van steekproeven heeft de examencommissie gemandateerd aan de Intervisiecommissie, zoals hierboven besproken. De universiteit heeft gekozen voor brede examencommissies met cursusspecifieke kamers om een stevige centrale commissie, waaraan hoge eisen gesteld kunnen worden, te combineren met toegankelijkheid en lokale kennis van de opleidingen.

Het panel heeft de examencommissie gesproken en een aantal jaarverslagen van de commissie bekeken. Het oordeelt dat het systeem met een centrale commissie en kamers per vakgebied adequaat functioneert, en dat de commissie haar taak in de kwaliteitsborging van de toetsing in de opleiding passend uitvoert. Volgens het panel is deze structuur passend bij een onderwijsfilosofie waarbij studenten veel cursussen bij andere opleidingen volgen. Een gecentraliseerd systeem van toetsing met een gekoppelde centrale examencommissie maakt het mogelijk om coherentie en eenduidigheid te bereiken in de organisatie en beoordelingswijze van toetsing.



## Overwegingen

De bacheloropleiding Natuurkunde- en Sterrenkunde heeft een adequaat systeem van toetsing dat studenten in voldoende mate toetst op alle beoogde leerresultaten. Een kwaliteitszorgsysteem met een vierogenprincipe rondom het opstellen van toetsvragen en het beoordelen van eindprojecten, regelmatige steekproeven op de kwaliteit van toetsing en eindwerken en het goed opgezette en gebruikte beoordelingsformulier voor het eindwerk bevordert de validiteit en transparantie van de toetsing. Het formulier zou nog verder verbeterd kunnen worden door de cijfers van de twee beoordelaars beiden op te nemen, en de gebruikte labels in de *rubric* verder te verfijnen. Het panel acht de beoordelingssystematiek voor het eindwerk van de dubbele bachelor passend, en moedigt de opleiding aan scherp te blijven dat de beoogde leerresultaten van beide opleidingen hierin worden gedekt. Het panel adviseert om gekoppeld aan het uitbreiden van de leerlijn academische vaardigheden in de major ook meer variatie in toetsvormen te introduceren, zoals meer schrijfopdrachten en presentaties. Ook beveelt het panel aan om tenminste voor practicumverslagen en eindwerken een plagiaatcheck verplicht te stellen. De examencommissie vervult haar rol in de kwaliteitsborging van toetsing adequaat. Een gecentraliseerd systeem van toetsing met een gekoppelde centrale examencommissie is volgens het panel passend bij de onderwijsfilosofie van de instelling, en maakt het mogelijk om coherentie en eenduidigheid te bereiken in de organisatie en beoordelingswijze van toetsing in een omgeving waar studenten regelmatig cursussen bij andere opleidingen volgen.

## Conclusie

*Bacheloropleiding Natuur- en 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 15 bachelorscripties van de opleiding bestudeerd. Het heeft daarbij geconstateerd dat in alle gevallen het niveau bereikt is dat van een bachelorstudent verwacht kan worden. De gekozen onderwerpen pasten bij experimenteel of theoretisch onderzoek op hoog niveau. De eindwerken lieten in een aantal gevallen uitstekende analytische vaardigheden zien, waarbij het bachelorniveau ruim overstegen werd.

Bij de bestudeerde werken zaten zes eindwerken van TWIN-studenten (vijf met wiskunde en één met scheikunde). Het panel heeft hierbij kunnen vaststellen dat deze eindwerken van voldoende niveau waren, maar in een tweetal gevallen niet goed aansloten bij de natuurkundige inhoud van de opleiding. Gezien de aanpassing van de opzet van het TWIN-eindwerk waardoor deze nu door beide opleidingen beoordeeld worden (zie standaard 3) is het panel overtuigd dat dit in de toekomst voorkomen zal worden.

### *Functioneren alumni*

De alumni van de bacheloropleiding stromen grotendeels door naar de masteropleiding Physics aan dezelfde universiteit (70%). Een klein percentage (<10%) stroomt uit richting de arbeidsmarkt na de bacheloropleiding. Uitstroom naar een master Astronomy komt alleen incidenteel voor, en is de afgelopen twee jaar niet voorgekomen. Tijdens de visitatie heeft de opleiding een aantal alumni gesproken die de masteropleiding Physics aan de Universiteit Utrecht hebben gekozen. Zij zijn tevreden over de aansluiting tussen de bachelor- en masteropleiding, en zien geen noemenswaardige belemmeringen. De grote doorstroom van de bachelor- naar de masteropleiding in Utrecht laat volgens het panel zien dat studenten tevreden zijn met zowel het niveau als de opleiding zelf. De zeer lage uitstroom in de richting sterrenkunde onderstreept volgens het panel het belang van het versterken van deze kant van de opleiding, zoals besproken onder standaard 1 en 2.

