

**De Faculteit der Wiskunde en  
Natuurwetenschappen van de  
Universiteit Leiden**

**Juni 2007**

versie t.b.v. aanvraag accreditatie

**Uitgave:**

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

Telefoon: 030 230 3100  
Fax: 030 230 3129  
E-mail: [info@qanu.nl](mailto:info@qanu.nl)  
Internet: [www.qanu.nl](http://www.qanu.nl)

© 2007 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

Voorwoord .....	5
Voorwoord voorzitter visitatiecommissie.....	7
<b>DEEL I. ALGEMEEN DEEL .....</b>	<b>9</b>
1. Doelstellingen, motivatie en methodiek.....	11
2. Beoordeelde opleidingen .....	13
3. Samenstelling en taak van de commissie.....	14
4. Werkwijze commissie.....	15
5. Algemene bevindingen.....	18
<b>DEEL II. DE OPLEIDINGEN.....</b>	<b>21</b>
1. Administratieve gegevens van de beoordeelde opleidingen .....	23
2. Structuur en organisatie van de faculteit.....	26
3. Invoering bachelor-masterstructuur en afbouw ongedeelde opleidingen .....	28
4. Evaluatie van de opleidingen .....	29
<b>DEEL III. BEOORDELING VOLGENS HET NVAO-KADER.....</b>	<b>39</b>
1. Doelstellingen van de opleidingen .....	41
2. Programma .....	48
3. Inzet van personeel .....	64
4. Voorzieningen.....	68
5. Interne kwaliteitszorg.....	71
6. Resultaten.....	76
Samenvatting van de oordelen van de commissie.....	82
Eindoordeel van de commissie over de bacheloropleidingen en de masteropleidingen van de Faculteit de Wiskunde en Natuurwetenschappen van de Universiteit Leiden.....	82
<b>Bijlagen</b>	
Omschrijving van de programma's van de opleidingen.....	85
Curricula vitae commissieleden.....	109
Het bezoekprogramma.....	113
Afkortingen .....	115



# VOORWOORD

Dit rapport is onderdeel van de kwaliteitsbeoordeling van universitaire bachelor- en masteropleidingen in Nederland. Het doel van het rapport is om een betrouwbaar beeld te geven van de resultaten van de voor beoordeling voorgelegde opleidingen, om een terugkoppeling te geven naar de interne kwaliteitszorg van de betrokken organisaties en om als basis te dienen voor de accreditatie van de betrokken opleidingen door de Nederlands-Vlaamse Accreditatie Organisatie (NVAO).

De stichting Quality Assurance Netherlands Universities (QANU) beoogt onafhankelijke, objectieve en kritische beoordelingen te laten plaatsvinden en opbouwende kritiek te leveren, zo veel mogelijk uitgaande van een gestandaardiseerde set van kwaliteitscriteria maar met oog voor specifieke omstandigheden.

De Visitatiecommissie Bèta Leiden van QANU heeft haar taken met grote toewijding uitgevoerd. De opleidingen zijn zorgvuldig beoordeeld met gebruikmaking van een methodiek die op een aantal punten afwijkt van de gebruikelijke wijze van visiteren. Dit heeft leerzame inzichten opgeleverd voor de opzet van visitaties in de toekomst. Wij verwachten dat de oordelen en de aanbevelingen in zorgvuldige overweging zullen worden genomen.

Wij zeggen dank aan de voorzitter en de leden van de visitatiecommissie voor hun bereidheid deel te nemen aan deze beoordeling en voor de toewijding waarmee ze hun taak hebben uitgevoerd. Ook gaat onze dank uit naar de staf van de betrokken afdelingen aan de universiteiten voor hun inspanningen en hun medewerking aan deze beoordeling.

Quality Assurance Netherlands Universities

mr. C.J. Peels  
directeur

drs. J.G.F. Veldhuis  
voorzitter bestuur



# VOORWOORD VOORZITTER VISITATIECOMMISSIE

Dit rapport geeft de bevindingen weer van de visitatiecommissie Bèta Leiden die door QANU is ingesteld om in opdracht van de Universiteit Leiden een onafhankelijk oordeel uit te spreken over de opleidingen van de Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen van de Universiteit Leiden, inclusief de opleidingen die deze faculteit samen met de Technische Universiteit Delft aanbiedt.

De visitatie had in zekere zin een experimenteel karakter. Het is niet gebruikelijk dat een zo breed scala van opleidingen door één visitatiecommissie wordt beoordeeld en dat het facultaire beleid voorop staat. De gezamenlijke aspecten van de opleidingen van de faculteit zijn in één keer gepresenteerd en voor zover mogelijk ook in één keer door de visitatiecommissie beoordeeld. De bedoeling hiervan was onder meer het reduceren van de tijd en aandacht die de visitatiecommissie moet besteden aan procesmatige zaken, zodat zij relatief meer aandacht zou kunnen besteden aan inhoudelijke zaken. Uit het rapport blijkt dat volgens de commissie de juiste balans daarin nog niet is bereikt. Deze visitatie is daarom geen ideaalmodel voor de toekomst, maar biedt wel stof voor de discussie. De ervaringen zullen nog nader worden besproken met de faculteit en met de NVAO.

De commissie heeft een positief oordeel kunnen uitspreken over de ter beoordeling voorgelegde opleidingen. Er is geen twijfel over dat aan de basiskwaliteit wordt voldaan; in veel gevallen stijgt de kwaliteit daar ruimschoots bovenuit. Door de relatief beperkte tijd en de relatief minder diepgaande documentatie per opleiding die de commissie ter beschikking stond, heeft de commissie het niet verantwoord geacht om de NVAO-facetten te scoren op de vierpuntsschaal (onvoldoende-voldoende-goed-excellent). De commissie heeft zich beperkt tot het oordeel Voldoende/Onvoldoende. De tekst bij de oordelen geeft echter zo goed mogelijk een differentiatie aan, inclusief gevallen van 'good practice'.

De experimentele aspecten van deze visitatie hebben van de commissie, van de faculteit en van QANU extra creativiteit en inzet gevraagd. Als voorzitter van de visitatiecommissie dank ik de opleidingen en de faculteit voor hun voorbereiding, voor de aangeleverde informatie en voor de openhartige gesprekken. Ik dank de leden van de commissie voor hun grote betrokkenheid en de goede samenwerking. Elk lid heeft vanuit eigen perspectief, ervaring en achtergrond bijgedragen aan de visitatie en een aantal commissieleden beschikte over concrete referentiepunten door hun recente deelname aan landelijk disciplinaire visitaties.

De commissie hoopt dat dit rapport bijdraagt aan een zinvol (zelf)beeld van de faculteit en de betrokken opleidingen en dat het een rol vervult in de cyclus van kwaliteitszorg.

Prof. dr. Hans Vliegthart  
Voorzitter visitatiecommissie Bèta Leiden



# DEEL I. ALGEMEEN DEEL



## 1. Doelstellingen, motivatie en methodiek

Het College van Bestuur van de Universiteit Leiden heeft in februari 2006 aan QANU gevraagd om een gecombineerde onderwijsvisitatie te organiseren van de opleidingen aan de Leidse faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen, inclusief de opleidingen die samen met de Technische Universiteit Delft worden aangeboden. Daarbij werd aangegeven dat het moest gaan om een clusterwijze opzet van de visitatie, ook wel aangeduid als 'visitatie op een hoger aggregatieniveau'. Afgesproken is dat het QANU-kader uitgangspunt blijft van de visitatie en dat het eindresultaat een visitatierapport moet zijn dat voldoet aan de eisen die de NVAO stelt.

Dit betekent dat de visitatie Bètaopleidingen Leiden in de eerste plaats is bedoeld om de opleidingen te laten beoordelen door een 'visiterende en beoordelende instantie', zodat de opleidingen kunnen worden voorgelegd aan de NVAO voor accreditatie. In de tweede plaats is het doel van deze visitatie een methode te ontwikkelen en toe te passen voor het clustersgewijs visiteren van opleidingen in één faculteit. Kenmerk van deze methodiek is dat alle gezamenlijke aspecten van de opleidingen in één keer worden gepresenteerd en voor zover mogelijk ook in één keer door de visitatiecommissie worden beoordeeld.

Het bijzondere karakter van de visitatie bestaat erin dat steeds gezocht is naar het hoogst mogelijke aggregatieniveau voor presentatie en beoordeling, maar dat uiteindelijk voor alle facetten van het NVAO-beoordelingskader op het niveau van elke afzonderlijke opleiding een oordeel is uitgesproken met het oog op accreditatie van die opleiding.

De motivatie voor deze bijzondere opzet is drieledig:

1. Er is behoefte aan vermindering van de administratief/bureaucratische belasting die visitatie en accreditatie veroorzaken. Een clustersgewijze benadering kan het herhaald presenteren en beoordelen van gezamenlijke of identieke aspecten verminderen.
2. Er is behoefte aan het reduceren van de tijd en aandacht die een visitatiecommissie moet besteden aan procesmatige zaken, zodat relatief meer aandacht kan worden gegeven aan een inspirerende dialoog over meer inhoudelijke zaken.
3. Er is behoefte aan het in beeld brengen van het beleid van de faculteit als geheel, inclusief bijvoorbeeld de meerwaarde van de organisatorische inbedding en de relatie met onderzoek.

De methodiek die door de Leidse Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen bij deze visitatie is gevolgd, heeft de volgende kenmerken:

1. Er is één zelfstudie geproduceerd, waarin de nadruk ligt op de gezamenlijke aanpak van het onderwijs in de faculteit. Bij deze zelfstudie is een groot aantal bijlagen op cd aangeleverd, waaronder het OER van de bachelor- en masteropleidingen, een lijst van de docenten, afstudeerverslagen, et cetera.
2. Opleidingsspecifieke zaken komen slechts aan de orde:
  - a. wanneer opleidingen in positieve of negatieve zin afwijken van het facultaire gemiddelde;
  - b. wanneer specifieke voorbeelden gegeven worden van algemene facetten;
  - c. wanneer het protocol om specifieke informatie vraagt (bijvoorbeeld bij instroom en rendementen).
3. Een apart boekje (de 'Onderwijskalender', geproduceerd met TNW Delft) beschrijft de kwaliteitszorgcyclus van de opleidingen die de faculteit aanbiedt, inclusief de promotieopleidingen. Deze cyclus is gebaseerd op de identieke missie en de verregaande samenwerking op het gebied van het onderwijs. Deze Onderwijskalender volgt de indeling van het NVAO-beoordelingskader en bevat de controlepunten uit het QANU-kader, zoals weergegeven in de 'Beknopte instructies voor het schrijven van een zelfevaluatie-rapport basiskwaliteit'.
4. Voor de programma's en de vakinhoud van de opleidingen verwijst de zelfstudie met nadruk naar de studiegidsen en de websites.

De methodiek die door QANU bij deze visitatie is gevolgd, heeft de volgende kenmerken:

1. Commissiesamenstelling  
De commissie voor deze brede beoordeling van bètaopleidingen is vanzelfsprekend ook breed samengesteld. Bij de samenstelling is in eerste instantie gezocht naar experts die al deel uitmaakten van de disciplinaire landelijke visitatiecommissies. De commissie bestond naast de voorzitter, twee onderwijsdeskundigen (ieder voor de helft van het bezoek) en een student-lid, uit zeven experts, één voor elke betreffende discipline.
2. Onderscheid tussen proces en inhoud  
QANU heeft er naar gestreefd de procesmatige en algemene kanten van de visitatie zo veel mogelijk voor de commissie (in plaats van door de commissie) af te handelen dan wel klaar te zetten voor flatering door de commissie. De bedoeling daarvan was dat de commissie zich tijdens het bezoek vooral met inhoudelijke discussies kon bezighouden, die overigens ook hun weerslag hebben gehad op de procesmatige delen van het rapport.
3. Visitatieprogramma  
In overeenstemming met de doelstelling van deze visitatie en in de geest van de zelfstudie heeft de hele commissie gezamenlijk de gesprekken tijdens het bezoek gevoerd. Vervolgens zijn in aanvulling op die gesprekken twee extra gesprekken gepland met docenten van de masteropleiding Scheikunde en van de Informaticaopleidingen. Aan deze twee gesprekken namen vanuit de commissie alleen de (vice)voorzitter en de betreffende expert deel.
4. Aanvulling op de zelfstudie  
In het voorbereidend overleg met de commissievoorzitter bleek dat naar zijn oordeel in de voorliggende combinatie van zelfstudie en studiegidsen voor de experts in de commissie onvoldoende gemakkelijk toegankelijk was wat de inhoud van de opleiding is, welke inhoudelijke overwegingen hebben meegespeeld bij de keuzen die tot deze inhoud hebben geleid en in hoeverre in de uitvoering daadwerkelijk blijkt dat de gemaakte keuzen ook het gewenste effect hebben. Om het perspectief op de inhoud te vergemakkelijken heeft de faculteit per opleiding (of bachelor-mastercombinatie) een ‘overbruggingstekst’ aangeleverd tussen de sterk procesgerichte zelfstudie en de sterk feitelijke studiegidsen. Deze teksten zijn in het vervolg behandeld als een deel van de zelfstudie.

Tijdens deze visitatie is gewerkt met een ‘selectieve focus’ om een zo goed mogelijk beeld te krijgen van de kwaliteit van de afzonderlijke opleidingen, zonder over de volle breedte alsnog te hoeven afdalen naar het laagste niveau van beoordeling. De selectieve focus gaat uit van het principe “alles afhandelen op het hoogst mogelijke aggregatieniveau, maar selectief verifiëren of er voldoende doorwerking is naar de afzonderlijke opleidingen”.

In de paragraaf ‘Werkwijze commissie’ (4.) worden enkele opmerkingen geplaatst over de gevolgde werkwijze, als toelichting bij de bijzondere aard van de beoordeling en rapportage.

Hoewel daarvoor begrijpelijke pragmatische redenen waren (vermijden van dubbel werk), beschouwt de commissie het feit dat niet alle opleidingen van de faculteit aan deze visitatie hebben meegedaan als een inconsistentie. De meerwaarde van de gezamenlijke beleidsmatige en organisatorische aspecten komt daardoor immers niet compleet in beeld.

## 2. Beoordeelde opleidingen

De volgende vijftien opleidingen van de Universiteit Leiden zijn in het kader van deze visitatie beoordeeld:

Bacheloropleiding Informatica	Masteropleiding Computer Science
	Masteropleiding ICT in Business
	Masteropleiding Media Technology
Bacheloropleiding Scheikunde	Masteropleiding Chemistry
Bacheloropleiding Life Science & Technology	Masteropleiding Life Science & Technology
Bacheloropleiding Natuurkunde	Masteropleiding Physics
Bacheloropleiding Wiskunde	Masteropleiding Mathematics
Bacheloropleiding Sterrenkunde	Masteropleiding Astronomy
	Masteropleiding NanoScience

Enkele opleidingen van de faculteit komen in deze visitatie niet aan de orde, omdat die opleidingen aan andere visitaties meedoen of omdat hun accreditatie nog niet afloopt. Het gaat om de volgende opleidingen.

### ***Molecular Science and Technology***

Sinds september 2006 bieden Leiden en Delft samen één nieuwe chemie-bacheloropleiding aan onder de naam Molecular Science and Technology (MST). In deze opleiding zijn drie bacheloropleidingen programmatisch gebundeld:

- Scheikunde;
- Sustainable Molecular Science and Technology (SMST);
- Scheikundige Technologie en Bioprocestechnologie (STBT).

De opleiding MST is gestart door de naam van de bacheloropleiding SMST officieel om te zetten in Molecular Science and Technology. De nieuwe opleiding MST heeft nu het CROHO-nummer van SMST (CROHO 59308) en is *de facto* per 1 september 2006 van start gegaan. Hoewel de opleiding volledig nieuw is opgebouwd met het oog op het concept ‘Studeren in een onderzoeksomgeving’, doet de bacheloropleiding SMST/MST *niet* mee in deze faculteitsvisitatie omdat de opleiding met een datum van eerste inschrijving van 1 september 2005 is geaccrediteerd tot 30 november 2010.

De twee andere bacheloropleidingen, Scheikunde en STBT, blijven *de jure* nog in de lucht (voorzien van het Molecular Science and Technology programma) en worden op een passend moment opgeheven.

Omdat de bacheloropleiding Scheikunde officieel nog doorloopt, zal deze opleiding voor accreditatie worden aangeboden en doet zij wel mee in deze faculteitsvisitatie. In de zelfstudie wordt verslag gedaan van de Scheikunde bacheloropleiding op basis van het studieprogramma 2005-2006, met gegevens van de afgelopen jaren. Waar relevant zijn gegevens over de nieuwe opleiding MST bijgevoegd.

Ook de opleiding STBT (Scheikundige Technologie en Bioprocestechnologie) van de TU Delft loopt officieel nog door; deze opleiding doet mee in de landelijke onderwijsvisitatie Scheikunde.

### ***Biologie***

De bacheloropleiding Biologie en de masteropleiding Biology worden verzorgd door het Instituut Biologie Leiden (IBL) en het Nationaal Herbarium Nederland, vestiging Leiden (NHN). Beide opleidingen zijn geaccrediteerd tot 10 januari 2011 en doen daarom niet mee in deze visitatie.

### ***Bio-Farmaceutische Wetenschappen en Bio-Pharmaceutical Sciences***

De bacheloropleiding Bio-Farmaceutische Wetenschappen en de masteropleiding Bio-Pharmaceutical Sciences zijn op 28 februari en 1 maart 2006 gevisiteerd in het kader van de landelijke Farmacie-visitatie. Het visitatieproces was al te ver gevorderd om deze opleidingen in de faculteitsvisitatie mee te nemen.

Samenvattend betekent het bovenstaande dat de volgende opleidingen van de faculteit niet in deze visitatie zijn beoordeeld:

Bacheloropleiding Molecular Science and Technology	
Bacheloropleiding Biologie	Masteropleiding Biology
Bacheloropleiding Bio-Farmaceutische Wetenschappen	Masteropleiding Bio-Pharmaceutical Sciences

### 3. Samenstelling en taak van de commissie

De uitgangspunten bij de bemensing van de commissie waren dat deze breed zou moeten worden samengesteld met deskundigen uit alle disciplines die door de commissie zouden moeten worden beoordeeld. Er zou gezocht worden naar experts die al deel uitmaakten van de disciplinaire landelijke visitatiecommissies, zodat zij reeds enige ervaring met kwaliteitszorg zouden hebben en andere opleidingen in de betreffende discipline als referentiekader zouden kunnen gebruiken. In overleg met de vice-decaan van de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen van de Universiteit Leiden is gezocht naar een voorzitter van de commissie, die gevonden werd in de persoon van prof. dr. J.F.G. Vliegthart, die ook voorzitter is van de visitatiecommissie Scheikunde. Het uitgangspunt om gebruik te maken van leden van reeds bestaande visitatiecommissies bleek niet in alle gevallen haalbaar. Het bestuur van de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen, evenals de reeds benoemde voorzitter van de commissie hebben vervolgens enkele suggesties gedaan voor de samenstelling van de commissie. Dit heeft geleid tot de volgende commissie:

- **Prof. dr. J.F.G. Vliegthart**, honorary professor Bio-organische Chemie, Universiteit Utrecht;
- **Prof. dr. F. Dumortier**, hoogleraar Wiskunde, Universiteit Hasselt; deskundige op het gebied van de wiskundeopleidingen;
- **Prof. dr. A. de Bruin**, hoogleraar Informatica, Technische Universiteit Delft, deskundige op het gebied van de informaticaopleidingen
- **Prof. dr. J.E.J.M. van Himbergen**, hoogleraar Theoretische Natuurkunde, Universiteit Utrecht, Dean University College Utrecht; deskundige op het gebied van de natuurkundeopleidingen;
- **Prof. dr. A. van Kammen**, emeritus hoogleraar Moleculaire Biologie, Wageningen Universiteit; deskundige op het gebied van de opleidingen Life Science & Technology;
- **Prof. dr. C.W. Hilbers**, emeritus hoogleraar Bio-fysische Chemie, Radboud Universiteit Nijmegen; deskundige op het gebied van de scheikundeopleidingen;
- **Prof. dr. H. de Jonghe**, hoogleraar Natuur- en Sterrenkunde, Universiteit Gent; deskundige op het gebied van de sterrenkundeopleidingen;
- **Prof. dr. P. Kirschner**, hoogleraar Onderwijskunde, Universiteit Utrecht; hoogleraar Onderwijstechnologie, Open Universiteit; onderwijskundige aanwezig tijdens de eerste tweehalve dag van het bezoek;
- **Prof. dr. J. Pieters**, hoogleraar Onderwijskunde, Radboud Universiteit Nijmegen; onderwijskundige aanwezig bij de laatste twee dagen van het bezoek;
- **Ir. K. van Mensvoort**, universitair docent Industrieel Ontwerpen TU Eindhoven en docent Sandberg Instituut Amsterdam; deskundige op het gebied van de mediatechnologie;
- **Mw. M. Dekkers**, student Wiskunde, Radboud Universiteit Nijmegen.

Secretarissen van de commissie waren dr. B.M. van Balen en drs. R.D. Bennink, medewerkers van QANU.

De bepalingen in bijlage 2 van het QANU-kader met betrekking tot de onafhankelijkheid van de leden van een visitatiecommissie zijn uitdrukkelijk onder de aandacht gebracht van de leden. Als uitvloeisel daarvan hebben alle leden een onafhankelijkheidsverklaring ingevuld en ondertekend, in de commissie besproken en aan QANU ter beschikking gesteld.

De taak van de commissie was het verrichten van een visitatie conform het QANU-protocol. De commissie kreeg de opdracht om op basis van de door de faculteit aan te leveren informatie en door middel van ter plaatse te voeren gesprekken een oordeel te geven over de verschillende aspecten van de kwaliteit van de betrokken opleidingen, zoals beschreven in het bovengenoemde protocol, en de punten te identificeren die naar haar oordeel verbetering behoeven of ten voorbeeld gesteld kunnen worden.

## 4. Werkwijze commissie

De commissie hield op 11 januari 2007 haar startvergadering. Zij werd formeel namens het QANU-bestuur geïnstalleerd door mr. C. Peels, directeur QANU. Tijdens deze vergadering is de commissie geïnformeerd over het QANU-kader en zijn de procedure en werkwijze van de commissie besproken. Er zijn in de vergadering afspraken gemaakt over de te volgen werkwijze, de globale dagindeling van het visitatiebezoek en het vicevoorzitterschap van de commissie. Het QANU-protocol is leidraad geweest voor de werkwijze van de commissie.

### *De voorbereidingsfase*

Medewerkers van QANU hebben tijdens de voorbereidingsfase twee bezoeken aan de faculteit gebracht en documenten ter plaatste bestudeerd. Op basis van die bezoeken, de bestudeerde documenten en de zelfstudie is door QANU een eerste analyse gemaakt. Vervolgens heeft een voorbereidend overleg plaatsgevonden tussen de voorzitter, medewerkers van QANU en de vicedecaan van de faculteit. Naar aanleiding van dat gesprek heeft de faculteit binnen zeer korte tijd een aanvulling geleverd op de zelfstudie. Vervolgens heeft de faculteit nog een nadere schriftelijke toelichting verzorgd op de eindtermen van de bachelor- en masteropleidingen. Deze drie documenten zijn in het vervolg gezamenlijk beschouwd als de zelfstudie.

De commissieleden lazen van tevoren een aantal bachelor- en masterscripties of afstudeerverslagen per bezoek. Deze werden geselecteerd door de secretaris op basis van een spreiding naar specialisatie en gegeven eindcijfer.

Tijdens het bezoek lag het volgende informatiemateriaal voor de commissie ter inzage:

- alle scripties/afstudeerverslagen uit de zelfstudie en eventueel beoordelingsformulieren als die gebruikt zijn;
- voorlichtingsmateriaal;
- studiemateriaal: handboeken en syllabi, readers, studiehandleidingen;
- voorbeelden van werkstukken, portfolio's, onderzoeksverslagen van studenten, stageverslagen;
- scriptiereglementen en richtlijnen voor het maken van werkstukken;
- stagereglementen/handleidingen;
- tentamen- en examenreglement;
- toetsmaterialen (enkele tentamens, toetshandleiding en dergelijke);
- recente verslagen Opleidingscommissie, Examencommissie, onderwijsjaarverslagen, bachelor-masterovergangsregelingen;
- college-, onderwijs- en curriculumevaluaties, studententevredenheidsmonitor(en), et cetera;
- alumni-enquêtes,
- materiaal over de studieverenigingen;
- medewerkerstevredenheidsonderzoek;
- verslagen/rapporten facultaire onderwijscommissies;
- verslagen/rapporten relevante (dit is voor het onderwijs) ad-hoccommissies;
- jaarverslagen (onderwijs, onderzoek, laatste drie jaar);
- facultaire sociale jaarverslagen.

Via QANU beschikte de commissie over de rapporten van de relevante externe onderzoeksbeoordelingen, waarmee een beeld kon worden verkregen van de onderzoeksprogramma's waaraan de staf deelneemt. Wanneer gewenste informatie naar het oordeel van de commissie niet volledig voorhanden was, heeft de commissie gevraagd die informatie te verstrekken. De opleidingen waren in staat om de gevraagde informatie te leveren.

Tijdens een vergadering aan het begin van het bezoek vond de laatste voorbereiding van de visitatie plaats.

### *Referentiekader*

Het domein van de opleidingen is door de faculteit omschreven als “de natuurwetenschap, een geheel van samenhangende disciplines waarbinnen een bepaald aspect van de natuur wordt bestudeerd, inclusief de wiskunde en de digitale wereld”. De commissie kon beschikken over domeinspecifieke referentiekaders die binnen dit domein voor de verschillende monodisciplinaire visitaties zijn opgesteld (Informatica, Scheikunde, Natuur- en Sterrenkunde en Wiskunde). Voor het gebied van Life Science & Technology zijn de referentiekaders voor Scheikunde en voor Biomedische Technologie van belang. Voor het relatief jonge gebied van de NanoScience zal in Europees verband aan een referentiekader moeten worden gewerkt.

De commissie acht de domeinomschrijving die de faculteit hanteert een erg kunstmatige constructie, vooral omdat “de wiskunde en de digitale wereld” tot de “natuur” worden gerekend. De reden voor deze ongebruikelijke interpretatie lijkt te zijn dat men zoekt naar een gezamenlijke noemer voor het object van studie van de “samenhangende disciplines” binnen de faculteit. De commissie zou bètawetenschappen een betere omschrijving vinden voor het domein waar de faculteit op doelt, dan natuurwetenschappen.

Bij het beoordelen van de afzonderlijke opleidingen heeft de bovengenoemde domeinomschrijving de commissie weinig houvast geboden, zodat daarvoor veeleer (al dan niet expliciet) de afzonderlijke referentiekaders in de betreffende disciplines zijn gehanteerd.

### *Het visitatiebezoek*

Faculteit en secretaris hebben in gezamenlijk overleg een bezoekprogramma opgesteld, met het uitgangspunt dat het bezoek niet langer dan 4,5 dag zou moeten duren, terwijl tegelijkertijd zo veel mogelijk tijd was ingeruimd voor gesprekken met de docenten en studenten van de opleidingen zelf. Tijdens het visitatiebezoek is ook gesproken met (een representatieve vertegenwoordiging van) het faculteitsbestuur, opleidingsbestuur, afgestudeerden, de beroepenveldcommissie, een vertegenwoordiging van opleidingscommissies, een vertegenwoordiging van examencommissies en studieadviseurs.

De commissie gebruikte het grootste deel van de laatste middag van het bezoek voor de voorbereiding van de mondelinge rapportage.

Aan het einde van het bezoek heeft de voorzitter een mondelinge terugkoppeling gegeven op grond van de eerste bevindingen van de commissie. Daarbij ging het om een aantal algemene waarnemingen en een aantal eerste indrukken per opleiding.

De commissie bleek behoefte te hebben aan een nader gesprek met docenten van de masteropleiding Scheikunde en de opleidingen Informatica, omdat tijdens de visitatie onvoldoende tijd beschikbaar was om aan alle vragen die de commissie over die betreffende opleidingen had, voldoende recht te doen. De gesprekken met die opleidingen hebben op 9 februari 2007 (Scheikunde) en 27 maart 2007 (Informaticaopleidingen) plaatsgevonden met een kleine delegatie van de commissie, bestaande uit de betreffende expert en de (vice)voorzitter en een kleine afvaardiging van de docenten van de opleiding. Deze gesprekken hebben voldoende informatie opgeleverd voor de commissie om haar oordeel over de opleidingen te kunnen onderbouwen.

In een afzonderlijke commissievergadering is gesproken over de beoordeling van de opleidingen en de daarbij behorende scores op facet- en onderwerpniveau.

### *Beslisregels*

De standaard betekenis van de QANU-scores is als volgt:

- de beoordeling ‘onvoldoende’ wijst erop dat het facet beneden de gestelde verwachting ligt en dat beleidsaandacht op dit punt nodig is;
- de beoordeling ‘voldoende’ houdt in dat het facet beantwoordt aan de basisstandaard of basisnorm;
- de beoordeling ‘goed’ houdt in dat het niveau van het facet uitstijgt boven de basiskwaliteit;
- de beoordeling ‘excellent’ houdt in dat voor het facet een niveau wordt gerealiseerd waardoor de beoordeelde opleiding zowel nationaal als internationaal als een voorbeeld van goede praktijk kan functioneren.

Het oordeel over een onderwerp is een gewogen oordeel van de verschillende tot dat onderwerp behorende facetten, waarbij een commissie zelf de weging bepaalt. Een onderwerp dat verschillende facetten heeft, waarvan er één als onvoldoende wordt beoordeeld, kan namelijk door de overige voldoende aan de basiskwaliteit voldoen, mits de commissie van mening is dat de andere facetten van zwaarder gewicht zijn dan het als onvoldoende beoordeelde facet.

De commissie heeft haar oordeel over de opleidingen van de Universiteit Leiden ook op facetriveau beperkt tot de binaire uitspraak voldoende/onvoldoende, omdat zij naar haar mening over onvoldoende onderscheidende informatie beschikte om verdergaand te differentiëren tussen de verschillende opleidingen. Wanneer de commissie bij de opleidingen een geval van ‘good practice’ heeft aangetroffen, wordt daarvan in de tekst van de beoordeling van het facet melding gemaakt, zonder dat daaraan echter de score Goed of Excellent wordt verbonden.

#### *Enkele opmerkingen over de gevolgde werkwijze*

Zoals uit de vorige paragraaf blijkt, is de commissie van oordeel dat de informatie waarover zij beschikte een minder vergaande differentiatie in de oordelen over de opleidingen toeliet dan bij ‘reguliere’ QANU-visitaties. Dit rapport bevat daarom alleen de scores voldoende of onvoldoende. Ter toelichting merkt de commissie het volgende op.

De commissie heeft geconcludeerd dat zij ondanks de relatief korte tijd en de relatief minder gedetailleerde informatie, toch tot gefundeerde uitspraken kon komen over de vraag of een opleiding per facet voldoet aan de norm voor basiskwaliteit. De beperkingen in de tijd en in de geleverde informatie werden daarvoor in voldoende mate gecompenseerd door:

- De ervaring van de commissieleden en het vergelijkingsmateriaal waarover een aantal commissieleden beschikte door hun deelname aan landelijk disciplinaire visitaties in de betreffende vakgebieden.
- Het voorwerk dat door QANU is verricht middels de analyse van de gezamenlijke ‘opleidingsoverstijgende’ aspecten. Voor de volgende acht NVAO-aspecten bleek het daardoor in principe mogelijk een gezamenlijk oordeel uit te spreken: F2 Niveau, F3 Oriëntatie, F9 Duur, F12 wo-eisen personeel, F13 Kwantiteit personeel, F15 Materiële voorzieningen, F17 Evaluatie resultaten, F21 Rendement.
- De selectieve focus die de commissie in de beoordeling heeft aangebracht door zich te concentreren op datgene wat met het ‘timmermansoog’ als relevant werd gezien, min of meer los van de NVAO-facetten.

Zonder deze compensatie was een gefundeerd oordeel niet mogelijk geweest, naar de overtuiging van de commissie. Echter, ook mét deze compensatie was de invloed van de beperkingen van deze bijzondere visitatie zo groot dat de commissie het niet verantwoord heeft geacht om de facetten te scoren op de vierpuntsschaal (onvoldoende-voldoende-goed-excellent). Dat zou slechts schijnexactheid hebben geïntroduceerd.

Er zijn drie hoofdredenen voor deze beperking:

1. Proces en inhoud zijn niet volledig te scheiden, zodat de commissie de behoefte had om van veel procesmatige zaken de doorwerking in de praktijk te verifiëren. Daarbij bleek dat die doorwerking bij een aantal opleidingen soms sterk verschilt van het algemene beeld. Ook bleek dat gezamenlijke (‘opleidingsoverstijgende’) aspecten soms nog niet meer dan een plan of principe waren. Ook waar al sprake was van concrete uitvoering, verkeerde die bij de opleidingen vaak in uiteenlopende stadia.
2. Zowel aan de kant van de commissie als aan de kant van de opleidingen bleek de rol van het NVAO-kader aanzienlijk kleiner dan bij reguliere visitaties. Door het ontbreken van zelfstudies op opleidingsniveau speelde het NVAO-kader voor de opleidingen nauwelijks een rol bij de voorbereiding op de visitatie. Ook in de gesprekken met de commissie speelde het kader vrijwel geen rol omdat daar de nadruk lag op de eigen visie van staf en studenten op programma en kwaliteit. Met name F5 (Relatie tussen doelstellingen en inhoud programma; vertaling van de

eindtermen in leerdoelen en programmaopzet), F6 (Samenhang programma), F10 (Afstemming tussen vormgeving en inhoud) en F11 (Beoordeling en toetsing), bleken zich niet te lenen als handvat voor de gedachtewisseling of de schriftelijke voorbereiding daarop. De vrijheid die dit gaf aan de opleidingen en aan de commissie om in de inhoudelijke gesprekken een eigen focus te kiezen, werd overigens door beide uitdrukkelijk gewaardeerd. Gedifferentieerde scores voor alle facetten voor alle opleidingen passen daar echter niet bij.

3. Het facultaire perspectief van de zelfstudie heeft per saldo voor de commissie niet tot grote besparing geleid, omdat dit eigenlijk een extra beoordelingslaag en een prospectief element toevoegde aan de in wezen uitvoeringsgerichte beoordeling van de afzonderlijke opleidingen die voor het verkrijgen van accreditatie is vereist. Pas als een zelfstudie kan aantonen dat het facultaire beleid via een complete kwaliteitszorgcyclus effect sorteert op het opleidingsniveau, kan de visitatiecommissie zelf van verificatie afzien dan wel aan het betreffende facet een genuanceerde score verbinden. Daarvan was hier in algemene zin nog geen sprake.

Dit alles neemt niet weg dat de commissie geen enkele aarzeling heeft bij de oordelen die in dit rapport worden uitgesproken. Tijdens de gehele visitatie heeft QANU benadrukt dat de commissie zich niet gedwongen hoefde te voelen om een oordeel over de opleidingen uit te spreken als zij daarvoor naar eigen inzicht nog niet voldoende informatie had. Voor het maken van het onderscheid tussen voldoende en onvoldoende per facet (en dus ook per onderwerp en per opleiding als geheel), heeft de commissie uiteindelijk voldoende basis gevonden, mede dankzij de extra inspanningen van de faculteit en de opleidingen.

#### *De rapportage*

De secretaris heeft, op basis van de bevindingen van de commissie, een conceptrapport opgesteld. Dit rapport is door de hele commissie besproken in de slotvergadering op 10 april 2007. Half april 2007 heeft de intercollegiale toetsing van QANU plaatsgevonden, daarop volgend zijn de rapporten door het bestuur beoordeeld. Eind april 2007 heeft de hoor-en-wederhoorprocedure plaatsgevonden, waarbij het rapport is aangeboden aan de faculteit voor correctie van eventuele onjuistheden. Vervolgens heeft de voorzitter de ontvangen reacties bekeken en deze wanneer daar aanleiding toe was voorgelegd aan de commissie, waarna ze verwerkt zijn in de formulering van het definitieve rapport.

## **5. Algemene bevindingen**

#### *Eindtermen*

De faculteit heeft er voor gekozen één set eindtermen voor de hele faculteit te hanteren. De eindtermen zijn dan ook weinig specifiek omschreven en bieden de docent, de student, maar ook de visitatiecommissie weinig houvast. De eindtermen voldoen in globale zin aan de eisen die daaraan gesteld worden in het beoordelingskader, maar over de doelen die de opleidingen zich gesteld hebben, de inhoud die de opleidingen willen aanbieden en de kwalificaties die zij van de studenten inhoudelijk verwachten zeggen de eindtermen weinig. De commissie vindt dat een gemis. Zij beveelt aan ook op opleidingsniveau na te denken over de doelen die men met de opleiding wil bereiken en de eindkwalificaties die een afgestudeerde student zou moeten bezitten. Ook vindt zij het van belang dat die doelen en eindkwalificaties op opleidingsniveau bekend worden gemaakt aan studenten en buitenstaanders.

Zij kan met de door de faculteit gehanteerde werkwijze leven omdat, zoals ook verder in dit rapport in deel III onder 1. wordt betoogd, de opleidingen hebben omschreven hoe de eindtermen zijn vormgegeven in de programma's.

#### *Onderwijs in een onderzoeksomgeving*

De commissie heeft kunnen constateren dat het uitgangspunt dat de faculteit hanteert voor het onderwijs ook de basis vormt voor verschillende opleidingen die zij heeft beoordeelt. Het is duidelijk dat de opleidingen onderzoeksgeoriënteerd zijn. Een aantal opleidingen in de faculteit past het meester-gezelprincipe al langer in het onderwijs toe en lijkt het uitgangspunt gevormd te hebben voor de ontwikkeling van dit concept. Andere opleidingen zijn bezig het principe in hun programma te implementeren. In dat licht is de commissie van oordeel dat de interactie tussen onderwijs en onderzoek in de opleidingen aanwezig is, maar niet noodzakelijk veel meer of veel beter dan in bètaopleidingen aan

andere universiteiten. De faculteit stelt in de zelfstudie dat het nodig is het principe een didactische basis te geven; de commissie onderschrijft dit.

#### *Carrièreperspectieven*

Door de onderzoeksgerichtheid van de faculteit is de promotieopleiding het meest logische vervolg van de studie. Daardoor bestaat echter het gevaar dat de studenten eenzijdig opgeleid worden. Er is weinig aandacht voor andere beroepsmogelijkheden na de afsluiting van de studie. Voor studenten die niet geïnteresseerd zijn in onderzoek als vervolg van hun studie, biedt naar de mening van de commissie ook het bestaan van de ‘mastertracks’ ‘Science Based Business’, ‘Education’ en ‘Communication’ niet voldoende compensatie.

#### *Wiskundeonderwijs*

De commissie hecht er belang aan dat studenten die academisch onderwijs volgen, kennismaken met verschillende paradigma’s. Daarnaast acht zij het van belang dat bètastudenten abstract leren denken. Beide redenen leiden er toe dat de commissie het wenselijk acht dat wiskundeonderwijs in de verschillende bètaopleidingen als een afzonderlijk samenhangend vak wordt verzorgd door wiskundeleraars. Er zijn verschillende redenen om delen van de wiskunde te integreren in andere cursussen, maar dat mag er niet toe leiden dat wiskunde als vak uit de verschillende programma’s verdwijnt.

#### *Publicatie mastertheses*

De commissie heeft enkele goede mastertheses gezien. Volgens de faculteit is het overgrote deel van de masterstudenten medeauteur van een artikel dat (gedeeltelijk) is gebaseerd op hun afstudeeronderzoek. Een groot deel van de mastertheses zelf zou echter in de ogen van de commissie niet voor publicatie in aanmerking kunnen komen. De in de eindtermen geformuleerde eis dat de master de vaardigheid heeft “om zijn onderzoeksresultaten als congresbijdrage of als (onderdeel van een) wetenschappelijke publicatie te presenteren”, kan daarom volgens de commissie slechts zo gelezen worden dat de masterscripties zodanig moeten zijn vormgegeven dat zij voldoen aan de (formele) eisen die daaraan voor publicatie gesteld worden, maar dat niet van elke masterstudent verlangd kan worden dat het onderzoek waarop de masterscriptie gebaseerd is dermate vernieuwend is dat de scriptie ook daadwerkelijk tot een publicatie leidt. Publicatie is geen minimumeis, maar een lovenswaardig streven.

#### *De ondervijstaak van de medewerkers*

De commissie heeft goede en bevlogen docenten ontmoet, die veel inzet vertonen voor onderwijs in zowel de bachelor- als de masteropleiding. De nadruk op onderzoek lijkt er echter ook toe te leiden dat niet over de volle breedte van de docentenstaf dezelfde belangstelling bestaat voor het geven van in het bijzonder het bacheloronderwijs. De commissie beveelt aan dat de faculteit hieraan bijzondere aandacht schenkt in relatie met het verder ontwikkelen van het didactische model. Het feit dat de studenten in sommige perioden van de studie in een onderzoeksomgeving verkeren, betekent naar de mening van de commissie nog niet onmiddellijk dat zij goed opgeleid worden. De faculteit vraagt veel inzet en een hoog niveau van de instromende studenten. Dat is een gerechtvaardigde keuze. Maar ook goede studenten verdienen goed onderwijs. De faculteit is zich, gezien de zelfstudie, van deze taak bewust en heeft zich voor de periode 2006-2010 concrete doelen gesteld.



## DEEL II. DE OPLEIDINGEN



## 1. Administratieve gegevens van de beoordeelde opleidingen

### Bacheloropleiding Informatica:

Naam opleiding: **Informatica**  
CROHO-nummer: 56978  
Niveau: bachelor  
Oriëntatie: wo  
Studielast: 180 EC  
Graad: bachelor  
Variant(en): voltijd, deeltijd  
Locatie(s): Leiden  
Einddatum accreditatie: 31 december 2007

### Bacheloropleiding Scheikunde:

Naam opleiding: **Scheikunde**  
CROHO-nummer: 56857  
Niveau: bachelor  
Oriëntatie: wo  
Studielast: 180 EC  
Graad: bachelor  
Variant(en): voltijd, deeltijd  
Locatie(s): Leiden  
Einddatum accreditatie: 31 december 2007

### Bacheloropleiding Life Science & Technology:

Naam opleiding: **Life Science & Technology**  
CROHO-nummer: 56286  
Niveau: bachelor  
Oriëntatie: wo  
Studielast: 180 EC  
Graad: bachelor  
Variant(en): voltijd  
Locatie(s): Leiden, Delft  
Einddatum accreditatie: 31 december 2007

### Bacheloropleiding Natuurkunde:

Naam opleiding: **Natuurkunde**  
CROHO-nummer: 50206  
Niveau: bachelor  
Oriëntatie: wo  
Studielast: 180 EC  
Graad: bachelor  
Variant(en): voltijd, deeltijd  
Locatie(s): Leiden  
Einddatum accreditatie: 31 december 2007

### Bacheloropleiding Wiskunde:

Naam opleiding: **Wiskunde**

CROHO-nummer: 56980  
Niveau: bachelor  
Oriëntatie: wo  
Studielast: 180 EC  
Graad: bachelor  
Variant(en): voltijd, deeltijd  
Locatie(s): Leiden  
Einddatum accreditatie: 31 december 2007

#### **Bacheloropleiding Sterrenkunde:**

Naam opleiding: **Sterrenkunde**  
CROHO-nummer: 50205  
Niveau: bachelor  
Oriëntatie: wo  
Studielast: 180 EC  
Graad: bachelor  
Variant(en): voltijd, deeltijd  
Locatie(s): Leiden  
Einddatum accreditatie: 31 december 2007

#### **Masteropleiding Computer Science:**

Naam opleiding: **Computer Science**  
CROHO-nummer: 60300  
Niveau: master  
Oriëntatie: wo  
Studielast: 120 EC  
Graad: master  
Variant(en): voltijd  
Locatie(s): Leiden  
Einddatum accreditatie: 31 december 2007

#### **Masteropleiding ICT in Business:**

Naam opleiding: **ICT in Business**  
CROHO-nummer: 60205  
Niveau: master  
Oriëntatie: wo  
Studielast: 120 EC  
Graad: master  
Variant(en): voltijd  
Locatie(s): Leiden  
Einddatum accreditatie: 31 december 2007

#### **Masteropleiding Media Technology:**

Naam opleiding: **Media Technology**  
CROHO-nummer: 60206  
Niveau: master  
Oriëntatie: wo  
Studielast: 120 EC  
Graad: master  
Variant(en): voltijd  
Locatie(s): Leiden  
Einddatum accreditatie: 31 december 2007

### **Masteropleiding Chemistry:**

Naam opleiding: **Chemistry**  
CROHO-nummer: 66857  
Niveau: master  
Oriëntatie: wo  
Studielast: 120 EC  
Graad: master  
Variant(en): voltijd  
Locatie(s): Leiden  
Einddatum accreditatie: 31 december 2007

### **Masteropleiding Life Science & Technology:**

Naam opleiding: **Life Science & Technology**  
CROHO-nummer: 66286  
Niveau: master  
Oriëntatie: wo  
Studielast: 120 EC  
Graad: master  
Variant(en): voltijd  
Locatie(s): Leiden, Delft  
Einddatum accreditatie: 31 december 2007

### **Masteropleiding Physics:**

Naam opleiding: **Physics**  
CROHO-nummer: 60202  
Niveau: master  
Oriëntatie: wo  
Studielast: 120 EC  
Graad: master  
Variant(en): voltijd  
Locatie(s): Leiden  
Einddatum accreditatie: 31 december 2007

### **Masteropleiding NanoScience:**

Naam opleiding: **NanoScience**  
CROHO-nummer: 60618  
Niveau: master  
Oriëntatie: wo  
Studielast: 120 EC  
Graad: master  
Variant(en): voltijd  
Locatie(s): Leiden, Delft  
Einddatum accreditatie: 31 december 2007

### **Masteropleiding Mathematics:**

Naam opleiding: **Mathematics**  
CROHO-nummer: 66980  
Niveau: master  
Oriëntatie: wo  
Studielast: 120 EC

Graad: master  
Variant(en): voltijd  
Locatie(s): Leiden  
Einddatum accreditatie: 31 december 2007

### **Masteropleiding Astronomy:**

Naam opleiding: **Astronomy**  
CROHO-nummer: 60200  
Niveau: master  
Oriëntatie: wo  
Studielast: 120 EC  
Graad: master  
Variant(en): voltijd  
Locatie(s): Leiden  
Einddatum accreditatie: 31 december 2007

Binnen de masteropleidingen (met uitzondering van Life Science & Technology, Media Technology en NanoScience) kunnen studenten kiezen voor een van de drie varianten ('mastertracks') met een kortere onderzoekersopleiding (minimaal 60 EC):

- **Mastertrack Science Based Business** (Leiden), **Management of Technology** (Delft);
- **Mastertrack Education;**
- **Mastertrack Communication.**

De bovengenoemde opleidingen worden in dit rapport gezamenlijk aangeduid als 'de beoordeelde opleidingen'.

Het bezoek van de commissie aan de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen van de Universiteit Leiden vond plaats op 24, 25, 26, 30 en 31 januari 2007. Wegens tijdgebrek tijdens het commissiebezoek hebben aanvullende gesprekken plaatsgehad met Scheikunde op 9 februari 2007 en met Informatica op 27 maart 2007.

## **2. Structuur en organisatie van de faculteit**

De Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen, Universiteit Leiden (FWN) bestaat uit acht onderzoeksinstituten en een centrale bestuursorganisatie. Elk onderzoeksinstituut vertegenwoordigt een bètawetenschappelijke discipline en is verantwoordelijk voor één of meer bachelor- en masteropleidingen.

<b>Instituut</b>	<b>Discipline</b>
Institute Biology Leiden (IBL)	Biologie
Nationaal Herbarium Nederland (NHN), vestiging Leiden	Biologie
Leiden Amsterdam Centre for Drug Research (LACDR)	Bio-Farmaceutische Wetenschappen
Leiden Institute of Advanced Computer Science (LIACS)	Informatica
Leiden Institute of Chemistry (LIC)	Chemie
Leids Instituut voor Onderzoek in de Natuurkunde (LION)	Fysica
Mathematisch Instituut (MI)	Wiskunde
Sterrewacht Leiden	Astronomie

De facultaire samenwerking uit zich onder meer in het onderzoeksthema 'BioScience, organisatie en gedrag van levende materie', maar betreft ook onderwijs en organisatie. Zo zijn bijvoorbeeld de beheersstructuur, het personeelsbeleid, de kwaliteitszorg en de onderwijsregelgeving voor alle instituten dezelfde.

In toenemende mate biedt de faculteit opleidingen aan samen met de faculteit Technische Natuurwetenschappen van de Technische Universiteit Delft. Universiteit Leiden en TU Delft zijn op

natuurwetenschappelijk gebied complementair en samen omvatten zij het totale pakket van fundamenteel, strategisch en toegepast bètaonderzoek. De regionale Leids-Delftse samenwerking is een zwaartepunt in het sectorplan Natuurwetenschappen.

De onderwijsorganisatie van de faculteit heeft, evenals haar Delftse zusterfaculteit, drie lagen:

- faculteit;
- opleiding;
- docenten en studenten.