### **Overwegingen**

Het panel stelt vast dat de eindwerken van de bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde over het algemeen een goede tot hoge kwaliteit hebben, en laten zien dat studenten de beoogde leerresultaten van de opleiding realiseren. De alumni van de opleiding stromen grotendeels door naar een masteropleiding Physics of een gerelateerde opleiding. Uitstroom richting sterrenkunde komt nauwelijks voor, wat volgens het panel het belang van extra investeringen in deze richting onderstreept.

### **Conclusie**

*Bacheloropleiding Natuur- en 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 Natuur- en Sterrenkunde aan de Universiteit Utrecht als 'voldoet'. Volgens de beslisregels behorend bij het beoordelingskader is het eindoordeel over de opleiding daarmee positief.

### **Conclusie**

Het panel beoordeelt de *bacheloropleiding Natuur- en 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 Project<sup>1</sup>, 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 descriptorren 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 descriptorren 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.

---

<sup>1</sup> 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

### *A. Basiskennis:*

De bachelor Natuurkunde heeft

1. kennis en begrip van de belangrijkste onderwerpen en concepten op de onderstaande gebieden en hun onderlinge fysische en wiskundige relatie:
  - a. Klassieke en Relativistische Mechanica;
  - b. Elektromagnetisme;
  - c. Kwantummechanica;
  - d. Statistische Fysica en Thermodynamica;
  - e. Golfverschijnselen en Optica;
  - f. Structuur van de Materie en/of Stromingsleer;
  - g. Calculus en Lineaire Algebra;
  - h. Numerieke methoden;
2. kennis en begrip van onderwerpen en concepten in minimaal een van de gebieden:
  - a. Theoretische of Experimentele Gecondenseerde Materie;
  - b. Theoretische of Experimentele Deeltjesfysica of Kosmologie;
  - c. Theoretische of Experimentele Klimaatfysica;
3. verbredende en/of verdiepende kennis van onderwerpen (a) uit de eigen discipline, (b) op het snijvlak met andere disciplines of (c) een andere discipline.

### *B. Essentiële vaardigheden:*

De bachelor Natuurkunde beschikt over

1. vaardigheden om eenvoudige wetenschappelijke experimenten onder inachtneming van veiligheids- en milieuaspecten uit te voeren en de belangrijkste onderzoekstechnieken toe te passen, waaronder met name computervaardigheden (wetenschappelijke software, programmeertaal) en technieken voor data-analyse (inclusief foutenanalyse),
2. vaardigheden om zowel gefundeerde schattingen als ook precieze berekeningen van fysische grootheden uit te voeren door het vertalen van fysische concepten en probleemstellingen naar modellen vatbaar voor wiskundige toepassingen.
3. vaardigheden om kennis te vergaren voor het begeleid oplossen van wetenschappelijke problemen (ook van interdisciplinaire aard) uit Engelstalige wetenschappelijke literatuur en andere (data)bronnen, en om deze bronnen kritisch te beoordelen.

### *C. Andere vaardigheden:*

De bachelor Natuurkunde is in staat om

1. in beperkte mate zelfstandig een wetenschappelijk probleem te vertalen in een onderzoeksplan (experimenteel of theoretisch), dat uit te voeren en de resultaten ervan te analyseren en te interpreteren, in relatie tot de relevante literatuur;
2. in professionele context mondeling en schriftelijk te communiceren over zijn vakgebied en zijn onderzoeksresultaten;
3. kritisch te reflecteren over eigen handelen en, zo nodig, consequenties daaraan te verbinden, de wetenschappelijke integriteit in acht te nemen en te reflecteren over maatschappelijke en ethische consequenties van natuurkundig onderzoek;
4. samen te werken in professionele context en constructief feedback te geven aan/te ontvangen van anderen;
5. een weloverwogen keuze te maken voor een vervolgopleiding of beroep.

## BIJLAGE 3: OVERZICHT VAN HET PROGRAMMA

*Verdeling van de verplichte majorgebonden cursussen over de studie jaren.*

Cursuscodes: Relativistische en klassieke mechanica (MERL), Data acquisitie (DATA), Golven&Optica (G&O), Electromagnetisme (Elec), Wiskundige technieken 1, 2, 3 (WT1, WT2, WT3), Quantum mechanica (QM1), Statistische fysica (SF1) en Bacheloronderzoek (BONZ).

	Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4
Jaar 1	MERL	DATA	Elec	G&O
	WT1	WT2		
Jaar 2	SF1	QM1	SvdM	
	WT3		Hydro	
Jaar 3				
			BONZ	

major-verplicht  
  major-keuze  
  profilering

*Verdeling van de majorgebonden keuzecursussen over de studie jaren.*

Cursuscodes: Atmosfeer&Oceaan dynamica (AOD), Quantum nano wereld (QNano), Zwarte gaten (ZwGat), Electrodynamic (EIDyn), Numerieke methoden NumMeth), Klimaatdynamica (KlimDyn), Stromingsleer&Transportverschijnselen (Hydro), Structuur van de materie (SvdM), Experimentele onderzoeksstage (EOS), Stellaire astrofysica (Astro), Voortgezette klassieke mechanica (KM2), Moderne gecondenseerde materie (MGM), Geofysische stromingsleer (GeoStr), Klassieke veldentheorie (KVT), Subatomaire fysica (SubFys), Voortgezette statistische fysica (SF2), Quantum materie (QuMat), Observationale en theoretische kosmologie (Cosmo), Voortgezette quantum mechanica (QM2) en Turbulentie in vloeistoffen (TurbVI).