Leiden heeft een vierkoppig faculteitsbestuur waarin de vicedecaan de portefeuille Onderwijs beheert. In Delft bestaat het bestuur uit decaan en afdelingsvoorzitters. Omdat onderzoek en onderwijs in beide faculteiten geïntegreerd zijn, bestaat er geen strikte bestuurlijke scheiding voor beide taken. De portefeuillehouder Onderwijs (Leiden) en de decaan (Delft) nemen de facultaire en universitaire onderwijsstrategie voor hun rekening.

Elke opleiding heeft een opleidingsdirecteur (OD). In de praktijk houdt de OD zich bezig met de opzet en het aansturen van het onderwijsproces van de bachelor- en masteropleidingen. Alle opleidingsdirecteuren vergaderen eens per zes weken onder voorzitterschap van de Leidse portefeuillehouder Onderwijs. De hoofden van het Educatief Centrum (Leiden) en Onderwijs en Studentenzaken (O&S; Delft) houden zich bezig met de organisatie en regelgeving binnen de opleidingen en met algemene zaken zoals cijferregistratie en internationalisering.

In Leiden worden studentenzaken behartigd door het student-lid van het faculteitsbestuur en door de studentenfractie van de faculteitsraad, in samenwerking met de studieverenigingen. Delft kent gedeelde medezeggenschap en de facultaire studentenraad is de schakel met studenten en met de studieverenigingen. Ook is zij betrokken bij facultaire communicatie.

Elke opleiding heeft een opleidingscommissie (OC) en een examencommissie, waarvan taken en bevoegdheden bij de wet zijn geregeld. Elke masteropleiding heeft een toelatingscommissie. Naar bevinden laat de OD zich adviseren door additionele commissies, zoals de beroepenveldcommissie.

Docenten en studenten zijn vertegenwoordigd in de OC, in de facultaire studentenraad, de voorlichtingscommissie en eventuele andere commissies. De docenten zijn vertegenwoordigd in de examencommissie.

De eindverantwoordelijkheid voor de onderwijsorganisatie, de wet- en regelgeving, de uitvoering van het universitaire onderwijsbeleid en het financiële beleid ligt zowel in Leiden als in Delft bij de decaan, binnen het mandaat van de Colleges van Bestuur.

Volgens de zelfstudie is de faculteit financieel gezond, onder meer door de bescheiden omvang van de centrale organisatie en door de toename van tweede- en derde-geldstroominkomsten (en de daarmee gepaard gaande toename van de eerste geldstroom inkomsten volgens het Leidse universitaire verdeelmodel). In een onderzoeksfaculteit betekent meer geld voor onderzoek vanzelf meer geld voor onderwijs (meer begeleiding door promovendi en postdocs, meer onderzoeksonderwerpen en -faciliteiten).

Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen, Universiteit Leiden (2005-2006) (peildatum 1 maart 2006)	
Ingeschreven studenten:	1514 (waarvan 39% vrouwen)
Hoogleraren:	62 (fte)
Bijzonder hoogleraren:	13
UHD/UD:	100 (fte)
Overig WP:	180 (fte)
Promovendi:	288
Omzet:	74 M euro
Ruimtegebruik:	63,750 m <sup>2</sup> (zeven gebouwen: Snellius, Huygens, Oort, Gorlaeus, Van Steenis, Clusius, Van der Klaauw)

### 3. Invoering bachelor-masterstructuur en afbouw ongedeelde opleidingen

De faculteit rondt momenteel de onderstaande, voor deze visitatie relevante, ongedeelde doctoraalopleidingen af. Het doctoraalprogramma zoals dit gold vóór invoering van de bachelor-masterstructuur blijft officieel van kracht tot 1 september 2006. Het afsluitend doctoraalexamen kan worden afgelegd tot uiterlijk 1 september 2010. Het aantal ingeschreven doctoraalstudenten was in augustus 2006 nog 328.

CROHO 6181 Informatica (voltijds, deeltijds) 240 EC

Actieve voltijdstudenten: 11. Verwacht aantal diploma's: 10.

Actieve deeltijdstudenten: 10. Verwacht aantal diploma's: 9.

CROHO 6978 Informatica (voltijds, deeltijds) 300 EC

Actieve voltijdstudenten: 58. Verwacht aantal diploma's: 52.

Actieve deeltijdstudenten: 6. Verwacht aantal diploma's: 5.

CROHO 6286 Life Science & Technology (voltijds) 300 EC

Vanaf haar start (datum eerste instroom 1 september 1999) heeft de opleiding Life Science & Technology *de facto* de bachelor-masterstructuur toegepast. De opleiding is toen wel in het CROHO als ongedeelde opleiding geregistreerd. Omdat de eerste bachelordiploma's na 1 september 2002 zijn uitgereikt, zijn deze diploma's en alle volgende rechtsgeldig in de bachelor-masterstructuur. Daarom heeft de opleiding geen actieve studenten in de ongedeelde opleiding.

CROHO 6155 Natuurkunde (voltijds, deeltijds) 240 EC

Actieve voltijdstudenten: 0. Verwacht aantal diploma's: 0.

Actieve deeltijdstudenten: 0. Verwacht aantal diploma's: 0.

CROHO 6844 Natuurkunde (voltijds, deeltijds) 300 EC

Actieve voltijdstudenten: 32. Verwacht aantal diploma's: 28.

Actieve deeltijdstudenten: 0. Verwacht aantal diploma's: 0.

CROHO 6156 Scheikunde (voltijds) 240 EC

Actieve voltijdstudenten: 5. Verwacht aantal diploma's: 2.

CROHO 6857 Scheikunde (voltijds, deeltijds) 300 EC

Actieve voltijdstudenten: 32. Verwacht aantal diploma's: 30.

Actieve deeltijdstudenten: 0. Verwacht aantal diploma's: 0.

CROHO 6154 Sterrenkunde (voltijds, deeltijds) 240 EC

Actieve voltijdstudenten: 0. Verwacht aantal diploma's: 0.

Actieve deeltijdstudenten: 0. Verwacht aantal diploma's: 0.

CROHO 6872 Sterrenkunde (voltijds, deeltijds) 300 EC

Actieve voltijdstudenten: 12. Verwacht aantal diploma's: 11.

Actieve deeltijdstudenten: 0. Verwacht aantal diploma's: 0.

CROHO 6151 Wiskunde (voltijds) 240 EC

Actieve voltijdstudenten: 6. Verwacht aantal diploma's: 3.

CROHO 6840 Wiskunde (voltijds) 300 EC

Actieve voltijdstudenten: 3. Verwacht aantal diploma's: 3.

CROHO 6980 Wiskunde (voltijds, deeltijds) 300 EC

Actieve voltijdstudenten: 19. Verwacht aantal diploma's: 18.

Actieve deeltijdstudenten: 0. Verwacht aantal diploma's: 0.

In de regel zullen de te verwachten diploma's doctoraaldiploma's zijn. In incidentele gevallen is de studieachterstand zodanig dat aangedrongen wordt op een overstap naar de bacheloropleiding en naar bachelordiplomering. Volgens de faculteit heeft geen van deze 'oude stijl'-studenten in de studie nadelige gevolgen ondervonden van de invoering van het vijfjarig curriculum of van de bachelor-masterstructuur. Volgens de faculteit is studievertraging doorgaans het gevolg van 'rustig aan' studeren binnen een overigens studeerbare opleiding, al of niet in combinatie met een baan of met het behalen van extra studiepunten (bijvoorbeeld bij een andere opleiding). Wanneer nodig, zijn met deze studenten gesprekken gevoerd en afspraken over de diplomering gemaakt.

De commissie heeft kennisgenomen van de maatregelen die de faculteit neemt om de studenten die begonnen zijn in een van de ongedeelde programma's de gelegenheid te geven de studie af te ronden. Er zijn geen problemen geconstateerd bij de overgang naar het bachelor-mastersysteem. De meeste nog actieve studenten kunnen hun opleiding naar verwachting met een diploma afronden.

## 4. Evaluatie van de opleidingen

In de bijlage is een door de faculteit aangeleverde omschrijving opgenomen van de programma's van de opleidingen die de commissie heeft gevisiteerd. De commissie heeft de informatie aan de hand van een aantal aspecten tijdens de gesprekken met studenten en docenten geverifieerd om zich een beeld te vormen van de opleidingen. Op een aantal aspecten is nadere informatie opgevraagd, zoals de relatie tussen de eindtermen en de leerdoelen per programma. Er zijn met de docenten van enkele opleidingen, namelijk de masteropleiding Scheikunde, de bacheloropleiding Informatica en de masteropleidingen Computer Science en ICT in Business, aanvullende gesprekken gevoerd om de informatie te completeren.

In de navolgende paragrafen geeft de commissie haar totaaloordeel over de verschillende opleidingen.

### 2.1. Bacheloropleiding Informatica

Tijdens de gesprekken met de studenten en docenten van de opleiding Informatica is de commissie duidelijk geworden dat de bacheloropleiding in de huidige vorm veel varianten kent, de zogenaamde monodisciplinaire variant, drie major/minor-varianten en eventuele dwarsverbanden daartussen. De studenten hebben in principe een ruime keuze, maar gebleken is dat – mede ook vanwege de lage studenteninstroom – weinig studenten gebruikmaken van de mogelijkheid om de varianten te kiezen met een minor Taalwetenschap of Psychologie. Er is meer belangstelling voor de variant met de minor Bedrijfswetenschappen, maar de commissie heeft de indruk gekregen dat die variant ook wordt gekozen omdat studenten daarmee een deel van de in de monodisciplinaire variant vereiste wiskunde kunnen omzeilen. De commissie vindt het overigens merkwaardig, gezien het karakter van de variant als wiskundesluisroute, dat de studenten die de variant Bedrijfswetenschappen hebben gevolgd toch alle varianten in de masteropleiding Computer Science kunnen volgen. Er lijkt daarnaast een spanning te bestaan tussen het feit dat studenten delen van de wiskunde kunnen ontlopen via bepaalde varianten en het feit dat zij de moeilijkheidsgraad van sommige vakken te laag vinden, tegenover de stelling van de opleiding dat er een goede niveauopbouw in het programma is.

De relatie met onderzoek komt in de huidige vorm, afgezien van enkele studiedagen in het eerste jaar en persoonlijke niet-geïnstitutionaliseerde initiatieven van docenten, feitelijk pas naar voren in het derde jaar van de opleiding in het niet al te ruim bemeten bachelorproject van 11 EC. De opleiding heeft de commissie geïnformeerd dat zij deze opbouw van het programma heroverweegt, hetgeen de commissie sterk aanmoedigt. Het begin van de bacheloropleiding bevat veel kennisoverdracht. Er komen veel en diverse onderwerpen aan de orde, voor sommige studenten zou een en ander wat diepgaander behandeld mogen worden. Deze opmerking van de studenten verdient nader onderzoek door de opleiding.

Er is naar het oordeel van de studenten een erg goede studieadviseur, die de studenten begeleidt bij het maken van keuzen en die de voortgang van de studenten bijhoudt. Er is echter naar het oordeel van de commissie nog weinig geïnstitutionaliseerd. Het programma oogt nogal rommelig, met veel varianten en dwarsverbanden. De studenten stellen bijna een persoonlijk programma samen, voorsorteren gebeurt niet. Omdat de studenten onder de hoede zijn van de studieadviseur, vormt die situatie op dit moment geen probleem.

De opleiding heeft de commissie in een aanvullend gesprek nader geïnformeerd over de plannen die er zijn om de bacheloropleiding te herinrichten. Er zijn twee aanleidingen om het curriculum te herzien. In de eerste plaats wil de opleiding de bachelorfase meer in overeenstemming brengen met de uitgangspunten die de faculteit hanteert, dat wil zeggen de relatie tussen onderzoek en onderwijs verstevigen. In de tweede plaats wordt de opleiding meer in overeenstemming gebracht met het universitaire beleid met betrekking tot minoren. De universitaire richtlijn is dat de student een vrije minorkeuze heeft, dat de omvang van een minor minimaal 15 en maximaal 30 EC is en dat de minor in het vijfde semester wordt gepland. De minorkeuze moet door de examencommissie worden goedgekeurd. Door dit beleid zullen de huidige 'varianten' in de bacheloropleiding, die ingericht waren als voorbereiding op de tracks in de masteropleiding, verdwijnen. Door de goedkeuring van de examencommissie wordt naar het oordeel van de commissie het niveau van de individuele studieroute geborgd. De herziening van het programma lijkt de commissie een verstandige keuze om meer greep te krijgen op het studieprogramma van de student. De opleiding heeft aangegeven dat het bachelorproject voorwerp is van de heroverweging van het programma in het kader van de versteviging van de relatie met het onderzoek. Het is de intentie van de opleiding dat de studenten in een vroeg stadium met goede onderzoekers te maken krijgen.

Wiskunde is in de opleiding grotendeels geïntegreerd in de informaticavakken. De verschillende programmaonderdelen zijn samen met wiskundedocenten ontwikkeld. In de cursus Bioinformatics is bijvoorbeeld een groot deel statistiek opgenomen. Soms worden die wiskundeonderwerpen door wiskundedocenten verzorgd, soms door informaticadocenten. De commissie begrijpt de overwegingen van de opleiding een deel van de wiskunde te integreren, maar zij is er geen voorstander van alle wiskunde door informatici te laten verzorgen. Over dit onderwerp is in het algemeen deel van dit rapport een opmerking gemaakt.

De lijnen in de opleiding zijn kort, de sfeer is informeel, de studenten zijn aardig. Als er problemen zijn, weten de studenten de weg naar de studietoelichting of naar de studieadviseur te vinden. De studenten hebben de ervaring dat er wat gedaan wordt aan problemen die gesignaleerd zijn. De cursussen worden formeel geëvalueerd met behulp van vragenlijsten. Naar aanleiding van de vorige visitatie is er veel op de rails gezet door de docenten om de opleiding te verbeteren, nog niet alle maatregelen zijn geheel uitgekristalliseerd.

De commissie kreeg echter de indruk dat de taken en doelstellingen van de opleidingscommissie onvoldoende bekend zijn bij studenten en docenten. De opleiding heeft aangegeven dat zij deze opmerkingen ter harte neemt en naar oplossingen zoekt om de studenten wellicht in een eerder stadium in te lichten over de verschillende instanties waar zij terecht kunnen met klachten en vragen en over de invloed die zij kunnen uitoefenen op het programma. De docenten zijn zeer betrokken bij de kwaliteitszorg.

De scripties die de commissie gezien heeft zijn van voldoende niveau. De wijze waarop de scripties worden beoordeeld is in orde.

De rendementgegevens die de commissie heeft gezien zijn slecht, maar de opleiding draait nog niet lang genoeg om daarover definitieve conclusies te kunnen trekken.

De opleiding is naar het oordeel van de commissie waardevol en moet in stand blijven. Er is sinds de vorige visitatie veel aan de opleiding verbeterd, maar nog niet alles is zoals het zou moeten zijn. De commissie beveelt aan dat de opleiding doorgaat met het wegnemen van de bezwaren die geuit zijn in het visitatierapport over de opleiding Informatica in 2002.

## *2.2. Bacheloropleiding Scheikunde*

De bacheloropleiding Scheikunde zal nog slechts twee jaar worden verzorgd. Vanaf 2008 is er geen afzonderlijke bacheloropleiding Scheikunde meer en zullen alleen nog de opleidingen Molecular Science & Technology (MST) en Life Science & Technology (LST) in samenwerking met de TU Delft worden aangeboden. De opleiding MST is al geaccrediteerd tot 2010.

Niettemin hebben de docenten, zo is de commissie gebleken, veel energie gestoken in een verbetering van de bacheloropleiding Scheikunde. In de opleiding wordt naar het oordeel van de commissie voldoende aandacht geschonken aan academische vorming, aan het leren onderzoek te doen en de verschillende onderzoeksvaardigheden. Voorafgaand aan het bacheloreindproject doen de studenten twee zogenaamde snuffelstages van twee keer een week. De studenten lopen dan in een onderzoeksgroep mee en werken een week lang mee met een promovendus of postdoc in zijn onderzoek. De bachelorstage wordt gedaan bij een onderzoeksgroep en duurt drie maanden.

Er zijn geen vastomschreven minorpakketten. Studenten kunnen zelf vakken of een studie erbij doen. In het derde jaar is er wel volledig vrije ruimte ingeroosterd die de studenten dus zelf kunnen invullen met keuzevakken of een minor.

Voorlichting over veranderingen in het programma kwam volgens deze studenten vaak wat laat, dat geldt ook voor de voorlichting over keuzevakken en stages. Er is wel voldoende informatie gegeven over de overgangsregeling van Scheikunde naar MST.

De commissie heeft geconstateerd dat de bacheloropleiding Scheikunde voldoet aan de eisen. Zij heeft daarbij enkele opmerkingen: de studievoortgangbegeleiding in de bacheloropleiding Scheikunde is weinig gestructureerd, er is weinig feedback van centraal niveau naar de student. Bij kleine studentenaantallen kan alles via de studiebegeleider verlopen, bij grotere aantallen niet. Er is nu een goede mix tussen de klassieke opleiding en de onderzoeksgestuurde aanpak.

### *2.3. Bacheloropleiding Life Science & Technology (LST)*

De commissie heeft een erg goede indruk gekregen van de bacheloropleiding Life Science & Technology, een samenwerking tussen de universiteiten van Delft en Leiden. Deze opleiding, die vanaf het eerste jaar multidisciplinair van opzet is, is gericht op zowel fundamentele als toepassingsgerichte vragen in de biotechnologie. De opleiding komt voort uit samenwerking op het gebied van onderzoek tussen medewerkers van de Universiteit Leiden en de Technische Universiteit Delft. Die samenwerking heeft geleid tot het opzetten van een nieuwe opleiding op basis van nieuwsgierigheidgedreven onderzoek. De meer fenomenologische benadering van Leiden en de kwantitatieve benadering van Delft zijn geïntegreerd in de opleiding, waarbij nieuwe onderzoeksonderwerpen als uitgangspunt zijn genomen. Niet alleen voor Nederland maar ook daarbuiten is de opleiding uniek, er zijn weinig tot geen vergelijkbare opleidingen te vinden. MIT biedt bijvoorbeeld wel studiepakketten aan die in dezelfde richting gaan, maar niet een hele opleiding. Deze uniciteit is enerzijds een pluspunt van de opleiding, anderzijds geeft zij ook problemen met uitwisseling van studenten. Het is daardoor voor de studenten lastiger om een deel van de opleiding in het buitenland te doen.

De opleiding heeft, zo blijkt uit de doorstroom van studenten na de masteropleiding, een gunstig beroepsperspectief. Bij bedrijven op de grensgebieden van de disciplines, die aan de basis van deze opleiding staan, bestaat een grote behoefte aan wetenschappelijk geschoold personeel met deze achtergrond, zowel voor de onderzoeksfuncties als voor de commerciële en de managementfuncties. Uit de instroom blijkt dat ook bij studenten de belangstelling voor deze opleiding groot is.

De studenten hebben tijdens het gesprek met de commissie aangegeven dat de voorlichting over de opleiding spoort met het programma dat de opleiding biedt.

Het viel de commissie op dat de docenten buitengewoon gemotiveerd zijn om de opleiding tot een succes te maken. Naar het oordeel van de commissie wordt er een programma geboden waarin breedte en diepte gecombineerd zijn. Het bestuurlijke samenwerkingsmodel dat deze opleiding mogelijk maakt, kan naar de mening van de commissie een voorbeeld zijn voor anderen; de kracht zit in de complementariteit, zowel op facultair niveau als bij de opleiding. Het is de commissie ook duidelijk geworden dat de Universiteit Leiden veel heeft geïnvesteerd in de facilitaire voorzieningen.

De commissie heeft kunnen constateren dat de opleiding LST een hoog rendement heeft en dat er een strakke studiebegeleiding is. Een aandachtspunt is dat de studielast per onderdeel niet altijd reëel is ingeschat, waardoor de mogelijkheid bestaat dat een student studievertraging oploopt, die door het strikte programma niet makkelijk weer is in te halen. De problemen met de studielast en het gevaar van de studievertraging zijn aan de opleiding bekend en er zijn, zo is aan de commissie gemeld, reeds maatregelen genomen om daaraan tegemoet te komen. Zo zijn er voor verschillende cursussen aanvullende opfristrajecten ontwikkeld, waardoor de studenten de gelegenheid krijgen de benodigde, en zo mogelijk weggezakte, voorkennis weer op te halen. Er zou naar het oordeel van de commissie nog iets verbeterd kunnen worden aan de afstemming tussen de begeleiders bij werkcolleges en practica.

### *2.4. Bacheloropleiding Natuurkunde*

Deze opleiding is naar het oordeel van de commissie exemplarisch voor de facultaire ambities om onderwijs in een onderzoeksomgeving te bieden. De opleiding is er in geslaagd het onderzoek dat binnen de afdeling plaatsvindt bij de student over te brengen en in het onderwijs te verweven. Er worden daar speciaal goede docenten voor ingezet in het begin van de opleiding. De commissie heeft opgemerkt dat de kwaliteit van de docenten de belangrijkste onderwijsfilosofie is van de opleiding. Verder is aan de commissie uitgelegd dat de didactische lijn in het programma is dat alle vakken meteen in zijn geheel in de

diepte worden gegeven. Statistische fysica en thermodynamica worden in een keer gegeven in het tweede jaar, daarmee wordt meteen het theoretisch raamwerk duidelijk. Ook in de wiskundevakken wordt de diepte ingegaan, de formules worden meteen ook echt afgeleid.

In het tweede jaar is het practicum vervangen door onderzoeksprojecten, waar modern onderzoek in een practicumomgeving wordt gedaan. De studenten worden overigens niet specifiek voorbereid op multidisciplinair samenwerken.

De commissie is positief over het tutoraat: ouderejaarsstudenten begeleiden kleine groepjes eerstejaarsstudenten. De begeleiding is er vooral op gericht de studenten te laten wennen aan het studeren en het studietempo en ervaringen daarmee te delen. Door de studenten wordt dit tutoraat zeer gewaardeerd, het helpt studenten net de drempel over, waar ze anders zouden zijn gestruikeld vanwege bijvoorbeeld de eerste onvoldoende in hun leven.

De commissie is minder te spreken over het feit dat de keuzeruimte in de opleiding zo klein is. Niet alleen moet de major-minorstructuur snel worden ingevoerd in deze opleiding, maar ook zou de keuzeruimte binnen de major voor alle studenten moeten worden vergroot. De docenten verwijzen met betrekking tot de keuzeruimte naar de mogelijkheid om twee studies tegelijk te doen, maar deze mogelijkheid bestaat feitelijk alleen voor de kleine groep die dat toevallig wil en kan. Naar de mening van de commissie moet in de bacheloropleiding de mogelijkheid worden geschapen om door middel van de keuzeruimte bijvoorbeeld de relatie met levenswetenschappen te leggen.

In het basispakket sluiten de vakken goed op elkaar aan. De docenten doen naar de mening van de studenten erg goed hun best. De volgorde van de vakken past goed. Er is veel contact binnen de studie tussen studenten onderling en tussen studenten en docenten, de lijnen zijn kort. Voordat het bacheloronderzoek gaat plaatsvinden, krijgen de studenten een oriëntatie op alle experimentele groepen, alleen de theoriegroep presenteert zich na afloop van het bachelorproject. De keuzevakken die de student volgt bepalen voor een groot deel de masterrichting.

### *2.5. Bacheloropleiding Wiskunde*

De commissie heeft een positieve indruk gekregen van de bacheloropleiding Wiskunde. Zij was onder de indruk van de inspanningen die geleverd worden rond de overgang vwo-wo: het Pre-University College, de opfriscursussen per vak en de huiswerkopdrachten die de studenten meekrijgen bij de meeste cursussen. De docenten zijn intensief bezig met het onderwijs, met de begeleiding van de studenten, verzorging van feedback en de samenstelling van studiemateriaal.

De studiebegeleiding is ook goed: er zijn zowel (docent)mentoren als tutoeren. De commissie is ook positief over het bachelorseminarium en de begeleiding rond de bachelorscriptie. Er zijn korte lijnen binnen deze opleiding, problemen worden direct opgelost. De studenten worden ingeschakeld in de onderzoeksgroep, er is een vloeiende overgang in de jaren en een goede samenhang tussen de vakken.

De studenten gaven aan dat zij minder te spreken waren over de cursus modelleren, die verzorgd wordt door de TUD. De bezwaren van de studenten zijn de docenten bekend, er wordt gezocht naar bevredigende oplossingen.

De commissie is op een enkele uitzondering na positief over de kwaliteit van het studiemateriaal, over de studeerbaarheid van het programma (na de selectieve propedeuse), over de goede variatie in de werkvormen (weinig hoorcolleges). De minoren zouden nog meer zicht moeten geven op gebieden die echt buiten de wiskunde liggen om zo een groter bijdrage te kunnen leveren aan de beoogde multidisciplinariteit.

De commissie heeft een aantal opmerkingen bij de opleiding:

- Zij vraagt zich af of er voldoende aandacht is voor studenten die leraar willen worden of naar het bedrijfsleven willen gaan, dat wil zeggen eventueel zouden gaan kiezen voor de educatieve variant of de Science Based Business-variant in de masteropleiding.
- De training in het gebruik van computeralgebrasoftware (Maple) is niet systematisch, het hangt te veel van de individuele docent af.
- De didactische scholing van de docenten is te vrijblijvend. Structureel en inhoudelijk moet de didactische kwaliteit worden verbeterd, niet alleen voor nieuwe docenten, maar ook voor de zittende staf.

### *2.6. Bacheloropleiding Sterrenkunde*

Deze opleiding heeft in de visie van de commissie net als de opleiding Natuurkunde aan de basis gelegen van de missie van de faculteit, hier wordt al lange tijd onderwijs in een onderzoeksomgeving gegeven. De

commissie heeft tijdens de rondleiding door het gebouw en de verdiepingen waar de afdeling Sterrenkunde is gehuisvest, kunnen constateren dat er daadwerkelijk sprake is van een levendige omgeving waarin studenten en medewerkers de gelegenheid hebben elkaar te ontmoeten en de meest actuele ontwikkelingen bij de koffie te bespreken. De studieomgeving is zeer stimulerend voor de studenten door de directe nabijheid van de medewerkers die bezig zijn met actueel onderzoek. Het gevaar bestaat zelfs dat de onderzoekcomponent de onderwijscomponent verdringt. De opleiding wordt naar de mening van de commissie mogelijk te veel gezien als leverancier van goede onderzoekers met als doel het hoge niveau van het onderzoek te handhaven.

In de bacheloropleiding Sterrenkunde is net als bij Natuurkunde een tutorsysteem. Studenten kunnen vrijwillig inschrijven voor een tutorgroep, maar eenmaal ingeschreven is deelname verplicht. De tutorgroepen worden begeleid door ouderejaarsstudenten, die de studenten wegwijs kunnen maken in studie, studeren en studietempo. De studenten zijn te spreken over dit systeem. In de tutorgroepen durven ze alles te vragen en dat helpt hen net even een stapje verder. Uiteindelijk hebben alle studenten die deelnamen aan een tutorgroep beter gepresteerd dan zonder die groep.

De studenten vonden de kwaliteit van het onderwijs wisselend, sommige docenten leken hen duidelijk minder geïnteresseerd in het geven van bacheloronderwijs. De studenten zelf worden geacht hard te werken, perioden waarin vijftig uur per week geïnvesteerd moet worden door de studenten zijn geen uitzondering. De studenten leken zich te hebben neergelegd bij deze situatie. De commissie is van mening dat het goed is om hoge eisen te stellen aan de inzet van de studenten, maar vindt dat hier tegenover mag staan dat de docentenstaf over de hele linie belang hecht aan onderwijs in de bacheloropleiding. De inzet van een deel van de docenten zou moeten worden verbeterd. De kwaliteit van de opleiding is voor het overige voldoende.

### *2.7. Masteropleiding Computer Science*

Volgens de informatie die aan de commissie is gepresenteerd, is de masteropleiding Computer Science gericht op het doen van onderzoek in de informatica en besteden studenten 80 van de 120 EC van de masteropleiding aan het doen van onderzoek in projecten. Vanaf het moment dat ze daarmee bezig zijn, zijn de studenten deel van een onderzoeksgroep. De studenten die de masteropleiding volgen, kunnen verschillende theoretische en praktische mastercursussen doen van verschillende richtingen. Het onderzoek of de projecten doet men alleen, volgens de studenten wordt men niet specifiek gekoppeld aan het onderzoek van een promovendus of postdoc. De voortgang van het onderzoek wordt wel besproken met het team van de onderzoeksgroep en doorgaans is het onderwerp van het masteronderzoek deel van een groter onderzoeksproject. De commissie heeft twee knelpunten geconstateerd in deze opleiding. De eerste betreft de definitie van de onderzoeksprojecten door de studenten. Het is de bedoeling van de opleiding dat in de 80 EC die op onderzoek is gericht, de student onderwijs volgt bij verschillende onderzoeksgroepen teneinde breedte te garanderen in hun masteropleiding. Het is niet duidelijk of en hoe dit voornemen wordt gerealiseerd. De studenten worden weliswaar bij de formulering van onderzoeksprojecten ondersteund door de studieadviseur, maar dit lijkt de commissie een te persoonsgebonden oplossing. Het tweede knelpunt betreft de variant Bio-informatica, die vooralsnog een enigszins verbrokken onderwijsaanbod heeft, waarin de commissie weinig samenhang ziet. Het onderzoek op dit gebied en de betrokken docenten zijn daarentegen naar de mening van de commissie goed.

De informatie in de zelfstudie over de instroom in de opleiding blijkt niet in overeenstemming met de werkelijkheid. Uit aanvullende informatie blijkt dat er in totaal 91 studenten de masteropleiding volgen, waarvan 61 studenten formeel doctoraalstudenten zijn.

Een zorgpunt is het naar de mening van de commissie dat de opleiding bij het afnemend veld onvoldoende bekend is.

De docenten die de opleiding verzorgen hebben op het gebied van onderzoek goede relaties met de afdelingen in Delft. Dit heeft zijn weerslag op de opleiding. De relatie tussen onderzoek en onderwijs in de masteropleiding is naar het oordeel van de commissie in voldoende mate aanwezig.

De commissie heeft een aantal masterscripties bekeken die naar haar mening van voldoende niveau zijn.

### *2.8. Masteropleiding ICT in Business*

In de opleiding ICTiB kan men een onderzoeksrichting of een meer praktische richting kiezen. De opleiding heeft een internationaal karakter. Het docententeam van ICTiB is een internationaal samengestelde groep en de instroom tot het met het vorige studiejaar bestond voor 40% uit buitenlandse studenten. Doordat deze nieuwe masteropleiding geen 'eigen' bachelorinstroom heeft en ook geen

instroom uit een oude doctoraalopleiding, is het aandeel buitenlandse studenten en het aandeel hbo-studenten in de instroom relatief hoog. Volgens recente gegevens was dit een opstartverschijnsel: in 2006 is het instroompercentage hbo-studenten gedaald van 52% naar 35% en is het instroompercentage Nederlandse wo-studenten gestegen naar 20%. De spreiding in talent en wetenschappelijke gerichtheid van de hbo-instroom is volgens de opleiding groter dan bij de studenten die vanuit het wo instromen. Opvallend is dat een deel van de hbo-studenten onderzoeksgericht is en doorstroomt naar promotieplaatsen. Anderzijds is er ook een groep hbo'ers waarvan het de vraag is of die thuis horen in deze opleiding. De commissie beveelt aan een meer gericht selectiebeleid te voeren in dezen.

Een punt van zorg is de fundering van de opleiding vanuit de bedrijfskundige discipline. Een deel van de bedrijfskundedocenten zit nog in een promotietraject. De webpagina's van de staf vermelden vaak wel hun adviseurschappen, maar niet hun recente publicaties. De Leiden University School of Management (LUSM) heeft de MBA-opleiding overgedragen aan de Rotterdam School of Management, waardoor een deel van de bedrijfskundedocenten niet meer aan de Universiteit Leiden verbonden is. De commissie beveelt sterk aan vaart te zetten achter pogingen om de wetenschappelijke onderbouwing van de bedrijfskundige kant van de opleiding te borgen. De geambieerde samenwerking met de Erasmus Universiteit Rotterdam (EUR) zal een goede eerste stap in die richting kunnen zijn.

De scripties die de commissie heeft gezien, zijn van voldoende niveau. Een aantal ervan is echter nogal toepassingsgericht en het wetenschappelijk gehalte ervan is niet evident. Dit strookt weliswaar met de doelstelling om naast een onderzoeksgericht afstudeertraject ook de mogelijkheid van een meer praktische richting te bieden, maar een beter evenwicht is geboden. Bij de zes bestudeerde scripties viel het de commissie op dat bij de meer toepassingsgerichte scripties het wetenschappelijk gewicht niet hoog was en dat de meer wetenschappelijk georiënteerde scripties sterk op de informatica sec waren gericht. Positief teken is dat twee vanuit het LUSM begeleide studenten met een interdisciplinair onderwerp zijn geaccepteerd in de competitieve programma's van McGill University en de University of British Columbia.

### *2.9. Media Technology*

In de masteropleiding MT worden naar het oordeel van de commissie autonoom, academisch denkende mediatechnologen opgeleid die in staat zijn via bestudering en met gebruikmaking van bestaande technologie tot creatieve nieuwe vormen te komen. De commissie waardeert de ruimte die binnen de opleiding aan studenten wordt gegeven om vanuit een persoonlijke fascinatie een eigen onderzoek op te starten. Het faculteitsbrede motto 'onderwijs via onderzoek' wordt binnen MT overtuigend ten uitvoer gebracht, met als resultaat een aantal opmerkelijke en originele afstudeerprojecten van studenten.

De opleiding wil aanmoedigen dat studenten een eigen onderzoeksvraag definiëren. De studenten lopen dus niet mee in een groter onderzoek van de faculteit. Ze lopen ook bewust geen stage. In het begin van de opleiding worden de studenten meegenomen naar een internationale conferentie. De studenten moeten bereiken dat ze een presentatie verzorgen op zo'n congres. Het eindproduct is een wetenschappelijk product. Binnen de opleiding wordt zeer bewust gezocht en geëxperimenteerd met verschillende vormen van wetenschappelijke output. Het niveau van de afstudeerwerken wordt door de commissie als voldoende ervaren.

De opleiding werft studenten met de belofte kunst en wetenschap te combineren. In de praktijk komt het erop neer dat binnen de opleiding handelswijzen vanuit de kunst in de wetenschap worden gebracht. De einddoelen liggen dus primair in het wetenschappelijke domein en slechts in tweede instantie in het artistieke domein. Het motto 'kunst én wetenschap' is derhalve ietwat overdreven. Om dit werkelijk waar te maken zou de artistieke kwaliteit van het werk verhoogd moeten worden (al dan niet via het versterken van de banden met de Koninklijke Academie in Den Haag).

Studenten MT stromen vanuit zeer verschillende achtergronden binnen. Hierbij zijn geen problemen geconstateerd; het wordt als rijkdom ervaren. Na afronding van de masters MT komen studenten vaak aan werk in een beroepenveld in lijn met hun vooropleiding. Er is een promovendus bij MIT terechtgekomen, een R&D'er bij V2 Group, enkele docenten bij de Kunstacademie Den Haag.

De opleiding MT is de afgelopen jaren sterk gegroeid. De omvang van de staf-studentratio is hierbij scheef komen te liggen. Ondanks de hoge kwaliteit en inzet van de aanwezige staf heeft dit tot gevolg dat studenten incidenteel moeite hebben om bepaalde (overbelaste) docenten te bereiken, met als gevolg dat ze wel erg op zichzelf aangewezen zijn. Autonomie van de student moet natuurlijk niet worden verward met gebrek aan begeleiding. Overigens verbaast het de commissie dat de problemen, gezien de

erbarmelijke staf-studentratio binnen de opleiding, niet veel groter zijn; de inzet en betrokkenheid van de aanwezige staf met het onderwijs mag dan ook indrukwekkend worden genoemd. De commissie beveelt aan de docentenstaf uit te breiden met ‘kampioenen’ uit het vakgebied. Dat wil zeggen, mensen die de multidisciplinariteit van het vakgebied belichamen en integraal kunnen uitdragen aan studenten.

Wat betreft de inbedding in informatica heeft de commissie enige bedenkingen. Momenteel vinden er binnen MT grofweg drie soorten projecten plaats:

1. informatica als onderzoeksdomein;
2. informatica als *tool*;
3. projecten zonder informaticacomponent.

Eenzijds biedt de informatica een methodologisch kader van waaruit gewerkt kan worden, anderzijds lijkt de inbedding in de informatica de opleiding soms enigszins in de sfeer van de multimedia te trekken. De commissie betwijfelt in hoeverre dit strookt met de door de opleiding zelf gestelde brede doelstellingen. Hoewel er binnen de huidige informaticacontext goed werk wordt verricht, meent de commissie dat een ruimere opvatting van het begrip ‘Media Technology’ beter zou aansluiten bij de facultaire ambitie om interacties tussen de verschillende domeinen tot stand te brengen. (monodisciplinair opleiden, multidisciplinair samenwerken). Waarom zou het werkterrein van de mediatechnologie zich beperken tot de bytes, als er ook met atomen, neuronen, genen en combinaties daarvan kan worden gewerkt?

De voor de studenten beschikbare faciliteiten zijn, aan de magere kant, voldoende. Er is een eenvoudig medialab, er zijn computers en mondjesmaat maken studenten gebruik van de opengestelde werkplaatsen aan de Koninklijke Academie in Den Haag. Tijdens haar bezoek kreeg de commissie de indruk dat een aanzienlijk deel van de aan de afdeling gerealiseerde projecten en installaties, via informele weg tot stand zijn gekomen. Het verdient aanbeveling de voor studenten beschikbare faciliteiten uit te breiden en meer toe te spitsen op de voor Media Technology specifieke wensen (eventueel in samenwerking met andere domeinen).

De inhoud en kwaliteit van de gegeven vakken lijkt in orde, evenals het onderwijsmodel. Studenten zijn erg enthousiast over de in hun ogen unieke opleiding en de goede docenten. Studenten worden sterk gemotiveerd de studie naar zichzelf toe te trekken. Dit lijkt goed te functioneren. Vanuit deze filosofie lijkt het voor de hand te liggen het onderwijsmodel hier in de toekomst nog meer op af te stemmen. Zo kan men overwegen om over te stappen op een competentie-gebaseerd onderwijsmodel waarbij de student nog meer eigen invulling kan geven aan de studie.

Concluderend heeft de commissie de indruk dat de opleiding Media Technology studenten een inspirerende academische leeromgeving biedt.

### 2.10. Masteropleiding Chemistry

De masteropleiding Chemistry is net als de meeste masteropleidingen onderzoekgericht. Studenten die aan een masteropleiding beginnen, worden opgeleid tot onderzoeker. Er zijn drie tracks in de opleiding; de fysisch-theoretische, de synthese en ontwerp en de biochemische track.

Een student maakt een keuze voor een van deze tracks en kiest verder ook een onderwerp voor zijn stage. Om aan informatie te komen daarover kijken de studenten op websites en spreken erover met de studieadviseur, die hun adviseert met wie ze verder moeten spreken als ze meer willen weten over een bepaald onderwerp. De keuze van het stageonderwerp bepaalt verder de opleidingsrichting van de student. Vervolgens wordt samen met de docent/mentor een programma opgesteld, er wordt onder andere bepaald welke keuzevakken de student gaat volgen en welke vakken verplicht zijn voor de track die hij doet. De docent/mentor bemoeit zich ook met het niveau van de keuzevakken van de student. De keuzeruimte omvat 30 EC, die deels gebruikt kan worden voor verlenging van de stage, hetgeen wel eens nodig is als de stage in het buitenland wordt gedaan of bij een bedrijf. Tevens is bepaald dat niet meer dan de helft van de vakken van een niveau mogen zijn lager dan 400. De keuzeruimte wordt ook gebruikt voor verbreding van de basiskennis van te gespecialiseerde instromers uit het hbo. In dat geval doet de student dan wel vakken op een lager niveau dan die 400.

De studenten zijn minimaal een derde van de opleiding bezig met hun masteronderzoek. De studenten kunnen voor drie duidelijk omschreven tracks kiezen, waarvoor cursussen geboden worden.

De commissie heeft het enigszins bevreemd dat sommige studenten de opleiding in minder dan twee jaar konden afronden, dat geldt in het bijzonder voor instromende hbo-studenten. De commissie vraagt zich af of de studie wel genoeg theoretische verdieping biedt voor de instromende hbo-studenten, die een vrij praktisch gerichte vooropleiding hebben. Zij vraagt zich bovendien af of er niet te veel zelfstudie is geprogrammeerd in deze masteropleiding.

De commissie is van mening dat er een degelijke onderzoeksgerichte masteropleiding geboden wordt waarin de enkele punten die hier zijn aangegeven de aandacht verdienen. Een algemene aanbeveling zou zijn: hou wel oog voor de discipline als geheel.

### *2.11. Masteropleiding LST*

De masteropleiding LST zit naar de mening van de commissie goed in elkaar. Er wordt een aantrekkelijk en samenhangend programma geboden, waarin de studenten niettemin veel vrijheid hebben hun eigen programma samen te stellen. Er is een goed evenwicht tussen onderwijs en onderzoek in de masteropleiding. De studenten maakten de indruk een goede basis te hebben voor het doen van keuzen voor een vervolg op de masteropleiding. Een groot deel van de masterstudenten bleek belangstelling te hebben voor het volgen van een deel van de opleiding in het buitenland. Zij hadden via excursies en trips al enige ervaring daarmee opgedaan. Het is echter niet mogelijk een volledige masteropleiding met dezelfde LST-inhoud in het buitenland te volgen, omdat er geen vergelijkbare opleidingen elders te vinden zijn. Door middel van onder andere (bedrijfs)stages en het volgen van minoren in het buitenland blijken er toch nog redelijk wat mogelijkheden te zijn.

De commissie miste nog een educatie- en een communicatievariant voor deze masteropleiding. De docenten hebben gemeld een educatievariant toe te willen voegen.

### *2.12. Masteropleiding Physics*

Het programma, zo is de commissie gebleken, is in grote lijnen als volgt opgebouwd: in de experimentele master worden één dag per week vakken gevolgd in combinatie met het doen van onderzoek. In de theoretische master volgt men in het eerste jaar vakken en wordt in het tweede jaar onderzoek gedaan. De studenten ervaren de overgang van bachelor- naar masteropleiding als vloeiend. Dit wordt vooral bewerkstelligd door het bacheloronderzoek en de oriëntatie die de studenten aangeboden krijgen voordat ze aan het bacheloronderzoek beginnen.

Elke masterstudent maakt aan het begin een studieplan dat tussentijds kan worden gewijzigd. Zowel het oorspronkelijke studieplan als eventuele wijzigingen worden door de studieadviseur bekeken en indien nodig ter goedkeuring aan de examencommissie voorgelegd. Het studieplan bestaat uit twee A4'tjes, 40 EC worden besteed aan vakken, 80 EC aan onderzoek. Sommige vakken worden eens in de twee jaar gegeven, het is dus belangrijk dat men dat van tevoren vaststelt. Er wordt door de studieadviseur behoorlijk achteraan gezeten om dat studieplan op te stellen.

Het is volgens de studenten lastig om vakken in het buitenland te volgen, weinig studenten doen dat dan ook, een enkeling doet een stage in het buitenland.

Er zou naar de mening van de commissie meer aandacht besteed mogen worden aan het toekomstige beroepsveld in de studie. De studenten hebben nu alleen een vaag idee. Ze gaan promoveren omdat ze dat om zich heen zien, maar van de andere mogelijkheden hebben ze geen beeld.

Dat de keuzevakken om de twee jaar worden gegeven is wat ongunstig, dat neemt vrijheid in de planning weg, niettemin is het gezien de geringe studentenaantallen begrijpelijk dat deze keuze gemaakt is.

De masterscripties die de commissie heeft gezien voldoen aan de criteria die daaraan kunnen worden gesteld.

### *2.13. Masteropleiding NanoScience*

De masteropleiding NanoScience heeft een excellente instroom van studenten uit het buitenland, maar de vraag is hoe daarmee meerwaarde wordt gegenereerd voor de studenten van Leiden en Delft. De instroom van studenten uit de bacheloropleidingen van de universiteiten van Leiden en Delft is zeer gering, op het moment van visitatie was er maar één Nederlandse student. Volgens de docenten van de opleiding is de profilering van de masteropleiding NanoScience ten opzichte van Applied Physics lastig. De commissie merkt echter op dat de opleiding zelf zich nogal afwachtend opstelt en meer zou kunnen ondernemen om de masteropleiding ook voor de binnenlandse markt over het voetlicht te brengen.

Ongeveer de helft van de buitenlandse studenten stromen in op basis van het Erasmus Mundus-programma, zij doen dus slechts een deel van hun opleiding in Delft/Leiden. De diversiteit van de internationale instroom leidt door het vele maatwerk tot een rommelig programma; er is geen curriculaire eerste jaar. De studenten komen vooral om hun eigen onderzoek te doen, dus er is weinig coherentie tussen het onderwijsdeel en het onderzoek. De impuls ontbreekt om dat te veranderen, omdat er 200 aanmeldingen zijn voor de 30 plaatsen. De definitie van het vakgebied NanoScience is niet helder, althans

niet in het biologiedomein; molecular science is nog geen nanoscience. De studenten zijn echter tevreden over de opleiding en de begeleiding die hun geboden wordt, ze krijgen ondersteuning bij het maken van keuzen en hebben veel vrijheid hun opleiding zelf in te richten. Het is ook mogelijk cursussen te kiezen van andere programma's.

De commissie heeft de indruk dat er zeker kwaliteit wordt geleverd door deze opleiding, dat er zeer goede studenten afstuderen. De commissie heeft ook de indruk dat dit een opleiding is met enorme potentie, maar de opleiding zou een duidelijker geprofileerd programma moeten bieden, met een heldere definitie van missie en doelstelling. Er zouden enkele kerncursussen aangeboden moeten worden waarin het vakgebied nanoscience wordt geïntroduceerd en vervolgens uitgebreid en in de diepte aan de orde komt (of als zodanig bedoelde cursussen zouden beter uit de verf moeten komen). Daarnaast adviseert de commissie de opleiding ook binnen Nederland beter op de kaart te zetten. Deze opleiding heeft nog even tijd nodig om zich verder te ontwikkelen.

#### *2.14. Masteropleiding Mathematics*

Geconstateerd kan worden dat het in de masteropleiding om kleine aantallen studenten gaat. Het is daarom naar de mening van de commissie voor de kwaliteit van het onderwijs zeer goed dat er landelijk wordt samengewerkt. Het programma dat de student volgt, wordt zeer individueel samengesteld en gevolgd. De begeleiding bij de samenstelling van het programma en het masteronderzoek is goed. De studenten worden opgevangen in de onderzoeksgroep en zijn in de meeste gevallen ook aangesteld als student-assistent. De commissie vraagt zich af of er wel voldoende aandacht is voor de brede vorming van studenten, bijvoorbeeld voor studenten die leraar willen worden of naar het bedrijfsleven willen gaan (Educatieve variant en Science Based Business). De opleiding voldoet naar de mening van de commissie aan de eisen.

#### *2.15. Masteropleiding Astronomy*

Voor de masteropleiding geldt in nog sterkere mate wat voor de bacheloropleiding geldt, namelijk dat het onderwijs in de verdrukking is gekomen door de grote nadruk op onderzoek. De examenvormen maken een bijna lakse indruk, er zijn geen heldere kwaliteitsnormen. De studenten die de commissie heeft gesproken, zijn zeer enthousiast over het onderzoek dat ze doen en vinden het onderwijs goed. De opleiding heeft naar het oordeel van de masterstudenten, waarvan een groot deel uit het buitenland afkomstig is, een hoog niveau. De studenten werken bijzonder zelfstandig en kunnen zelf hun cursussen kiezen. De opleiding Astronomy is geheel gericht op onderzoek, een ander toekomstperspectief dan als sterrenkundige is er niet in de ogen van de studenten. Zij zijn voor dat onderzoek gekomen en vinden de opleiding om die reden aantrekkelijk. De commissie vindt het zeer positief dat de studenten zo enthousiast zijn over het doen van onderzoek en daardoor over de opleiding. De opleiding gaat uit van het meester-gezelprincipe en blijkbaar werkt dit voor de betreffende studenten. De commissie is echter van mening en zal daar ook in deel III van dit rapport onder het oordeel bij F10 op terugkomen dat er in de opleiding nog onvoldoende is nagedacht over de wijze waarop studenten leren onderzoeken. Dit zal nog nader door de faculteit moeten worden uitgewerkt. De commissie heeft enkele afstudeerverslagen bekeken en is van oordeel dat deze aan de maat zijn.



## **DEEL III. BEOORDELING VOLGENS HET NVAO-KADER**



# 1. Doelstellingen van de opleidingen

## **F1: Domeinspecifieke eisen**

De eindkwalificaties van de opleiding sluiten aan bij de eisen die door (buitenlandse) vakgenoten en de beroepspraktijk gesteld worden aan een opleiding in het betreffende domein (vakgebied/discipline en/of beroepspraktijk).

### **Beschrijving:**

Het domein is “*de natuurwetenschap*”, een geheel van samenhangende disciplines waarbinnen een bepaald aspect van de natuur wordt bestudeerd, inclusief de wiskunde en de digitale wereld”.<sup>1</sup> De organisatorische eenheid voor dit domein is de faculteit. Het centrale element in dit domein is onderzoek. De werkomgeving van de Leidse en Delftse faculteiten is een onderzoeksomgeving, conform het karakter van de Universiteit Leiden en de Technische Universiteit Delft.