Code	Afkorting	Cursus	Niveau	Periode
NS-106B	MERL	Relativistische en klassieke mechanica	1	1
NS-109B	DATA	Data acquisitie, theorie en praktijk	1	2
NS-108B	G&O	Golven&Optica, theorie en praktijk	1	4
NS-112B	Elec	Electromagnetisme, theorie	1	3
NS-120B	WT1	Wiskundige technieken 1	1	1
NS-121B	WT2	Wiskundige technieken 2	1	2
NS-157B	AOD	Atmosfeer&Oceaan dynamica	1	3
NS-158B	QNano	Quantum nano wereld	1	4
NS-159B	ZwGat	Zwarte gaten	1	3
NS-202B	QM1	Quantum mechanica	2	1
NS-204B	SF1	Statistische fysica, theorie en experiment	2	2
NS-220B	WT3	Wiskundige technieken 3	2	1
NS-251B	EIDyn	Electrodynamica	2	4
NS-256B	NumMeth	Numerieke methoden voor fysici en astronomen	2	2
NS-264B	KlimDyn	Klimaatdynamica	2	4
NS-265B	Hydro	Stromingsleer&Transportverschijnselen	2	3
NS-266B	SvdM	Structuur van de materie	2	3
NS-267B	EOS	Experimentele onderzoeksstage	2	2, 3, 4
NS-268B	Astro	Stellaire astrofysica	2	2
NS-310B	BONZ	Bacheloronderzoek	3	1-2, 3-4
NS-350B	KM2	Voortgezette mechanica	3	2
NS-352B	MGM	Moderne gecondenseerde materie	3	2
NS-353B	GeoStr	Geofysische stromingsleer	3	1
NS-364B	KVT	Klassieke veldentheorie	3	3
NS-369B	SubFys	Subatomaire fysica	3	3
NS-370B	SF2	Voortgezette statistische fysica	3	1
NS-371B	QuMat	Quantum materie	3	4
NS-374B	Cosmo	Observationele en theoretische kosmologie	3	4
NS-375B	QM2	Voortgezette quantum mechanica	3	2
NS-376B	TurbVI	Turbulentie in vloeistoffen	3	3

## BIJLAGE 4: BEZOEKPROGRAMMA

### Dinsdag 4 juni

09.00 – 11.00	Welkom en voorbereiding
11.00 – 11.45	<b>Inhoudelijk verantwoordelijken Natuurkunde</b>
11.45 – 12.15	Inloopspreekuur
12.15 – 12.45	Lunch
12.45 – 13.45	<b>Studenten bachelor/master Natuurkunde</b>
13.45 – 14.15	<b>Rondleiding</b>
14.15 – 14.30	Pauze / uitloop
14.30 – 15.30	<b>Docenten Bachelor/Master Natuurkunde</b>
15.30 – 15.45	Pauze
15.45 – 16.30	<b>Examencommissie</b>
16.30 – 16.45	Pauze
16.45 – 17.15	<b>Alumni Master Natuurkunde</b>
17.15 – 18.00	Intern overleg

### Woensdag 5 juni

09.00 – 10.00	Aankomst en voorbereiding
10.00 – 10.45	<b>Inhoudelijk verantwoordelijken HPS</b>
10.45 – 11.00	Pauze
11.00 – 11.45	<b>Studenten en alumni HPS</b>
11.45 – 12.00	Pauze
12.00 – 12.45	<b>Docenten HPS</b>
12.45 – 13.30	Lunch / intern overleg
13.30 – 14.15	<b>Eindgesprek management</b>
14.15 – 16.00	Opstellen oordelen
16.00 – 16.15	<b>Mondelinge rapportage</b>
16.15 – 16.30	Pauze
16.30 – 17.15	<b>Ontwikkelgesprek</b>
17.15 – 17.30	Afronding



## BIJLAGE 5: BESTUDEERDE EINDWERKEN EN DOCUMENTEN

Het panel heeft voorafgaand aan het bezoek 15 eindwerken bestudeerd van de bacheloropleiding Natuur- en 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):

- Elektronische leeromgeving bachelorcursussen
- Practicumcommissie Advies
- Achtergrondinformatie PrepKlas
- Beleid TWIN UU-UCU 2017
- Richtlijn Onderwijs UU 2018
- Toetsbeleidsplan FBW 2017
- Toetsplan 2017
- Jaarverslag examencommissie 2017-2018
- Onderwijs- en Examenreglement 2018-2019
- Rapport Intervisiecommissie bachelor en master 2018
- Achtergrondinformatie matching Natuur- en Sterrenkunde