Volgens de zelfstudie is de bacheloropleiding een basisvakopleiding in de natuurwetenschappen, de masteropleiding leidt op tot onderzoeksgerichte academici, de promotieopleiding leidt op tot zelfstandig onderzoeker/ontwerper. De faculteit noemt de promovendi geen studenten maar medewerkers. Zij hebben in de regel een aanstelling bij het betreffende instituut.

Voor de opleidingen gelden volgens de zelfstudie de hieronder volgende doelstellingen en eindtermen. Ze stemmen, in andere bewoordingen, overeen met de universele bachelor-eindtermen zoals verwoord in het Bachelor-Masterconvenant voor opleidingen in de (technische) natuurwetenschappen van de VSNU (2002).

### **Bacheloropleidingen: doelstelling en eindtermen**

Doelstelling en eindtermen van de bacheloropleidingen zijn vastgelegd in de OER van de bacheloropleidingen. De doelstelling van de bacheloropleidingen is:

- het bijbrengen van voldoende kennis, inzicht en vaardigheden om de afgestudeerde in staat te stellen om onder supervisie, op academisch niveau, een bijdrage te leveren aan het herkennen, aandragen en oplossen van vraagstukken op een deelgebied van de natuurwetenschappen, en binnen de discipline en haar grensgebieden met succes een masteropleiding te kunnen volgen.

### *Eindtermen*

De Bachelor of Science beschikt over:

- kennis van en inzicht in de basisvakken, actuele concepten en werkwijzen van de gekozen discipline;
- 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.

---

<sup>1</sup> Zie de opmerkingen van de commissie over deze domeinomschrijving in het Algemeen deel, paragraaf 4 onder Referentiekader.

De faculteit heeft deze eindtermen vergeleken met de verworvenheden van Bachelors of Science zoals beschreven door de Quality Assurance Agency for Higher Education, UK (2002), en constateert veel overlap maar ook verschillen. Zo merkt de faculteit op dat de QAA bijvoorbeeld reflectie op wetenschappelijke en maatschappelijke problemen niet noemt en dat de eindtermen voor de verschillende disciplines niet eenduidig zijn. De fysici van de 'benchmarking group' vragen om competent gebruik van ICT, wiskundige en grafische technieken, en basale laboratoriumapparatuur "if on an experimental programme", de Britse chemici komen met een veel langere lijst specifieke theoretische en experimentele vaardigheden zonder aandacht voor biochemie en technologie, terwijl de wiskundigen zulke lijstjes afwijzen als "too prescriptive, might well force unnecessary and undesirable modifications in some existing programmes and would confer no benefits".

Volgens de zelfstudie brengen de door de faculteit gekozen eindtermen de disciplines bijeen rond het facultaire onderzoek, dat in elk van de instituten voor een specifieke invulling van het onderwijs zorgt.

De commissie merkt op dat ook in het Tuning-project (Tuning Educational Structures in Europe) voor een aantal van de betrokken disciplines geharmoniseerde eindtermen en referentiekaders voor studieprogramma's worden ontwikkeld. Recent hebben validatiepanels de referentiekaders voor Natuurkunde, Scheikunde, Wiskunde en Aardwetenschappen bijgeschaafd. De referentiekaders zijn uitgedrukt in competenties en leerdoelen. Voor de ontwikkeling en evaluatie van programma's en voor internationale vergelijking kunnen deze kaders meer houvast bieden.

### **Masteropleidingen: doelstelling en eindtermen**

Doelstelling en eindtermen van de masteropleidingen zijn vastgelegd in de OER van de masteropleidingen.

De doelstelling van de masteropleidingen is:

- het bijbrengen van voldoende kennis, inzicht en vaardigheden om de afgestudeerde in staat te stellen om zelfstandig, op academisch niveau, een originele bijdrage te leveren aan het herkennen, aandragen en oplossen van vraagstukken op een deelgebied van de natuurwetenschappen, over deze bijdrage met vakgenoten te kunnen discussiëren, niet-specialisten op heldere en ondubbelzinnige wijze te kunnen informeren over conclusies en overwegingen die aan het onderzoek ten grondslag liggen, en om binnen de discipline en haar grensgebieden met succes een promotieopleiding te kunnen volgen.

#### *Eindtermen*

De Master of Science beschikt over:

- zodanige theoretische en/of praktische vaardigheden op meer dan één specialistisch deelgebied van de discipline dat hij onder globale supervisie onderzoek kan uitvoeren;
- het vermogen tot zelfstandige analyse van wetenschappelijke problemen, analyse van relevante vakliteratuur, formulering van toetsbare hypothesen, het opzetten en uitvoeren van onderzoek en kritische reflectie op eigen onderzoek en dat van anderen;
- het vermogen om verschillende deelgebieden van de discipline met elkaar in verband te brengen en te integreren;
- het vermogen tot heldere mondelinge en schriftelijke presentatie van eigen onderzoeksresultaten, en de vaardigheid om met vakgenoten te communiceren en zijn onderzoeksresultaten als congresbijdrage of als (onderdeel van een) wetenschappelijke publicatie te presenteren;
- voldoende inzicht in de maatschappelijke rol van de natuurwetenschappen om daarover te kunnen reflecteren en mede daardoor te komen tot een ethisch verantwoorde attitude en overeenkomstige beroepsuitoefening.

Met inachtneming van een kortere onderzoeksopleiding (minimaal 60 EC) gelden voor de mastertracks Science Based Business (Leiden) en Management of Technology (Delft), Communication en Education (apart in Leiden, gecombineerd in Delft) bovendien de volgende eindtermen:

**Mastertrack Science Based Business (Leiden), Management of Technology (Delft):**

- voldoende basale kennis van en inzicht in strategisch en marketing management, financieel management, projectmanagement, organisatiekunde, octrooien en quality management;
- ervaring in het opzetten en uitvoeren van organisatorisch onderzoek binnen een bedrijf, in aansluiting op de onderzoeksspecialisatie.

**Mastertrack Education:**

- alle kwalificaties voor het verkrijgen van de bevoegdheid om les te geven in alle klassen van het voortgezet onderwijs en het middelbaar beroepsonderwijs;
- een onderwijsvisie met inachtneming van de relatie tussen school en samenleving en met respect voor de in onze pluriforme samenleving aanvaarde normen en waarden.

**Mastertrack Communication:**

- kennis van en inzicht in moderne informatie- en communicatietechnologie;
- ervaring met wetenschapscommunicatie;
- kennis van ethische, historische en maatschappelijke aspecten op het gebied van de natuurwetenschappen.

Tijdens het voorbezoek aan de faculteit is gebleken dat de faculteit bewust heeft gekozen voor het opstellen van eindkwalificaties op een opleidingsoverstijgend niveau. In de ogen van de faculteit is het gemeenschappelijke domein waarop alle opleidingen binnen de faculteit zich richten dat van de natuurwetenschap (als vertaling van de Anglo-Amerikaanse term 'science'), ligt het dus voor de hand dat de eindkwalificaties aan dat domein refereren en is het niet zinvol om in de eindkwalificaties in detail vast te leggen wat studenten moeten weten en kunnen aan het eind van een opleiding.

Volgens de faculteit is de kwaliteit van het onderzoek dat binnen de faculteit wordt uitgevoerd het ijkpunt voor de kwaliteit en het niveau van de opleidingen. De kennis en vaardigheden die studenten tijdens hun opleiding verwerven, worden bepaald door de kennis en vaardigheden die aanwezig zijn in de omgeving waarin het onderwijs wordt verzorgd. Wanneer studenten zonder problemen aan een promotieopleiding kunnen beginnen, beschikken ze over de kennis en vaardigheden die ze volgens vakgenoten nodig hebben aan het einde van een masteropleiding. In het verlengde daarvan geldt dat studenten die in staat zijn om een masteropleiding te volgen, de eindkwalificaties van een bacheloropleiding hebben behaald. De eindkwalificaties moeten deze algemene eisen tot uitdrukking brengen.

De keuze van de faculteit om de eindkwalificaties op een opleidingsoverstijgend niveau vast te leggen, is overigens ook voor een deel ingegeven vanuit de wens om de administratieve lastendruk rondom de inhoud en organisatie van de opleidingen zo veel mogelijk te beperken.

**Oordeel:**

De commissie heeft vastgesteld dat de faculteit de eindkwalificaties van de te beoordelen opleiding op een opleidingsoverstijgend niveau heeft vastgesteld, waardoor het feitelijk niet mogelijk is om op het niveau van de opleiding te bepalen of de eindkwalificaties aansluiten bij de inhoudelijke (dan wel disciplinaire) eisen die (buitenlandse) vakgenoten aan een opleiding binnen de desbetreffende discipline stellen. Voorts zij verwezen naar de opmerkingen die de commissie over de eindtermen heeft gemaakt in het Algemeen deel (I) onder Algemene bevindingen (5). 'De kwaliteit van het onderzoek' is volgens de commissie een te algemeen ijkpunt voor de kwaliteit van de opleidingen. Ook op opleidingsniveau moet worden nagedacht over de doelen die men met de opleiding wil bereiken en de eindkwalificaties die een afgestudeerde moet bezitten. Doelen en eindkwalificaties op elk opleidingsniveau moeten bekend worden gemaakt aan studenten en buitenstaanders; daarbij kan men niet volstaan met een verwijzing naar de eisen die het volgende niveau stelt. Omdat alle opleidingen echter wel hebben omschreven hoe de eindtermen zijn vormgegeven in het programma, is het voor de commissie duidelijk hoe de eindtermen geconcretiseerd zijn op disciplineniveau. Dit voldoet naar de mening van de commissie aan de eisen per vakgebied.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

**F2: Niveau: Bachelor en Master**

De eindkwalificaties van de opleiding sluiten aan bij algemene, internationaal geaccepteerde beschrijvingen van de kwalificaties van een Bachelor of een Master.

**Beschrijving:**

Voor een beschrijving van het verschil in niveau tussen bacheloropleidingen en masteropleidingen worden hier de zogenaamde Dublin-descriptoren gebruikt (zie tabel).

**Tabel: Dublin-descriptoren**

	Kwalificaties bachelor	Kwalificaties master
1. Kennis en inzicht	Heeft aantoonbare kennis en inzicht van een vakgebied, waarbij wordt voortgebouwd op het niveau bereikt in het voortgezet onderwijs en dit wordt overtroffen; functioneert doorgaans op een niveau waarop met ondersteuning van gespecialiseerde handboeken enige aspecten voorkomen waarvoor kennis van de laatste ontwikkelingen in het vakgebied vereist is.	Heeft aantoonbare kennis en inzicht, gebaseerd op de kennis en het inzicht op het niveau van bachelor en die deze overtreffen en/of verdiepen, alsmede een basis of een kans bieden om een originele bijdrage te leveren aan het ontwikkelen en/of toepassen van ideeën, vaak in onderzoeksverband.
2. Toepassen kennis en inzicht	Is in staat om zijn kennis en inzicht op dusdanige wijze toe te passen, dat dit een professionele benadering van zijn werk of beroep laat zien, en beschikt verder over competenties voor het opstellen en verdiepen van argumentaties en voor het oplossen van problemen op het vakgebied.	Is in staat om kennis en inzicht en probleemoplossende vermogens toe te passen in nieuwe of onbekende omstandigheden binnen een bredere (of multidisciplinaire) context die gerelateerd is aan het vakgebied; is in staat om kennis te integreren en met complexe materie om te gaan.
3. Oordeelsvorming	Is in staat om relevante gegevens te verzamelen en interpreteren (meestal op het vakgebied) met het doel een oordeel te vormen dat mede gebaseerd is op het afwegen van relevante sociaalmaatschappelijke, wetenschappelijke of ethische aspecten.	Is in staat om oordelen te formuleren op grond van onvolledige of beperkte informatie en daarbij rekening te houden met sociaalmaatschappelijke en ethische verantwoordelijkheden, die zijn verbonden aan het toepassen van de eigen kennis en oordelen.
4. Communicatie	Is in staat om informatie, ideeën en oplossingen over te brengen op een publiek bestaande uit specialisten of niet-specialisten.	Is in staat om conclusies, alsmede de kennis, motieven en overwegingen die hieraan ten grondslag liggen, duidelijk en ondubbelzinnig over te brengen op een publiek bestaande uit specialisten of niet-specialisten.
5. Leervaardigheden	Bezit de leervaardigheden die noodzakelijk zijn om een vervolgstudie die een hoog niveau van autonomie veronderstelt aan te gaan.	Bezit de leervaardigheden die hem in staat stellen een vervolgstudie aan te gaan met een grotendeels zelfgestuurd of autonoom karakter.

Deze internationaal geaccepteerde descriptoren overlappen de doelstellingen en eindtermen vrijwel geheel, maar leggen andere accenten met hun indeling. Hieronder staan de eindtermen voor de bachelor- en masteropleidingen nogmaals samengevat op een rij met daarbij de overeenkomende descriptoren, genummerd zoals in bovenstaande tabel.

**Tabel: Eindtermen gerelateerd aan Dublin-descriptoren**

Bacheloreindtermen	Dublin-descriptoren (bachelor)
Kennis en inzicht in de discipline	1, 5
Onderzoeksvaardigheden	1, 2, 5
Analytisch en kritisch vermogen	3, 2
De empirische cyclus	3, 2
Positie van de discipline	1

<b>Bacheloreindtermen</b>	<b>Dublin-descriptoren (bachelor)</b>
Communicatievaardigheden	4
Wetenschap en maatschappij	1, 2, 3, 4
<b>Mastereindtermen</b>	<b>Dublin-descriptoren (master)</b>
Onderzoeksbagage	1, 5
Onderzoek doen	1, 2, 3, 4, 5
Integratie van kennis	1, 2
Presentatie	4
Wetenschap en maatschappij	1, 2, 3, 4

De eindtermen passen zodanig bij de Dublin-descriptoren dat volgens de faculteit geconcludeerd kan worden dat de aard van en het onderscheid in niveau tussen de bachelor- en masteropleidingen voldoen aan internationaal geaccepteerde kwalificaties.

### **Abstracte structuur**

Het niveauverschil tussen beide typen opleidingen wordt bovendien zichtbaar gemaakt met de zogenaamde abstracte structuur van de opleidingen. Deze abstracte structuur is ontwikkeld als model om de niveauvereisten (opbouw en verdieping) van het onderwijs per studiejaar te kunnen objectiveren en per studiejaar toe te werken naar de eindtermen op academisch niveau. Zoals vastgelegd in het Leids Universitair Register Opleidingen geeft deze structuur een niveaugradient weer in het programma. Bij alle opleidingen wordt het abstractieniveau van elk onderwijsonderdeel in de studiegids aangegeven met een getal, van 100 tot en met 600. Niveau 100 is: inleidend onderwijs, vwo-voorkennis, leerstof in handboek of syllabus, begeleidde werkgroepen, accenten in studiestof, voorbeelden in colleges. Niveau 600 is: zeer gespecialiseerd onderwijs (ingangseis 400 of 500), actuele wetenschappelijke artikelen, zelfstandige bijdrage aan open onderzoek, met mondelinge presentatie. Bacheloronderwijs heeft in de regel een abstractieniveau oplopend van 100 naar 400, terwijl masteronderwijs plaatsvindt op niveau 400 tot 600. In de vrijekeuzeruimte van een masteropleiding kan eventueel een cursus op bachelorniveau worden gekozen, wanneer een en ander maar niet leidt tot een 'pretpakket'. Dit is ter beoordeling aan de examencommissie.

### **Oordeel:**

De commissie heeft de eindtermen van de opleidingen bestudeerd vanuit het perspectief van het niveau en, met inachtneming van de hierboven gemaakte opmerkingen over de relatie tussen de eindkwalificaties van de opleidingen en de inhoudelijke (dan wel disciplinaire) eisen van vakgenoten, vastgesteld dat de eindkwalificaties van de bachelor- en de masteropleidingen aangeven dat er in voldoende mate een verschil in niveau bestaat tussen de bacheloropleidingen enerzijds en de masteropleidingen anderzijds. Zo moeten volgens de eindtermen studenten van een bacheloropleiding voldoende theoretische en praktische vaardigheden op het gebied van de gekozen discipline verwerven om onder (strikte) supervisie onderzoek te kunnen uitvoeren, terwijl studenten van een masteropleiding zodanige theoretische en praktische vaardigheden op meer dan één specialistisch deelgebied van de discipline moeten verwerven dat zij onder globale supervisie onderzoek kunnen uitvoeren. Studenten die een bacheloropleiding hebben voltooid, moeten beschikken over de vaardigheid om met vakgenoten te communiceren over onderzoeksresultaten, terwijl studenten die een masteropleiding hebben afgerond in staat moeten zijn om een heldere mondelinge en schriftelijke presentatie van eigen onderzoeksresultaten te geven en moeten beschikken over de vaardigheid om met vakgenoten te communiceren en hun onderzoeksresultaten als congresbijdrage of als (onderdeel van een) wetenschappelijke publicatie te presenteren.

De commissie heeft vervolgens vastgesteld dat de eindkwalificaties van de bachelor- en de masteropleidingen in voldoende mate aansluiten bij de Dublin-descriptoren. De tabel in de zelfstudie waarin de eindkwalificaties van de opleidingen worden gerelateerd aan die descriptoren is in de ogen van de commissie een correcte weergave van het verband tussen de eindkwalificaties en de Dublin-descriptoren. Dat betekent dat alle Dublin-descriptoren impliciet of expliciet terug te vinden zijn in de eindkwalificaties van de opleidingen.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

**F3: Oriëntatie WO**

De eindkwalificaties van de opleiding sluiten aan bij de volgende beschrijvingen van een Bachelor en een Master:

- De eindkwalificaties zijn ontleend aan eisen vanuit de wetenschappelijke discipline, de internationale wetenschapsbeoefening en voor daarvoor in aanmerking komende opleidingen de relevante praktijk in het toekomstige beroepenveld.
- Een WO-bachelor heeft de kwalificaties voor toegang tot tenminste één verdere WO-studie op masterniveau en eventueel voor het betreden van de arbeidsmarkt.
- Een WO-master heeft de kwalificaties om zelfstandig wetenschappelijk onderzoek te verrichten of multi- en interdisciplinaire vraagstukken op te lossen in een beroepspraktijk waarvoor een WO-opleiding vereist is of dienstig is.

**Beschrijving:***Wetenschappelijke oriëntatie van de bacheloropleidingen*

Volgens de zelfstudie kwalificeren de eindtermen van de bacheloropleidingen deze als academische opleidingen. Een academische opleiding, zeker in een onderzoeksomgeving, is volgens de faculteit pas volledig wanneer de bachelorvakopleiding wordt gevolgd door een masteropleiding, waarin waar mogelijk structureel aandacht wordt besteed aan multidisciplinaire samenwerking. Ijkpunt voor de kwaliteit van de bacheloropleiding is dan ook volgens de faculteit een probleemloze aansluiting op een passende masteropleiding. Ook in het Bachelor-Masterconvenant van de VSNU worden bacheloropleidingen vooral gezien als vooropleiding voor de masteropleiding.

In de bacheloropleiding ligt het hoofdaccent op monodisciplinair opleiden, waarbij de term monodisciplinair voor enkele bacheloropleidingen wat breder kan worden geïnterpreteerd (bijvoorbeeld, in de bacheloropleiding Life Science & Technology staat 'de cel' centraal). Dit principe wordt uitgedrukt in het motto 'monodisciplinair opleiden, multidisciplinair samenwerken'.

Voor getalenteerde studenten bestaat de mogelijkheid om dubbele bacheloropleidingen te doen, bijvoorbeeld Natuurkunde/Sterrenkunde of Natuurkunde/Wiskunde.

De bacheloropleidingen geven toegang tot de volgende Leidse (en Delftse) masteropleidingen (zie onderstaande tabel). De rechterkolom van de tabel geeft geen uitputtende opsomming maar een aantal voor de hand liggende mogelijkheden.

**Tabel: Toegang tot Leidse en (tussen haakjes) Delftse masteropleidingen vanuit de bacheloropleidingen**

Bacheloropleiding	Masteropleiding, doorstroom	Masteropleiding, sollicitatie
Informatica	Computer Science	ICT in Business, Mathematics, Media Technology, (Computer Science, Embedded Systems)
Life Science & Technology	Life Science & Technology	Biology, Biomedical Sciences, Bio-Pharmaceutical Sciences, Chemistry, NanoScience, (Chemical and Biochemical Engineering)
Natuurkunde	Physics	Astronomy, NanoScience, (Applied Physics)
Scheikunde	Chemistry	Astronomy, Bio-Pharmaceutical Sciences, NanoScience, Physics, (Chemical and Biochemical Engineering)
Sterrenkunde	Astronomy	Physics, NanoScience
Wiskunde	Mathematics	Astronomy, Biology, Chemistry, Computer Science, Physics, (Applied Mathematics)

Ook de (inter)nationale masterwereld ligt voor afgestudeerde bachelorstudenten open. De faculteit voert echter geen actief beleid om de afgestudeerde bachelorstudenten attent te maken op de mogelijkheden of hen te stimuleren de masteropleiding elders te vervolgen.

Bachelorstudenten worden door de faculteit ook niet aangemoedigd om met een bachelordiploma de arbeidsmarkt op te gaan. De faculteit voert geen actief beleid op dit gebied. Ze wordt daarin ondersteund door de mening van de beroepenveldcommissie. Op dit opleidingsniveau heeft het, voor de faculteit relevante, afnemend veld een grote voorkeur voor hts'ers en gediplomeerden van een Hogere Laboratorium Opleiding vanwege hun afgeronde en beroepsgerichte opleiding. Universitaire studenten worden pas interessant met een masterdiploma en, voor hogere researchfuncties, een promotie.

#### *Wetenschappelijke oriëntatie van de masteropleidingen*

Masterstudenten worden opgeleid tot onderzoeksgerichte academici. De zelfstudie geeft aan dat dit niet alleen wordt gerealiseerd door specifieke programmaonderdelen, maar ook doordat de student betrokken wordt bij lopend wetenschappelijk onderzoek. Met het werk voor hun masterthesis nemen de masterstudenten actief deel aan het onderzoek van het betreffende instituut. De studenten nemen deel aan werkbesprekingen, colloquia en andere instituutsactiviteiten. Dit draagt bij aan het realiseren van de onderzoeksvaardigheden die de eindtermen vereisen. Volgens de faculteit is niet zelden de masterthesis uitgangspunt voor of onderdeel van een wetenschappelijke publicatie. Ijkpunt voor het niveau van een master (dat wil zeggen de mate waarin de eindkwalificaties zijn gerealiseerd) is een probleemloze aansluiting op een promotietraject.

Grofweg kiest 50% van de masters in Leiden voor een promotie en vindt de andere 50% een arbeidsplaats in zeer uiteenlopende (ook niet-discipline-gerelateerde) domeinen van de maatschappij. De WO-monitor (een jaarlijkse enquête door het Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt in Maastricht onder afgestudeerden van het voor-vorige studiejaar) laat zien dat een kleine 80% van de afgestudeerden (let wel: nu nog afgestudeerden van het oude doctoraalprogramma) in een beroep terechtkomt waarvoor de eigen of een verwante opleiding is vereist. De faculteit onderscheidt zich landelijk in gunstige zin met het feit dat slechts 19% van de afgestudeerden drie maanden na afstuderen nog werkzoekend is (rapport 'Bèta en techniek, van Sprint naar Universiteitsprofiel', mei 2006). Jaarlijks organiseren de studenten zelf de Leidse Bètabanenmarkt. Leidse en Delftse afgestudeerden kunnen volgens de faculteit overal in het wetenschappelijke en aanpalende bedrijf terecht. Bijvoorbeeld, in Leiden opgeleide sterrenkundigen zijn erg succesvol in het verkrijgen van de prestigieuze Hubble Fellowships, en de eerste afgestudeerde Life Science & Technology Masters waren vaak voor het afstuderen al welkom in de wereld van de biotechnologische en biomedische research (universiteit of bedrijf). Van de in de laatste vijf jaar afgestudeerde natuurkundigen die zijn gaan promoveren, is een kwart toegelaten tot het PhD-programma van een gerenommeerde buitenlandse universiteit.

Met 20% buitenlandse stafleden, 55% buitenlandse postdocs, 40% buitenlandse promovendi, en een voortdurende stroom buitenlandse bezoekers is, zo schrijft de faculteit, de sfeer in de instituten internationaal, wat niet alleen een goede zaak is voor de onderwijsomgeving, maar wat masterstudenten ook stimuleert om na hun studie de vleugels uit te slaan. De faculteit is de thuisbasis van het Instituut-Lorentz, "an international center aiming to coordinate and host workshops in the sciences, based on the philosophy that science thrives on personal interaction between creative researchers".

#### **Oordeel:**

De commissie heeft de eindkwalificaties bestudeerd vanuit het perspectief van de wetenschappelijke oriëntatie en, met inachtneming van de hierboven bij F1 gemaakte opmerkingen over de relatie tussen de eindkwalificaties van de opleidingen en de inhoudelijke (dan wel disciplinaire) eisen van vakgenoten, vastgesteld dat de eindkwalificaties van de bachelor- en de masteropleidingen in voldoende mate zijn ontleend aan de eisen van de internationale wetenschapsbeoefening. Zij heeft geconstateerd dat alle eindtermen van zowel de bachelor- als de masteropleidingen rechtstreeks te relateren zijn aan de eisen die de wetenschappelijke gemeenschap in algemene zin stelt aan opleidingen in het wetenschappelijke domein, hetgeen overigens in haar ogen ook verwacht mag worden, gegeven de uitgangspunten en de ambities van de faculteit. Studenten die een bacheloropleiding afronden, verwerven volgens de eindtermen de

vaardigheden voor het uitvoeren van onderzoek, leren reflecteren, analyseren en abstraheren, zijn in staat om met vakgenoten te communiceren over onderzoeksresultaten en verdiepen zich in de maatschappelijke rol van de natuurwetenschappen. Studenten die een masteropleiding met succes hebben doorlopen, beschikken volgens de eindtermen over onderzoeksvaardigheden op een gevorderd niveau, zijn in staat om recente vakliteratuur te analyseren en kunnen hun onderzoeksresultaten op een wetenschappelijk congres presenteren. Inzicht in de maatschappelijke rol van de disciplines komt in de eindtermen eveneens aan bod.

De commissie is onder F1 reeds ingegaan op de relatie tussen de eindkwalificaties van de opleidingen en de eisen van de wetenschappelijke discipline. Voorts zij verwezen naar de opmerkingen van de commissie in het Algemeen deel, paragraaf 4 ‘Algemene bevindingen’.

De commissie heeft vastgesteld dat studenten die een van de bacheloropleidingen hebben voltooid rechtstreeks toegang hebben tot een masteropleiding. De eindtermen zijn erop gericht dat studenten die een van de masteropleidingen hebben afgerond daadwerkelijk in staat zijn tot het verrichten van zelfstandig wetenschappelijk onderzoek, bijvoorbeeld als assistent in opleiding.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

#### **Oordeel over het onderwerp ‘Doelstellingen opleiding’**

Op basis van de beoordelingen per facet komt de commissie tot een samenvattend oordeel over het onderwerp ‘Doelstellingen opleiding’. Dit oordeel luidt voor alle beoordeelde opleidingen: voldoende.

## **2. Programma**

#### **F4: Eisen WO**

Het programma sluit aan bij de volgende criteria voor het programma van een HBO- of een WO-opleiding:

- Kennisontwikkeling door studenten vindt plaats in interactie tussen het onderwijs en het wetenschappelijk onderzoek binnen relevante disciplines.
- Het programma sluit aan bij ontwikkelingen in de relevante wetenschappelijke discipline(s) door aantoonbare verbanden met actuele wetenschappelijke theorieën.
- Het programma waarborgt de ontwikkeling van vaardigheden op het gebied van wetenschappelijk onderzoek.
- Bij daarvoor in aanmerking komende opleidingen heeft het programma aantoonbare verbanden met de actuele praktijk van de relevante beroepen.

#### **Beschrijving:**

Studeren in een onderzoeksomgeving is volgens de faculteit een onderwijsconcept dat de grondslagen van de wetenschap combineert met het zoeken naar een gerichte aanpak van vraagstukken en/of het zoeken naar innovaties. Dit concept is een strategische keuze van de Leidse faculteit. Het gaat uit van de veronderstelling dat onderwijs in een onderzoeksomgeving de nieuwsgierigheid prikkelt, een basis legt van vakkennis en vaardigheden, een kritische attitude ontwikkelt, herkenning en een diepgaande analyse van een probleem stimuleert, leert ontdekken welke kennis ontbreekt, de ontwikkeling van intuïtie stimuleert, het creatief proces voor het vinden van oplossingen stimuleert, multidisciplinair onderzoek vanuit monodisciplinaire expertise stimuleert, samenwerking in een competitieve werksituatie stimuleert, inzicht geeft in het actuele wetenschappelijk bedrijf, doet nadenken over de rol van wetenschap en wetenschapper in de maatschappij, en kennisoverdracht aan en discussie met de maatschappij bevordert.

Zo snel als mogelijk na binnenkomst worden de studenten opgenomen in het instituut van hun opleiding en nemen ze meer en meer deel aan het wetenschappelijk bedrijf.

De faculteit geeft in haar zelfstudie aan dat het concept ‘Studeren in een onderzoeksomgeving’ op dit moment nog pragmatisch wordt ingevuld en een betere didactische basis nodig heeft.

#### *Bacheloropleidingen*

- De bacheloropleidingen van de faculteit besteden veel aandacht aan kennis en inzicht en toepassing daarvan. Eerder werd de bacheloropleiding een basisvakopleiding in de natuurwetenschap genoemd.

- Het bacheloronderzoek in het derde jaar zorgt voor een flinke toename van de relatieve aandacht voor de descriptor oordeelsvorming, communicatie en leervaardigheden, met oordeelsvorming als duidelijke indicator. Invoering van het concept Leren Onderzoeken in het programma van de nieuwe bacheloropleiding Molecular Science and Technology resulteert volgens de faculteit in een betere spreiding van de component oordeelsvorming over de studiejaar.
- Onderling zijn er verschillen tussen de opleidingen. Het Scheikundeprogramma kan dienen als standaard: een eerste jaar met vooral aandacht voor kennis en inzicht, met tijdens de studie een geleidelijke toename van aandacht voor de overige descriptor. Vergelijkenderwijs is Informatica een opleiding waarin vooral kennis en inzicht wordt verkregen en wordt toegepast, en waar zelfs in het derde jaar de onderzoeksindicator ‘oordeelsvorming’ een relatief kleine rol speelt. Life Science & Technology besteedt in de eerste twee jaren veel aandacht aan kennis en inzicht, omdat voor een opleiding rond ‘de cel’ eerst basisvakken uit verschillende disciplines moeten worden behandeld. Het derde LST-jaar is daarentegen een ‘echt onderzoeksjaar’. Natuurkunde, Sterrenkunde en Wiskunde beginnen al snel met aandacht voor toepassing van kennis en inzicht, wat verder in de opleiding wordt doorgezet.

Het bacheloronderzoek besluit elke opleiding. Directe deelname aan het instituutsonderzoek impliceert aandacht voor het actuele wetenschappelijke bedrijf en voor de daarin gangbare principes en onderzoeksvaardigheden, op basis van voor Leiden en Delft specifieke onderzoeksthema’s.

### *Masteropleidingen*

- De masteropleidingen vertonen vergelijkenderwijs een tamelijk homogeen beeld met overigens wel verschillen in aandacht voor communicatie en leervaardigheden (Life Science & Technology, Mathematics en Media Technology besteden hieraan de meeste aandacht). Centraal in alle masteropleidingen staat het onderzoek voor de masterthesis. De masterstudenten nemen met het werk voor hun masterthesis actief deel aan het onderzoek van het betreffende instituut. Binnen een theoretische discipline is het daarbij voor de masterstudent wat lastiger om echt aan de frontlinie mee te werken dan binnen experimentele disciplines, maar ook dan zijn de activiteiten van het instituut bepalend voor het onderzoeksthema. De studenten doen mee met werkbesprekingen, colloquia en andere instituutactiviteiten. Voor de faculteit is het ijkpunt voor het niveau van een masteropleiding een probleemloze aansluiting op een promotietraject. In vergelijking met de bacheloropleidingen is toepassing van kennis en inzicht een belangrijk element in de masteropleidingen, terwijl met oordeelsvorming, communicatie en autonomie wordt voortgebouwd op het derde jaar van de bacheloropleiding. De theoretische scholing in de masteropleidingen onderbouwt het onderzoek en verbreedt en verdiept de kennis, met waar relevant aandacht voor multidisciplinariteit. Voor masteropleidingen met een instroom uit verschillende disciplines, zoals NanoScience, worden aan het begin van het programma aanvullende onderdelen aangeboden, om alle neuzen dezelfde kant op te krijgen. Het onderzoek binnen de masteropleiding Media Technology manifesteert zich in verschillende resultaten. Installaties van studenten worden regelmatig getoond tijdens internationale exposities en festivals. Wetenschappelijke artikelen worden gepubliceerd en gepresenteerd op internationale conferenties. Projecten staan regelmatig in de belangstelling van populairwetenschappelijke tijdschriften en tv-programma’s.
- Meer dan in de bacheloropleidingen speelt landelijke samenwerking een rol. De Wiskunde-(Mathematics) opleidingen in Nederland hebben een samenwerkingsverband opgericht (Dutch Master Programme in Mathematics) waarbinnen vakken op masterniveau worden aangeboden op centrale locaties. Zo wordt op een efficiënte manier een groot aantal vakken beschikbaar gesteld (meer dan iedere opleiding zelf zou kunnen aanbieden) met de beste docenten van het land. Gemeenschappelijke kernvakken op masterniveau worden bij voorkeur landelijk aangeboden, zodat lokaal vakken geprogrammeerd kunnen worden die aansluiten bij de lokale onderzoeksrichtingen en specialismen (vervolgvakken of aanvullende vakken).
- De opleiding Astronomy onderhoudt nauwe contacten met de opleidingen Sterrenkunde elders in den lande, onder andere door deelname aan een landelijke opleidingscommissie Sterrenkunde. Met regelmaat volgen Leidse studenten elders, bijvoorbeeld in Amsterdam of Utrecht, colleges over specialistische onderwerpen die in Leiden niet of weinig frequent aan bod komen. Een vast onderdeel van het masterprogramma is het landelijke Inter-Academiale College dat jaarlijks centraal in Utrecht wordt gegeven door experts bij uitstek op het gekozen onderwerp. Ook door deelname van studenten

aan de landelijke Nederlandse Astronomen Conferentie worden onderlinge contacten tussen de verschillende opleidingen bevorderd.

#### *Academische vorming*

Naast aandacht voor de betreffende discipline wordt er in de opleidingen van de faculteit ook aandacht geschonken aan kenmerken van wetenschappelijke vorming, die verder reiken dan de disciplinaire bagage en ook ruimer zijn dan de klassieke 'academische vaardigheden'.

Momenteel biedt elke opleiding een aantal elementen van academische vorming aan, waarbij het in veel gevallen om keuzevakken gaat. Daarbij komt in alle gevallen de bachelorstage (ook wel bacheloronderzoeksstage of bachelorproject genoemd), waarin het wetenschappelijk bedrijf centraal staat. Binnen de faculteit is een bijzondere leerstoel Geschiedenis van de natuurwetenschappen ingesteld. Het college 'Geschiedenis van de natuurwetenschappen' is een facultair keuzecollege, bedoeld voor alle studenten van de faculteit. Ditzelfde geldt voor het college 'Het Levend Heelal', waarin enkele docenten verschillende aspecten van ontstaan en eigenschappen van het heelal behandelen in het licht van het ontstaan van leven op aarde. Verder heeft de faculteit het initiatief genomen tot de instelling van een bijzondere Leidse leerstoel Publiek begrip van wetenschap.

Voor masterstudenten zijn multidisciplinariteit, het academisch bedrijf (het afstudeeronderzoek met presentatie) en de rol van de eigen discipline binnen de natuurwetenschappen belangrijke elementen van academische vorming.

Deze elementen zijn standaard in alle opleidingen vertegenwoordigd. Ook draagt volgens de faculteit internationale studentuitwisseling aanzienlijk bij aan de verbreding van het wetenschappelijke blikveld. Daarnaast organiseren de opleidingen nog extra activiteiten, al dan niet in landelijk verband.

De faculteit organiseert elke dinsdag een facultair lunchcolloquium, 'This week's discoveries', dat openstaat voor alle staf en studenten (met gratis lunch). Daarin krijgen twee leden van de faculteit, van student tot hoogleraar, elk de gelegenheid om in twintig minuten (inclusief discussie) uit te leggen welke recente ontdekking zij hebben gedaan. Aanknopingspunten daarbij zijn promoties, recente publicaties in toptijdschriften, pas verschenen boeken en dergelijke. Deze colloquia worden goed bezocht en hebben inmiddels de functie van facultaire ontmoetingsplaats. Sprekers krijgen persoonsgerichte steun bij de voorbereiding van dit voor een breed publiek bedoelde colloquium.

De universiteit streeft naar voldoende keuzeruimte in bachelor- en masteropleidingen om academische vorming structureel te kunnen programmeren. De faculteit ondersteunt dit streven. Voor bachelorstudenten kiest de universiteit voor programma's waarin tot een maximum van 30 EC ruimte is voor academische vorming (30 EC is een minor). Of deze ruimte ten volle wordt benut hangt af van de student, die ook kan kiezen voor een disciplinaire invulling. Nog niet alle bacheloropleidingen in de faculteit bereiken een totaal van 30 EC voor de keuzeruimte. De nieuwe bacheloropleiding Molecular Science and Technology (vanaf 2006) kan voor de gewenste programmering als voorbeeld dienen (30 EC vrije keuze in het eerste semester van het derde jaar en daarbij nog verplichte elementen van academische vorming in een eerdere studiefase, waaronder Leren Onderzoeken en Algemene Vaardigheden).

Knelpunten zijn de volle roosters (de vakkennis in de natuurwetenschappen wordt steeds omvangrijker), het kleine en versnipperde aanbod van docenten voor filosofie, ethiek en wetenschap en samenleving, en het feit dat docenten hun handen vol hebben aan de eigen opleidingen en weinig tijd kunnen besteden aan onderwijs buiten de eigen faculteit.

Het dilemma voor de bacheloropleidingen is duidelijk: binnen de beperkte studieruimte moet worden gekozen tussen twee 'goeden': disciplinaire verdieping of academische verbreding. Natuurkunde en Sterrenkunde moeten zoveel aandacht aan wiskunde besteden, dat uitbreiding van de vrijekeuzeruimte in de bacheloropleiding ten koste gaat van noodzakelijk geachte disciplinaire vakkennis. Voor Sterrenkunde is de ruimte van de bacheloropleiding nog eens extra beperkt vanwege het aanbrengen van de noodzakelijke natuurkundebasis. Dat Sterrenkunde in voornoemde tabel het kleinste aantal EC voor academische vorming aanbiedt, is hiervan een duidelijk gevolg. Ook binnen de bacheloropleiding Life Science & Technology is de vrijekeuzeruimte beperkt, vanwege alle noodzakelijke aandacht voor de basisvakken rond 'de cel' en de technologische elementen van de studie. Het dilemma wordt door de studenten geaccentueerd. In de Studentenmonitor 2005 vragen de derdejaarsbachelorstudenten enerzijds

om een groter aanbod van verdiepende onderdelen buiten het reguliere onderwijsaanbod, anderzijds vinden zij dat de ontwikkeling van kennis in een brede context onvoldoende aandacht krijgt.

In het komende seizoen zal de faculteit voor elke bacheloropleiding vaststellen hoeveel ruimte voor academische vorming beschikbaar is binnen de beschikbare variatieruimte, zonder de kwaliteit van de basisvakopleiding in gevaar te brengen. Voor goed presterende studenten kan overigens extra ruimte voor academische verbreding worden gevonden via universiteitsbrede 'honours classes' of 'honours programmes'.

### **Oordeel:**

De commissie heeft geverifieerd of in alle door haar beoordeelde opleidingen het onderwijsconcept is geïmplementeerd dat door de faculteit wordt omschreven. De commissie heeft geconstateerd dat de studenten in de bacheloropleidingen inderdaad in aanraking komen met onderzoek, dat door de betreffende docenten wordt verricht. De mate waarin en het tijdstip waarop er daadwerkelijk sprake is van onderwijs in een onderzoeksomgeving varieert van het eerste jaar in de bacheloropleiding tot het tweede semester van het derde jaar in de bacheloropleiding. De programma's van de opleidingen sluiten naar het oordeel van de commissie aan bij ontwikkelingen in de vakgebieden. Handboeken en syllabi zijn actueel.

In de programma's wordt naar het oordeel van de commissie voldoende aandacht besteed aan de ontwikkeling van academische en onderzoeksvaardigheden. Er zou naar het oordeel van de commissie wel meer aandacht moeten zijn voor de grondslagen van de bètawetenschappen. Ook vindt de commissie het betreurenswaardig dat de faculteit noch in de bacheloropleiding noch in de masteropleiding aandacht schenkt in het onderwijs aan het maken van keuzen op sociaalmaatschappelijk of ethisch gebied (zie ook F5).

Door de opzet van de masteropleidingen is de interactie tussen studeren en onderzoek naar het oordeel van de commissie sterk aanwezig. In alle masteropleidingen worden de studenten voor hun onderzoeksstage en afstudeerproject bij een onderzoeksgroep ondergebracht, hierdoor krijgen de studenten de kans hun onderzoeksvaardigheden te ontwikkelen en zijn zij direct betrokken bij actueel onderzoek in de betreffende discipline.

In een enkele masteropleiding heeft de commissie een spannende combinatie aangetroffen tussen onderwijs en onderzoek die als 'good practices' beschouwd kunnen worden, zoals bijvoorbeeld bij Media Technologie.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

#### **F5: Relatie tussen doelstellingen en inhoud programma**

Het programma is een adequate concretisering van de eindkwalificaties, qua niveau, oriëntatie en domeinspecifieke eisen.

De eindkwalificaties zijn adequaat vertaald in leerdoelen van (onderdelen van) het programma.

De inhoud van het programma biedt studenten de mogelijkheid om de geformuleerde eindkwalificaties te bereiken.

### **Beschrijving:**

Leerdoelen vertalen de eindkwalificaties in de samenstelling van het onderwijsprogramma. De bachelor- en masteropleidingen worden elk opgevat als een samenhangend programma. De leerdoelen van alle afzonderlijke onderwijsonderdelen passen volgens de faculteit in de volgende algemene doelen (beschreven op basis van de vijf Dublin-descriptoren).

#### *Bacheloropleidingen*

1. De afgestudeerde bachelorstudent heeft aantoonbare kennis en inzicht van een vakgebied, waarbij wordt voortgebouwd op het niveau bereikt in het voortgezet onderwijs en dit wordt overtroffen; functioneert doorgaans op een niveau waarop met ondersteuning van gespecialiseerde handboeken enige aspecten voorkomen waarvoor kennis van de laatste ontwikkelingen in het vakgebied vereist is.

Elke opleiding biedt een pakket basisvakken aan (inclusief Wiskunde en, indien relevant, andere niet-disciplinaire vakken). Leerdoel is de opbouw van disciplinaire kennis in een logisch samenhangende reeks van colleges, werkcolleges en cursussen. De samenhang wordt onderbouwd door de abstracte structuur,

met vwo-kennis als startpunt. Basisvakken worden gevolgd door onderwijsonderdelen waarvoor de kennis van basisvakken wordt vereist. Handboeken en syllabi zijn actueel. Experimentele basisvaardigheden worden aangeleerd en geoefend in practica en cursussen, aanvankelijk door middel van uitgewerkte experimenten. Gaandeweg worden concepten en werkwijzen van de discipline duidelijk. Uiteindelijk wordt een zodanige diepgang en breedte van de verworven kennis bereikt, dat de afgestudeerde bachelorstudent disciplinaire colleges en werkbesprekingen op masterniveau kan volgen en onder begeleiding in een laboratorium kan werken. In elk geval bij het bacheloronderzoek komen de laatste ontwikkelingen op dat deelgebied van de discipline aan de orde.

2. De bachelorstudent is in staat om zijn kennis en inzicht op dusdanige wijze toe te passen, dat dit een professionele benadering van zijn werk of beroep laat zien, en beschikt verder over competenties voor het opstellen en verdiepen van argumentaties en voor het oplossen van problemen op het vakgebied.

Toepassing van kennis en inzicht vindt plaats in werkgroepen, probleemgestuurd onderwijs en experimenteel onderwijs (practica, cursussen). Leerdoel is de opbouw van kennis van het experimentele academisch bedrijf. Voor de gezamenlijke opleidingen met Delft is een bijkomend leerdoel de opbouw van kennis van toegepast onderzoek (ontwerp). Argumentatie en probleemoplossende vaardigheden worden geoefend in open experimenten en in het bacheloronderzoek.

Als goed voorbeeld geldt de praktijk in de bacheloropleiding Natuurkunde. De vaardigheid als onderzoeker wordt opgebouwd door in het eerste jaar de cursus Experimentele Natuurkunde aan te bieden. Deze cursus bestaat voor 60% uit uitgewerkte experimenten om met de apparatuur te leren omgaan en voor 40% uit open experimenten, waarbij de eerstejaarsstudenten in groepjes van twee een vraag formuleren, een experiment ontwerpen, opbouwen en uitvoeren. In het tweede jaar volgt een verdere uitbouw van de technische kennis (computergestuurde experimenten, derde semester) en doen de studenten in tweetallen drie kleine onderzoeken en een individueel onderzoek (Natuurkundig Onderzoek). De onderzoeken zijn half beschreven en half open. In het derde jaar worden alle verkregen academische en technische vaardigheden toegepast in een individuele stage van zeventien weken in het bacheloronderzoek.

3. De bachelorstudent is in staat om relevante gegevens te verzamelen en interpreteren (meestal op het vakgebied) met het doel een oordeel te vormen dat mede gebaseerd is op het afwegen van relevante sociaalmaatschappelijke, wetenschappelijke of ethische aspecten.

Oordeelsvorming is in de faculteit een zaak van 'learning by doing' binnen het wetenschappelijk bedrijf. De faculteit kent geen systematische en op didactische leest geschoeide training in het maken van keuzen op sociaalmaatschappelijk of ethisch gebied. De mate waarin oordeelsvorming en reflectie impliciet aan de orde komen binnen het disciplinaire onderwijs is sterk afhankelijk van de betreffende docent.

4. De bachelorstudent is in staat om informatie, ideeën en oplossingen over te brengen op een publiek bestaande uit specialisten of niet-specialisten.

Presentatie (mondeling/schriftelijk) komt aan de orde binnen specifiek disciplinair onderwijs (bijvoorbeeld, een presentatie binnen een practicum) of in een aparte context. De opleidingen gaan met dit aspect op eigen wijze om.

Het eerstejaars Wiskundeonderdeel Caleidoscoop heeft als doel om studenten te voorzien van basisvaardigheden en -kennis die noodzakelijk zijn voor het succesvol volgen van een Wiskundestudie. Het houden van een presentatie is een deel van dit programma. In het tweede jaar wordt dit aspect steviger behandeld in het LPC-Studentenseminarium (voor Leren, Presenteren en Communiceren). Dit seminarium bereidt studenten voor op de eisen die in het derde jaar en later worden gesteld op het gebied van het geven van voordrachten en het schrijven van een artikel.

De cursus Presenteren en Communiceren met haar uitgebreide training in communicatieve vaardigheden maakt deel uit van de opleidingen Natuurkunde, Scheikunde en Sterrenkunde. Bij Natuurkunde en Sterrenkunde is deze cursus verweven met de experimentele cursussen in de eerste twee jaar.

Een ander voorbeeld is het Projectgestuurd onderwijs in het eerste jaar van de Scheikundestudie, waarin naast de analyse van een scheikundig probleem en het uitvoeren van onderzoek aandacht wordt besteed aan de presentatie van de uitkomsten door middel van een posterpresentatie en een voordracht. Presenteren wordt binnen de opleiding Informatica behandeld in het onderdeel Studievaardigheden, terwijl Leren en Communiceren een keuzevak is.

5. De afgestudeerde bachelorstudent bezit de leervaardigheden die noodzakelijk zijn om een vervolgstudie aan te gaan die een hoog niveau van autonomie veronderstelt.

Leervaardigheden stellen een student in staat om binnen een totaal van aangeboden informatie de nuttige informatie te onderscheiden en te verwerken en om bronnen van nuttige informatie effectief aan te boren. Met de verkregen kennis kan de studie op een hoger niveau worden vervolgd en komt de student boven de eigen resultaten te staan. Ook kan hij verantwoorde keuzen maken, niet alleen in het onderzoek, maar ook ten aanzien van het eigen studiepad.

Binnen de bacheloropleidingen wordt de lat elke keer wat hoger gelegd. Voor alle bacheloropleidingen vraagt de abstracte structuur om het voortbouwen op eerdere kennis met een steeds grotere zelfstandigheid. In het bacheloronderzoek toont de student aan te beschikken over de leervaardigheden die nodig zijn voor een masteropleiding.

### *Masteropleidingen*

1. De afgestudeerde masterstudent heeft aantoonbare kennis en inzicht, gebaseerd op de kennis en het inzicht op het niveau van de bacheloropleiding en die deze overtreffen en/of verdiepen, alsmede een basis of een kans bieden om een originele bijdrage te leveren aan het ontwikkelen en/of toepassen van ideeën, vaak in onderzoeksverband.

De meester-gezelsituatie (ook wel coach-collegasituatie genoemd) staat model voor de onderwijssituatie in de masteropleidingen. De student is lid van het betreffende instituut. Centraal staat een zo zelfstandig mogelijk onderzoek door de student, waarover hij een scriptie (afstudeerverslag) schrijft en een voordracht houdt. Daarnaast vindt theoretische verdieping plaats waarbij ook ruimte is voor meer specialistische vakken gerelateerd aan de onderzoeksspecialisatie. Het mastertraject heeft voor iedere student een hoogstindividueel karakter.

2. De afgestudeerde masterstudent is in staat om kennis en inzicht en probleemoplossende vermogens toe te passen in nieuwe of onbekende omstandigheden binnen een bredere (of multidisciplinaire) context die gerelateerd is aan het vakgebied; is in staat om kennis te integreren en met complexe materie om te gaan.

De masterstudent levert met het onderzoek een bijdrage aan het onderzoek van de betreffende onderzoeksgroep die volgens de faculteit niet zelden de basis vormt voor een wetenschappelijk artikel of een onderdeel daarvan.

3. De masterstudent is in staat om oordelen te formuleren op grond van onvolledige of beperkte informatie en daarbij rekening te houden met sociaalmaatschappelijke en ethische verantwoordelijkheden die zijn verbonden aan het toepassen van de eigen kennis en oordelen.

De faculteit kent geen systematische en op didactische leest geschoeide training in het maken van keuzen op sociaalmaatschappelijk, wetenschappelijk of ethisch gebied. De mate waarin oordeelsvorming en reflectie impliciet aan de orde komen binnen het disciplinaire onderwijs is sterk afhankelijk van de betreffende docent. De situatie is anders in de gezamenlijke masteropleidingen met Delft, waarin Ethics and Technology (Life Science & Technology, 6 EC) en Ethics (NanoScience, 3 EC) verplichte onderdelen zijn.

4. De masterstudent is in staat om conclusies, alsmede de kennis, motieven en overwegingen die hieraan ten grondslag liggen, duidelijk en ondubbelzinnig over te brengen op een publiek bestaande uit specialisten of niet-specialisten.

Naast de mondelinge presentatie van de masterthesis doen de studenten presentatie ervaring op bij werkbesprekingen, cursusdiscussies en literatuurpresentaties. Bij afstudeerpresentaties zijn ook personen uit andere onderzoeksgroepen aanwezig.

5. De masterstudent bezit de leervaardigheden die hem in staat stellen een vervolgstudie aan te gaan met een grotendeels zelfgestuurd of autonoom karakter.

Ongeveer de helft van de afgestudeerde masterstudenten kiest voor een promotieopleiding. Een succesvolle start van een promotietraject is daarmee een ijkpunt voor de verkregen leervaardigheden in de masterfase. Voortbouwend op de bachelorkennis leert de student om te gaan met verdiepende en verbredende theorie en met zelfstandige toepassing daarvan in de onderzoeksomgeving. De student krijgt de gelegenheid om beter dan in de bachelorfase hoofd- en bijzaken te onderscheiden en om gegevens zodanig te combineren dat 'het kwartje valt' en er nieuwe onderzoeksperspectieven ontstaan.

Tijdens het voorbezoek is vastgesteld dat de faculteit op het centrale niveau geen maatregelen of procedures heeft ingevoerd die betrekking hebben op de relatie tussen de doelstellingen en eindkwalificaties van de opleidingen enerzijds en de inhoud van de programma's anderzijds. Het is, in de ogen van de faculteit, de taak van de opleidingen om ervoor te zorgen dat de programma's een adequate concretisering vormen van de eindkwalificaties. Tijdens het overleg tussen de vicedecaan en de opleidingsdirecteuren, dat eens in de zes weken plaatsvindt, wordt de relatie tussen de eindkwalificaties en de programma's wel aan de orde gesteld en worden, wanneer dat gewenst of noodzakelijk is, afspraken gemaakt over de manier waarop de eindkwalificaties in de programma's worden behandeld.

#### **Oordeel:**

De commissie heeft vastgesteld dat de faculteit leerdoelen heeft opgesteld voor alle bachelor- en masteropleidingen. De leerdoelen zijn beschreven in de studiegidsen, zij het niet voor elk vak even gedetailleerd. De leerdoelen zijn via 'algemene doelen' (in termen van de Dublin-descriptoren) gerelateerd aan de eindkwalificaties van de opleidingen. De eindkwalificaties keren in alle gevallen expliciet of impliciet terug in deze algemene doelen of de nadere toelichting daarop. De commissie is daarom van oordeel dat de eindkwalificaties op een adequate manier zijn vertaald in leerdoelen van de programma's als geheel.

De commissie heeft geverifieerd of de programma's van de door haar beoordeelde opleidingen inderdaad de mogelijkheid bieden de geformuleerde leerdoelen te behalen. In dat licht heeft de commissie een aantal opmerkingen bij de vertaling van de leerdoelen in de bachelor- en de masterprogramma's.

Zo omschrijft de faculteit dat oordeelsvorming een zaak is van 'learning by doing', daarmee maakt de faculteit zich er naar het oordeel van de commissie gemakkelijk van af. De commissie vindt het betreurenswaardig dat de faculteit noch in de bacheloropleiding noch in de masteropleiding aandacht schenkt in het onderwijs aan het maken van keuzen op sociaalmaatschappelijk of ethisch gebied.

Een tweede opmerking betreft de opbouw van het programma volgens de zogenaamde abstracte structuur. Volgens de omschrijving die de faculteit geeft, zou er in het programma voortgebouwd moeten worden op eerdere kennis en toegewerkt moeten worden naar een grotere zelfstandigheid. Het is de commissie echter gebleken dat daar in de praktijk niet naar wordt gehandeld. Studenten volgen bijvoorbeeld derdejaarscursussen zonder de daarop volgens de omschrijving van de faculteit voorbereidende eerste- of tweedejaarscursussen afgerond te hebben. De commissie beveelt aan structuur en praktijk beter op elkaar af te stemmen.

De faculteit stelt dat de masterstudent met het onderzoek een bijdrage levert die niet zelden de basis vormt voor een wetenschappelijk artikel of een onderdeel ervan. Het is de commissie opgevallen dat dat wel een enkele keer is voorgekomen, maar toch niet zo vaak als de faculteit suggereert. Op dit aspect is de commissie al in deel I van dit rapport ingegaan. De wetenschappelijke oriëntatie van de programma's is echter duidelijk en ze voldoen aan de domeineisen.

Met inachtneming van bovenstaande opmerkingen voldoen de programma's van de verschillende opleidingen naar het oordeel van de commissie aan de criteria bij dit facet. De programma's zijn een adequate concretisering van de eindkwalificaties qua niveau, oriëntatie en domein.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

**F6: Samenhang programma**

Studenten volgen een inhoudelijk samenhangend studieprogramma.

**Beschrijving:**

Tijdens het voorbezoek is vastgesteld dat de faculteit op het centrale niveau geen maatregelen of procedures heeft ingevoerd om de samenhang binnen de programma's te waarborgen. Het is, in de ogen van de faculteit, de taak van de opleidingen om ervoor te zorgen dat de programma's die studenten volgen in voldoende mate inhoudelijke samenhang vertonen.

In de zelfstudie is beschreven dat de onderwijsonderdelen van de bacheloropleiding in logische volgorde gerangschikt zijn, waarbij telkens wordt voortgebouwd op eerder verkregen kennis en vaardigheden (conform de al eerder beschreven abstracte structuur). De diepte van kennis neemt toe met een steeds grotere rol van onderzoek. Gestreefd wordt naar minimale overlap en minimale tussenruimte, waarbij correcties worden aangebracht vooral na signalering in studenten/sensor-enquêtes, in vergaderingen van de opleidingscommissie en in docentenvergaderingen. De aanloop naar de invoering van het bachelor-mastersysteem is door de opleidingen benut om de samenhang van het programma nog eens goed onder de loep te nemen, bijvoorbeeld middels een speciale bachelorcommissie zoals bij Natuurkunde. Zoals blijkt uit evaluaties en discussies in de opleidingscommissies klagen studenten zelden over de opbouw en de studeerbaarheid van de programma's, en wanneer dat gebeurt wordt meteen actie ondernomen.

In masteropleidingen is volgens de omschrijving van de faculteit de opbouw minder strak en meer individueel ingevuld. Indien relevant start het programma met introductie onderwijs. Dit is vooral van belang in masteropleidingen/tracks met instroom vanuit verschillende bacheloropleidingen. De onderwijsonderdelen zijn conform de abstracte structuur ingedeeld. De coach van het afstudeerproject speelt een belangrijke rol bij sturing en begeleiding.

**Oordeel:**

De commissie heeft in de gesprekken met studenten over de opleidingen geverifieerd of er voldoende samenhang is in de programma's. Daarnaast heeft zij steekproefsgewijs gecheckt of de door de faculteit verstrekte informatie over de logische opbouw van de programmaonderdelen op opleidingsniveau zichtbaar is. Op basis van die informatie is door de commissie geconstateerd dat er voldoende samenhang is in de programma's van de opleidingen. Zoals de faculteit heeft beschreven, bouwen de onderwijsonderdelen in de programma's op een logische wijze voort op de voorgaande onderdelen. De studenten maken geen melding van overbodige overlap of slechte aansluiting tussen onderwijsonderdelen. De samenhang in de masteropleidingen wordt voor een belangrijk deel bepaald door het individuele programma van de student. De examencommissie vervult daarbij geen rol. Over het algemeen is echter naar de mening van de commissie de begeleiding bij en toezicht op de opstelling van dit programma voldoende om samenhang te waarborgen.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

**F7: Studielast**

Het programma is studeerbaar doordat factoren, die betrekking hebben op dat programma en die de studievoortgang belemmeren zoveel mogelijk worden weggenomen.

**Beschrijving:**

*bacheloropleidingen*

De studielast is volgens de beschrijving in de zelfstudie bij alle opleidingen zo goed als mogelijk gespreid over de studiejaren. De huidige situatie is het resultaat van een aantal jaren lang schaven en bijstellen, op basis van eerdere visitatierapporten, studentenevaluaties en docentenvergaderingen. De studenten zijn

over het algemeen tevreden met de huidige spreiding van de studielast, zoals blijkt uit opleidingscommissievergaderingen, enquêtes en evaluatievergaderingen.

Binnen de faculteit (docenten en studenten) heeft een levendige discussie plaatsgevonden over bloksgewijs of dakpansgewijs programmeren van de bacheloropleiding toen de universiteit een uniform jaarrooster invoerde. Besloten is deze keuze aan de opleiding te laten. Vooral docenten en studenten Natuurkunde hechten sterk aan dakpansgewijze programmering, waardoor ook spreiding van tentamens ontstaat.

Mocht aan het eind van de studie tijdverlies dreigen te ontstaan doordat op korte termijn geen tentamenmogelijkheid is geprogrammeerd, dan wordt in overleg tussen docent en student een individueel tentamen georganiseerd.

In de opleidingscommissie Wiskunde zijn in het afgelopen jaar klachten bovengekomen over een te hoge studielast in bepaalde weken van de opleiding. De situatie is geïnventariseerd en op grond daarvan zijn met docenten van verschillende vakken afspraken gemaakt over de verdeling van opdrachten over de weken. Daarmee zijn de klachten verdwenen.

### *Masteropleidingen*

Voor de masteropleidingen is de spreiding van de studielast over het jaar een individuele aangelegenheid vanwege het individuele karakter van de programma's, en de verschillende tijden waarop de studenten met verschillende onderwijsonderdelen bezig zijn. Daarbij komt dat de activiteiten van gemotiveerde onderzoekers, hetgeen de masterstudenten voor een deel van hun opleiding kunnen zijn, niet aan uren zijn gebonden.

Tijdens het voorbezoek is geconstateerd dat de faculteit op het centrale niveau geen maatregelen of procedures heeft ingevoerd om te waarborgen dat de studielast op een evenwichtige manier over de onderwijsperiodes is verdeeld. De uniforme jaarindeling die de Universiteit Leiden heeft ingevoerd, is niet voor alle opleidingen op dezelfde manier uitgewerkt. Zo kent het programma van de bacheloropleiding voor Life Science & Technology geen 42 weken maar 40 en is de nominale studielast in ieder geval op papier per periode verschillend. Ook bij de bacheloropleidingen Natuurkunde en Scheikunde is de 'nominale' studielast niet voor elke onderwijsperiode gelijk.

### **Oordeel:**

De commissie heeft met de studenten van de verschillende opleidingen over de studielast gesproken. Er is gebleken dat de studielast in verschillende opleidingen vrij hoog ligt. Er worden vooral in de bacheloropleidingen Sterrenkunde en Natuurkunde zware eisen gesteld aan de studenten. Er zijn echter geen studiebelemmerende factoren gemeld. Beide programma's zijn volgens de studenten studeerbaar, mits er flink tijd in wordt geïnvesteerd. De inspanningen die in de bacheloropleiding Wiskunde worden geleverd om de voortgang van studenten te stimuleren, kunnen door de overige opleidingen als 'good practice' worden beschouwd. Ook de tutorbegeleiding die door de opleidingen Natuurkunde en Sterrenkunde wordt aangeboden, wordt door de commissie in dit kader positief gewaardeerd. De ongelijke spreiding van de studielast over het jaar in de bacheloropleiding Natuurkunde en Scheikunde wordt door de betreffende studenten niet als storend ervaren. Ook de bachelorstudenten Sterrenkunde melden dat zij pieken en dalen in de belasting ervaren. Zij vonden een periode van betrekkelijke rust tussen periodes waarin zeer hard gewerkt moet worden te prefereren boven een constante hoge studielast. Naar het oordeel van de commissie zijn de programma's van de verschillende opleidingen studeerbaar, maar zal met name de bacheloropleiding Sterrenkunde alert moeten blijven op dit aspect.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

**F8: Instroom**

Het programma sluit qua vorm en inhoud aan bij de kwalificaties van de instromende studenten:  
WO-bachelor: VWO, HBO-propedeuse of daarmee vergelijkbare kwalificaties, blijkend uit toelatingsonderzoek.  
WO-master: bachelor en eventueel (inhoudelijke) selectie.

**Beschrijving:***Bacheloropleidingen*

Toelating tot de bacheloropleidingen die in deze visitatie worden beoordeeld, wordt verkregen met een Nederlands vwo-diploma (of equivalent). Gemiddeld heeft 85% van de instromende eerstejaarsstudenten dit diploma, dit komt overeen met het landelijke beeld. Verder stroomt een klein aantal hbo-studenten met een propedeusediploma in en scholieren met een International Baccalaureate-diploma. Wie geen adequaat diploma bezit, dient een verzoek tot toelating in bij het Educatief Centrum van de faculteit, dat de aanvraag doorgeleid naar de opleiding. Vervolgens adviseert de opleiding en neemt het faculteitsbestuur bij monde van de directeur van het Educatief Centrum een besluit tot toelating. Zo nodig kan een colloquium doctum aan het verzoek tot toelating voorafgaan.

De faculteit streeft naar een instroom van 350 eerstejaarsstudenten, exclusief de studenten die zich inschrijven in Delft. In 2005 had de faculteit een instroom van 295 studenten.

Om de instroom te vergroten, is de faculteit in 2005 een wervingscampagne gestart. Als speerpunten werden de bacheloropleidingen Wiskunde en Biologie gekozen, waarbij in nauwe samenwerking tussen het bureau Communicatie en Marketing en de directies van de betreffende instituten een communicatiestrategie is ontwikkeld. De bachelorinstroom Wiskunde is nu 45 tegenover 29 in 2005 en de bachelorinstroom Biologie nam toe van 52 (2005) naar 75. Ook andere opleidingen zitten in de lift, waardoor in 2006 de bachelorinstroom van de faculteit (inschrijvingen in Leiden) wordt geschat op 367. De wervingscampagne wordt onverminderd voortgezet met mogelijk een keuze voor andere speerpunten. De instroom van bachelorstudenten voor een deeltijdopleiding is in de afgelopen jaren incidenteel gebleven. Voor deze studenten wordt op individuele basis een apart programma samengesteld, uitgaande van het voltijdscurriculum.

In de sectoren Natuur en Techniek heeft de faculteit het grootste percentage ingeschreven vrouwelijke studenten in het Nederlandse bètadomein (rapport 'Bèta en techniek, van Sprint naar Universiteitsprofiel', mei 2006).

*Masteropleidingen*

Toelating tot de masteropleiding wordt verkregen met een BSc-diploma (of equivalent). De precieze toelatingsvoorwaarden zijn beschreven in de OER. Hbo'ers stromen vooral in in de masteropleidingen Chemistry, ICT in Business en Media Technology. Bij de andere masteropleidingen stromen hbo'ers slechts incidenteel in.

Wat instroom betreft vallen de masteropleidingen in een aantal typen uiteen:

1. vooral doorstroomstudenten, aangevuld met buitenlandse studenten (Astronomy, Life Science & Technology, Mathematics, Physics);
2. een mix van doorstroom-, hbo- en buitenlandse studenten (Chemistry; met uitzondering van de track Industrial Ecology, die vooral buitenlandse studenten aantrekt);
3. een mix van hbo- en buitenlandse studenten (ICT in Business);
4. een dominante hbo-instroom (Media Technology);
5. een dominante buitenlandse instroom (NanoScience).

De situatie bij de masteropleiding Computer Science is door het kleine aantal studenten nog niet duidelijk. Niet alle opleidingen zijn gelukkig met de huidige situatie. Media Technology wil meer wo-studenten. ICT in Business streeft naar 30% Nederlandse wo-studenten, 20% hbo-studenten en 50% wo-studenten uit het buitenland. NanoScience kan meer Nederlandse (Leidse, Delftse) wo-studenten gebruiken. Niet toevallig zijn deze laatste drie opleidingen geen doorstroommasteropleidingen. De huidige bachelorstudenten zijn (nog) niet zo mobiel, en tevreden met het gekozen pad. De zichtbaarheid van deze unieke opleidingen is nog niet groot genoeg.

De faculteit streeft naar een masterinstroom van 350 studenten, waarvan ten minste 100 buitenlanders. Met een instroom van 205 studenten in 2005, waarvan 68 buitenlandse studenten, is duidelijk dat de streefgetallen nog niet zijn gehaald. Wel moet de doorstroom vanuit de bacheloropleiding naar een aantal masteropleidingen nog goed op gang komen. Winst is ook te halen in het buitenland. Bij de gezamenlijke opleidingen van Leiden en Delft wordt gestreefd naar een evenwichtige verdeling van eerste inschrijvingen van studenten over de twee instellingen, mede gelet op de gelijke inspanning van de beide universiteiten binnen de opleiding. De werving speelt hierop in.

#### *Vwo-wo*

Aansluitingsproblemen vwo-wo doen zich meer voor naarmate wiskunde een belangrijker rol speelt in de opleiding. Aankomende studenten hebben moeite met abstraheren en met het werken met formules. Het 'wiskunde probleem' doet zich het sterkste voelen bij de opleidingen Informatica, Natuurkunde en Sterrenkunde. De bacheloropleiding Wiskunde heeft als voordeel dat alle tijd kan worden besteed aan wiskunde en wel door studenten die gekozen hebben voor deze discipline. Nochtans heeft ook de bacheloropleiding Wiskunde zich genoodzaakt gezien om vanaf 2006 een opfriscursus met betrekking tot de basisvaardigheden en basiskennis in de wiskunde te geven, met een verplichte toets. De studenten krijgen de hierbij gebruikte literatuur (het *Basisboek Wiskunde* van Van de Craats en Bosch) cadeau.

Het probleem wordt op verschillende manieren aangepakt: het facultatieve vak Wiskunde Aansluiting aan het begin van het eerste studiejaar Natuurkunde en Sterrenkunde, de aansluitingsmodule Inleiding Wiskunde bij Life Science & Technology (LST), Scheikunde, Sustainable Molecular Science and Technology en Bio-Farmaceutische Wetenschappen, en de aanstelling van een vwo-docent Natuurkunde als propedeusedocent Natuurkunde bij LST en Scheikunde. Om de overgang van de vwo-leeromgeving naar de hogere eisen stellende wo-leeromgeving te vergemakkelijken en om de gewenste studiehouding te bevorderen, experimenteren Natuurkunde en Sterrenkunde met een systeem van tutoraat waarbij ouderejaarsstudenten eerstejaars op vrijwillige maar niet vrijblijvende basis intensief begeleiden.

Ondanks alle inspanningen is nog niet duidelijk of de maatregelen voldoende effect sorteren (er is geen controlegroep en sommige maatregelen zijn pas onlangs geïmplementeerd). Continue evaluatie is noodzakelijk. De studenten stellen het aanvullende wiskundeonderwijs op prijs en het leidt zeker tot een beter begrip van het lesmateriaal. Met betrekking tot de toepassing van wiskunde doet zich echter even later tijdens de studie een uitgesteld aansluitingsprobleem voor. De studenten blijken al te vaak niet goed in staat om zelf het wiskundige gereedschap te gebruiken in concrete situaties waarin ze daarmee op een creatieve en/of flexibele manier moeten omgaan. Wiskundig begrip en wiskundige vaardigheden die bij tentamens in de wiskundevakken op voldoende niveau blijken te zijn, beklijven niet. Dit aspect vraagt vooral veel aandacht in het tweede jaar van de bacheloropleiding.

#### *Hbo-wo*

Een tweede probleem is de aansluiting hbo-masteropleiding. Masteropleidingen met een relatief grote hbo-instroom zijn Chemistry, Computer Science, ICT in Business en Media Technology (en Biology). Gemiddeld presteren hbo-instromers uiteindelijk niet slechter dan wo-instromers, maar zij moeten wennen aan de academische cultuur. De faculteit en de Leidse Hogeschool overleggen over de manier waarop geïnteresseerde hbo'ers in de latere fase van hun hbo-studie al met het wetenschappelijk bedrijf kunnen kennismaken. Omdat het bachelorniveau bepalend is voor toelating tot de masteropleiding kan een enkel ontbrekend vak in overleg worden bijgespijkerd. Wel slechter presteren hbo-instromers in de masteropleiding Mathematics. Dit is binnen de opleiding een punt van aandacht.

De faculteit kent geen aansluitingsregeling voor hbo'ers; een student is toelaatbaar of niet. Zo niet, dan geeft de faculteit advies over de beste manier om op het gewenste niveau te komen.

#### *Voorlichting*

##### *Bacheloropleidingen*

Bij mondelinge en schriftelijke voorlichting aan kandidaat-studenten wordt een zo reëel mogelijk beeld van de opleidingen geschetst (open dagen, Leids Studiefestival, brochures, websites). Dit betreft de aard en het niveau van de studie. De opleidingen Natuurkunde, Sterrenkunde en Wiskunde hebben een aparte

scholierensite binnen de website van de opleiding. De overige opleidingen hebben hun informatie voor scholieren over de opleidingsite verspreid. Belangrijk element is de duidelijkheid over het belang en het aandeel van wiskunde in de betreffende opleiding. Ook wordt aangegeven dat motivatie erg belangrijk is en dat de ervaring leert dat gemiddeld een 7 voor de exacte vakken op het vwo bijna een voorwaarde is voor succes.

Voor elke opleiding zijn studentambassadeurs actief, die worden betaald door de universiteit. Zij leggen schoolbezoeken af en spelen een rol bij andere presentaties. Verder doen alle opleidingen mee met Proefstuderen en met het geven van gastlessen op het vwo.

Door deelname aan het LAPP-Top-programma en het Pre-University College hoopt de faculteit de aandacht te trekken van getalenteerde en gemotiveerde leerlingen uit de regio. LAPP-Top staat voor Leiden Advanced Pre-university Programme for Top students. Dit programma bestaat uit korte cursussen die bedoeld zijn voor een kleine groep begaafde en/of extra gemotiveerde scholieren en brengt disciplines onder de aandacht die voor de universiteit belangrijk zijn, maar die niet of op een geheel andere manier op het vwo gedoceerd worden.

De doelstelling van het Pre-University College is getalenteerde en gemotiveerde leerlingen uit 5 en 6 vwo hun talenten optimaal te laten ontwikkelen door hen in een vroegtijdig stadium te laten kennismaken met wetenschappelijk onderzoek. De leerlingen/studenten volgen het onderwijs gedurende twee jaar naast hun vwo-opleidingen.

#### *Masteropleidingen*

Bij mastervoorlichting is de aard van de communicatiemiddelen en de activiteiten afhankelijk van de soort studenten. De websites van instituten en opleidingen zijn de belangrijkste media voor mastervoorlichting. Studenten mopperen aanhoudend over een gebrek aan adequate voorlichting over de studiemogelijkheden in de masteropleiding. Voor de doorstroomstudenten wordt mastervoorlichting nu verzorgd als onderdeel van de bacheloropleiding, zoals tijdens de oriëntatie op de onderzoeksgroepen van het LION. Hopelijk levert dit in het komende seizoen een verbetering op.

Studenten van buiten worden middels flyers en brochures verwezen naar websites en uitgenodigd voor persoonlijk contact. Facultaire of opleidingsmasterdagen trekken weinig studenten van buiten. Bij de buitenlandse instroom blijken bovendien de internationale contacten van de stafleden van belang.

#### **Oordeel:**

De commissie waardeert de inspanningen van de faculteit om de instroom in de bacheloropleidingen te vergroten. Zij heeft vastgesteld dat de inspanningen resultaat lijken te hebben, in ieder geval bij de opleidingen die als speerpunt zijn gekozen. Voorzieningen als LAPP-Top en het Pre-University College zijn volgens de commissie goede instrumenten om de interesse voor bètaopleidingen te vergroten.

De commissie heeft bij de studenten gecheckt of de voorlichting over de programma's een adequate weergave is van hetgeen in het programma aan de orde komt. De commissie heeft een goed beeld gekregen van de voorlichtingsactiviteiten die er worden verzorgd voor de aankomende bachelorstudenten. Er wordt naar het oordeel van de commissie voldoende informatie gegeven. Het beeld dat in de voorlichtings- en wervingsactiviteiten wordt geschetst over de opleidingen is adequaat. De inspanningen van de faculteit op het gebied van voorlichting en werving zijn naar het oordeel van de commissie goed. Desondanks blijken nog steeds veel studenten een 'verkeerde' studiekeuze te maken.

De maatregelen die er genomen worden om de aansluiting tussen vwo en universiteit te verbeteren, zijn voldoende. 'Good practices' op dit gebied zijn de aanpak in de bacheloropleiding Wiskunde en de tutorbegeleiding in de bacheloropleidingen Natuurkunde en Sterrenkunde.

De commissie kreeg de indruk dat de voorlichting over de masteropleidingen inmiddels verbeterd is en dat de bachelorstudenten een redelijk beeld hadden van wat er in de masteropleidingen wordt aangeboden. De masteropleiding NanoScience geniet naar het oordeel van de commissie nog onvoldoende bekendheid onder bachelorstudenten in Leiden en Delft. De commissie kreeg de indruk dat de docenten van deze opleiding zich proactiever zouden kunnen opstellen op het gebied van werving en voorlichting onder deze bachelorstudenten. De uniciteit van de opleiding Life Science & Technology (zie 2.3. en 2.11.) leidt ertoe dat de MSc-instroom vanuit andere academische opleidingen en vanuit het hbo niet optimaal verloopt.

De instroom in de masteropleidingen vanuit het hbo is, zo heeft de commissie geconstateerd, zeer divers. Enerzijds komt het voor dat hbo-studenten zeer gemotiveerd en met een hoog niveau de masteropleiding binnen korte tijd afronden, anderzijds zijn er hbo-studenten die de aansluiting met het niveau van de

masteropleiding niet halen. Om deze aansluiting te verbeteren raadt de commissie aan intakegesprekken met de studenten te voeren, zodat zowel de informatie naar de student over de opleiding verbetert, als de informatie over het niveau van de student voor de opleiding.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

**F9: Duur**

De opleiding voldoet aan formele eisen m.b.t. de omvang van het curriculum:  
WO-bachelor: in de regel 180 studiepunten.  
WO-master: minimaal 60 studiepunten, afhankelijk van de opleiding.

**Beschrijving:**

De programma's van alle gevisiteerde bacheloropleidingen omvatten 180 EC en voldoen daarmee aan de formele eisen met betrekking tot de omvang van het curriculum.

De programma's van alle gevisiteerde masteropleidingen omvatten 120 EC en voldoen daarmee aan de formele eisen met betrekking tot de omvang van het curriculum.

*Bacheloropleidingen*

In de Onderwijs- en Examenregeling zijn ook programma's geformuleerd voor het combineren van, bijvoorbeeld, Natuurkunde en Sterrenkunde en van Natuurkunde en Wiskunde. Formeel volgen de studenten in dit geval twee opleidingen van elk 180 EC. Vanwege het samenvallen van een groot aantal onderwijsonderdelen zijn de examencommissies erin geslaagd om programma's aan te bieden die een grotere studielast hebben, maar studeerbaar zijn voor getalenteerde studenten. In de praktijk komt de studiebelasting van de combinatie Natuurkunde en Sterrenkunde neer op 204 EC, dit is 13% meer dan die van een enkele bacheloropleiding. De combinatie Natuurkunde en Wiskunde is een programma van 247 EC, dit is 37% meer in vergelijking met het monodisciplinaire programma. Een programma voor het combineren van Natuurkunde en Informatica is in de OER gedefinieerd voor de propedeuse. Dit programma is formeel 60 EC, maar heeft een studiebelasting van 85 EC, dat neerkomt op 42% extra werk ten opzichte van een monodisciplinaire propedeuse.

*Masteropleidingen*

De speciale tracks omvatten respectievelijk 40-60 EC voor SBB, 60 EC voor Education en 40-60 EC voor Communication, met een vakspecifiek deel van ten minste 60 EC. Binnen de onderzoekstracks kunnen onderdelen van de speciale tracks worden opgenomen, maar wanneer dit een aantal studiepunten betreft dat kleiner is dan 40 wordt van de speciale track geen aparte melding gemaakt op het diploma.

In de kantlijn kan nog worden opgemerkt dat studenten regelmatig meer studiepunten halen dan vereist aan het einde van de rit.

**Oordeel:**

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

**F10: Afstemming tussen vormgeving en inhoud**

Het didactisch concept is in lijn met de doelstellingen. De werkvormen sluiten aan bij het didactisch concept.

**Beschrijving:**

Het didactisch concept van de faculteit en van de Delftse zusterfaculteit is 'studeren in een onderzoeksomgeving'. De faculteit stelt dat dit concept de grondslagen van de wetenschap combineert met het zoeken naar een gerichte aanpak van vraagstukken en/of het zoeken naar innovaties. Volgens de faculteit heeft studeren in een onderzoeksomgeving de volgende effecten:

- prikkelt de nieuwsgierigheid;
- legt een basis van vakkennis en vaardigheden;
- ontwikkelt een kritische attitude;
- stimuleert herkenning en een diepgaande analyse van een probleem;
- leert ontdekken welke kennis ontbreekt;

- stimuleert de ontwikkeling van intuïtie;
- stimuleert het creatief proces voor het vinden van oplossingen;
- stimuleert multidisciplinair onderzoek vanuit monodisciplinaire expertise;
- stimuleert samenwerking in een competitieve werksituatie;
- geeft inzicht in het actuele wetenschappelijk bedrijf;
- doet nadenken over de rol van wetenschap en wetenschapper in de maatschappij;
- stimuleert kennisoverdracht aan en discussie met de maatschappij.

Volgens het facultaire strategieplan Science in Concert moet dit didactisch concept in 2010 geheel zijn geïmplementeerd in alle opleidingen.

In januari 2005 is een promotieonderzoek gestart dat beoogt voor de wetenschappelijke didactische basis te zorgen. Begeleid vanuit het ICLON en de faculteit onderzoekt de promovendus het beeld dat individuele docenten van onderzoek hebben en hoe dit beeld doorwerkt in het onderwijs van de docent. Voorlopige resultaten laten zien dat er verschillende typen docenten zijn met elk een verschillend beeld van onderzoek. Het promotieproject beoogt algemene en individuele didactische principes boven tafel te krijgen die sturend zijn voor onderwijsonderdelen zoals, bijvoorbeeld, 'Leren onderzoeken' (bacheloropleiding Molecular Science and Technology) en van verschillen in stagebegeleiding in een masterprogramma.

Samen met het ICLON heeft de faculteit het initiatief genomen om in Leiden een leerstoel Didactiek van de natuurwetenschappen te vestigen. De benoemingsprocedure is in het najaar van 2006 afgerond. 'Studeren in een onderzoeksomgeving' is een belangrijk studieobject voor de leerstoelhouder.

#### *Bacheloropleidingen*

In de eerste twee jaren van de bacheloropleidingen nemen hoor- en werkcolleges een belangrijke plaats in. Verder is het bacheloronderzoek bij alle opleidingen een belangrijk element aan het einde van het derde jaar. Zelfstudie betreft de tijd die wordt besteed aan voorbereiden van hoor- en werkcolleges, experimenten, tentamens, toetsen en presentaties. Specifieke elementen zijn het programmeerwerk en projectbegeleiding bij Informatica, het projectonderwijs en probleemgestuurd onderwijs bij Life Science & Technology (LST) en Scheikunde, eigen onderzoek in jaar 1 en 2 bij Natuurkunde en Sterrenkunde, en de seminaria bij Wiskunde. Het bacheloronderzoek is met 11 EC bij Informatica het kleinst in omvang en met 24 EC het grootst bij Natuurkunde.

#### *Masteropleidingen*

De masteropleidingen bestaan uit verdiepende cursussen, literatuurstudie, training in academische vaardigheden, colloquium en een of twee onderzoeksstages, die het hoofdbestanddeel van de opleiding vormen.

Het grootste aandeel onderzoek biedt de masteropleiding Physics. Het betreft onderzoek in een meester-gezelrelatie met de stafleden van het LION, waarbij alle elementen die het wetenschappelijk bedrijf bepalen aan de orde komen: literatuurstudie, theoretische verdieping, ontwerp van een experiment en overleg met fijnmechanici, elektronici en ICT-specialisten, analyse van resultaten, wetenschappelijke discussie, presentatie van onderzoek intern en op conferenties.

#### **Oordeel:**

Zoals door de faculteit zelf ook is aangegeven, wordt het concept op opleidingsniveau praktisch ingevuld en moet het nog een betere didactische basis krijgen. De commissie hoopt dat deze basis door de benoeming van een hoogleraar Didactiek van de natuurwetenschappen op korte termijn gelegd zal kunnen worden. In de huidige situatie kan de reikwijdte van het didactisch concept en de gevolgen die het heeft voor de inrichting van de programma's van de afzonderlijke opleidingen nog niet goed worden ingeschat. Gezien de omschrijving heeft de faculteit grote verwachtingen van het concept. Naar de mening van de commissie treden echter de verwachte effecten, zoals het prikkelen van de nieuwsgierigheid, het ontwikkelen van een kritische attitude, het stimuleren van een diepgaande analyse van het probleem en het stimuleren van multidisciplinair onderzoek, niet automatisch op. Het onderwijs zal structureel zodanig

moeten worden ingericht dat deze effecten daadwerkelijk worden bereikt en dat de individuele voortgang expliciet kan worden bewaakt. Daaraan moet naar het oordeel van de commissie nog veel gebeuren.

De commissie is in algemene zin van oordeel dat een didactisch concept dat studeren in een onderzoeksomgeving als uitgangspunt neemt goed past bij opleidingen in het domein van de bètawetenschappen, maar zij is er niet van overtuigd dat de Leidse faculteit zich van andere, vergelijkbare faculteiten onderscheidt door dit concept als uitgangspunt te kiezen.

De commissie is wel van oordeel dat het didactisch concept in principe aansluit bij de doelstellingen en eindkwalificaties van de opleidingen, die duidelijk tot uitdrukking brengen dat de opleidingen sterk gericht zijn op het uitvoeren van onderzoek en het participeren in een onderzoeksomgeving.

De commissie heeft tijdens haar bezoek geconstateerd dat het didactische concept van de faculteit op verschillende wijzen in de programma's van de opleidingen is vormgegeven en dat de werkvormen in het algemeen in voldoende mate aansluiten bij het didactisch concept. De tabellen die in de zelfstudie zijn opgenomen, laten zien dat studenten van de bacheloropleidingen in het eerste deel van hun opleiding relatief veel colleges volgen waarin zij de disciplinaire kennis en de vaardigheden verwerven die noodzakelijk zijn om in het tweede deel van hun opleiding en in de masteropleiding zelf onderzoek te kunnen verrichten. Zoals eerder beschreven, varieert het tijdstip waarop de studenten daadwerkelijk in een onderzoeksomgeving studeren van het eerste jaar tot het derde jaar van de bacheloropleiding. Zoals de faculteit zelf ook reeds heeft aangegeven, zal het didactische uitgangspunt nog uitgewerkt en in alle programma's moeten worden geïmplementeerd.

Uit de programma's blijkt verder niet dat studenten worden voorbereid voor posities op de arbeidsmarkt anders dan een positie in het onderzoek. Naar het oordeel van de commissie is op dit punt verbetering gewenst.

De vormgeving van de programma's is naar het oordeel van de commissie voldoende. De commissie heeft er mede door de benoeming van de hoogleraar Didactiek van de natuurwetenschappen vertrouwen in dat het didactisch concept uitgewerkt en geïmplementeerd zal gaan worden.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

**F11: Beoordeling en toetsing**

Door de beoordelingen, toetsingen en examens wordt adequaat getoetst of de studenten de leerdoelen van (onderdelen van) het programma hebben gerealiseerd.

**Beschrijving:**

Toetsing van de programmaonderdelen vindt plaats zoals geregeld in de OER en vooral, in de 'Regels en richtlijnen voor de tentamens, practica en examens' (R&R) van de Examencommissies van de betreffende opleidingen. De artikelen in de R&R betreffen tentaminering, examinering, aanmelding, orde, fraude, vragen en opgaven, beoordeling, vrijstelling, het dossier en het (bindend) studieadvies en het beroepsrecht. De beoordeling van het masterafstudeeronderzoek komt aan de orde in Artikel 12, lid 8: "De beoordeling van een afstudeerverslag (master's thesis) geschiedt door tenminste twee examinatoren, waarvan er één niet direct bij de begeleiding van de student is betrokken. Het verslag wordt publiekelijk gepresenteerd met gelegenheid tot discussie."

De examencommissie van elke opleiding wijst de examinatoren aan die bevoegd zijn om toetsen af te nemen. De handtekeningen van deze docenten worden gearchiveerd in het Educatief Centrum en, indien gewenst, gecontroleerd bij interne of accountantscontrole. Datum, tijd en plaats van toetsen worden vermeld in de studiegids.

De examencommissies waarborgen dat kennis, inzicht en vaardigheden bij een student objectief en deskundig worden beoordeeld. De commissies vergaderen in de regel wanneer dat nodig is, en de besluiten worden vastgelegd.

### *Bacheloropleidingen*

Toetsing geschiedt in het algemeen door middel van schriftelijke tentamens (voor experimentele onderdelen, zie verder). Voor een aantal vakken, vooral in het eerste jaar, wordt halverwege het college een toets afgenomen. Indien van toepassing wordt bij de werkcolleges de student in de gelegenheid gesteld 'huiswerk' in te leveren. De toetsen en/of het eventuele 'huiswerk' kunnen het eindresultaat positief beïnvloeden. Studenten vernemen binnen vijftien werkdagen het resultaat. Beoordeling van moeilijkheidsgraad en representativiteit van het tentamen maakt deel uit van de evaluatie van de studieonderdelen. Van de resultaten wordt bij Natuurkunde en Sterrenkunde een statistiek bijgehouden. Bij duidelijk afwijkende resultaten en/of klachten van de studenten wordt de oorzaak onderzocht. In eerste instantie door de docent, meestal in samenspraak met de opleidingsdirecteur. De resultaten van dat onderzoek worden altijd besproken in de opleidingscommissie. Mochten deze gesprekken en discussies uiteindelijk niet tot een oplossing leiden, dan is het laatste woord aan de examencommissie.

Voor alle tentamens wordt ten minste één herkansing per studiejaar gegeven. Een tweede herkansing is voor een aantal vakken ingepland. Indien een student een extra herkansing nodig heeft om studievertraging te voorkomen, kan hiertoe altijd een verzoek worden ingediend bij de studietoelichting. Alle tentamendata en de reguliere herkansingen worden aan het begin van het studiejaar in het rooster vermeld. De experimentele onderdelen (inclusief de programmeeropdrachten bij de bacheloropleiding Informatica) worden door docenten (al of niet met de hulp van assistenten) beoordeeld, waarbij de voorbereiding, de uitvoering, de samenwerking, het labjournaal en het verslag een rol spelen. Bij Informatica tellen programmeeropdrachten zwaar mee voor het eindcijfer, vooral bij de vakken Software Engineering en Concepten van Programmeertalen. De gedetailleerde beoordeling wordt met de student besproken, waarbij aanbevelingen voor verbetering essentieel zijn. Schriftelijke en mondelinge verslagen van het bacheloronderzoek worden door twee docenten beoordeeld, van wie één docent niet direct bij de begeleiding van de student betrokken is geweest. Compensatieregelingen zijn vastgelegd in de slaagregeling voor het bachelorexamen, te vinden in de bijlage van de 'Regels en richtlijnen'.

Schriftelijke enquêtes worden over het algemeen bij de toets gehouden, waarbij ook de toetsing wordt beoordeeld. Ook organiseren opleidingen mondelinge groepsevaluaties. Bij 'gevestigde' vakken, gegeven door ervaren docenten, laten de enquêtes zien dat:

- de vragen en opgaven van de toets representatief zijn voor het vak en het onderwijsdoel;
- de toetsing overeenkomt met de behandelde stof;
- de vragen evenwichtig over de stof zijn verspreid;
- de vragen duidelijk en eenduidig zijn.

Bij nieuwe docenten en/of een nieuw vak geven de enquêtes vaak aanleiding tot aanpassingen. Tentamens kunnen worden voorafgegaan door een vragenuur (standaard bij Life Science & Technology en Natuurkunde). Op verzoek van de student vindt een nabespreking plaats. Eigenlijk zou de feedback na toetsing intensiever en persoonlijker moeten zijn, met vervolgens de gelegenheid tot specifieke verbetering, ook bij voldoende. Dit is erg arbeidsintensief en de staf moet zorgen voor een goed evenwicht tussen onderwijssysteem en onderzoekspraktijk.

### *Masteropleidingen*

In de masteropleiding vinden zowel schriftelijke als mondelinge tentamens plaats, of combinaties daarvan. Bij de beoordeling van thesis en voordracht voor ieder onderzoek is, naast de supervisor, een tweede onafhankelijk staflid van het instituut betrokken. Wanneer een onderzoek (stage of thesis) onder auspiciën van de universiteit elders wordt uitgevoerd, is er altijd een begeleider vanuit de universiteit betrokken bij feedback en beoordeling. Ook in deze situatie wordt een tweede, onafhankelijk staflid aangesteld als medebeoordelaar.

Onderzoek binnen de masteropleiding Media Technology wordt beoordeeld op onder andere:

- kwaliteit van het idee;
- begrip van de context van dit idee en haar wetenschappelijke inbedding;
- of de creatie de beste benaderingswijze en oplossing is van het betreffende idee;
- wijze van uitvoeren, kwaliteit daarvan;
- kwaliteit van de paper over proces en product.

Bij de beoordeling van projecten zijn de motivatie en wetenschappelijke originaliteit van het concept belangrijk, evenals de mate waarin de grenzen en potentie ervan onderzocht zijn.

#### **Oordeel:**

De commissie heeft de kwaliteit van toetsen en opdrachten beoordeeld aan de hand van steekproeven per opleiding. Ook in het voorbezoek is hieraan aandacht geschonken. Verder heeft de commissie met studenten en docenten van de verschillende opleidingen gesproken en geverifieerd of de gang van zaken binnen de opleidingen inderdaad zo is als in de zelfstudie wordt beschreven.

De commissie is geen onregelmatigheden tegengekomen. De tentamens toetsen de beheersing van de stof die in de betreffende cursus aan de orde is geweest. De beoordeling van de tentamens is adequaat. Het is de commissie echter opgevallen dat er geen standaardbeoordelingscriteria zijn voor de beoordeling van afstudeerverslagen. Bij enkele opleidingen werd wel gebruikgemaakt van een standaardformat voor een verslag. De kwaliteit van de verslagen die de commissie heeft gezien, varieerde dan ook aanzienlijk, zowel qua vormgeving als qua inhoud. Het streven van de faculteit dat het afstudeeronderzoek leidt tot een publicatie waarvan de masterstudent medeauteur is, lijkt slechts bij een enkele scriptie haalbaar.

De commissie heeft ook geverifieerd of bij de beoordeling van de bachelor- en mastereindverslagen of theses een tweede onafhankelijke beoordelaar wordt betrokken. Dit blijkt inderdaad in de opleidingen de praktijk te zijn. Deze regel komt de objectiviteit van de beoordeling naar het oordeel van de commissie ten goede. Niettemin wil de commissie met klem adviseren standaardcriteria voor de beoordeling van eindverslagen en theses op te stellen.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

#### **Oordeel over het onderwerp 'Programma'**

Op basis van de beoordelingen per facet komt de commissie tot een samenvattend oordeel over het onderwerp 'Programma'. Dit oordeel luidt voor alle beoordeelde opleidingen: voldoende.

### **3. Inzet van personeel**

#### **F12: Eisen WO**

De opleiding sluit aan bij de volgende criteria voor de inzet van personeel van een WO-opleiding:  
Het onderwijs wordt voor een belangrijk deel verzorgd door onderzoekers die een bijdrage leveren aan de ontwikkeling van het vakgebied.

#### **Beschrijving:**

Omdat onderzoek en onderwijs bij de faculteiten geïntegreerd is, is vrijwel al het wetenschappelijk personeel betrokken bij het onderwijs. Op initiatief van de opleidingsdirecteur (OD) bepalen OD en wetenschappelijk directeur (WD; in Delft de afdelingsvoorzitter) welke docenten worden ingezet voor een optimale uitvoering van het onderwijsprogramma. In samenspraak met de WD (of afdelingsvoorzitter) worden de onderwijstaken van de staf en overige medewerkers vervolgens verdeeld. Daarbij wordt geen onderscheid in functies gemaakt.

Stafleden/docenten van de Leidse en de Delftse faculteiten zijn in de regel allen gepromoveerd en actief in het onderzoek. Een enkele uitzondering kan worden gemaakt voor docenten die vanwege hun specifieke kwaliteiten zijn aangetrokken. De stafleden zijn onderzoekers met een internationale reputatie. In alle opleidingen doceren hoogleraren ook eerstejaarsstudenten. Ook de bijzonder hoogleraren leveren een bijdrage aan het onderwijs. De beroepenveldcommissie geeft aan dat het bijzondere ordinariaat een goed instrument is om studenten te betrekken bij 'science' buiten de universiteit. Het onderwijsconcept 'Studeren in een onderzoeksomgeving' brengt met zich mee dat de staf waar mogelijk en relevant een verbinding legt met de praktijk van het beroep van wetenschappelijk onderzoeker.

#### **Oordeel:**

De commissie heeft de door de faculteit gepresenteerde informatie over de wetenschappelijke staf geverifieerd. Zij heeft kunnen constateren dat bijna alle medewerkers in vaste dienst bij de faculteit

gepromoveerd zijn en een bijdrage leveren aan de ontwikkeling van actueel onderzoek. Een uitzondering daarop vormt een deel van de staf die het onderwijs in de masteropleiding ICT in Business verzorgt. Omdat dit een jonge opleiding betreft op een vakgebied dat nog ontwikkeld moet worden, is de commissie van mening dat deze stafleden nog de gelegenheid moeten krijgen zich op onderzoeksgebied te bewijzen (zie ook Deel I, 2.8). De faculteit moet erop toezien dat de opleiding zich aan de afspraken hierover zal houden.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

**F13: Kwantiteit personeel**

Er wordt voldoende personeel ingezet om de opleiding met de gewenste kwaliteit te verzorgen.

**Beschrijving:**

De faculteit heeft in de zelfstudie de aantallen docenten en hun onderwijsinzet voor de verschillende opleidingen gepresenteerd, alsmede de staf-studentratio's die daaruit voortvloeien. Deze ratio's variëren voor de bacheloropleidingen van 3,63 bij Informatica tot 18,2 bij Wiskunde. In de masteropleidingen variëren deze van 8,1 bij Astronomy (8 studenten op 1 fte onderwijs = 2,5 docent) tot 96 (96 studenten op 1 fte onderwijs) bij Media Technologie. Tijdens het gesprek van de commissie met deze opleiding bleek overigens dat er net een nieuwe docent was aangenomen, zodat de ratio iets gunstiger is dan in de zelfstudie weergegeven. Voor de masteropleiding Computer Science heeft de opleiding achteraf aanvullende informatie verstrekt over de studentenaantallen, die een realistischer beeld geven van de staf-studentratio dan hetgeen in de zelfstudie is beschreven.

De ratio bij de masteropleidingen is in enkele gevallen niet realistisch weer te geven, omdat de studenten een groot deel van hun opleiding als onderzoeker meedraaien in de onderzoeksgroep en de begeleidingstijd niet als onderwijs wordt meegeteld.

**Oordeel:**

De commissie heeft vastgesteld dat de afzonderlijke opleidingen in het algemeen beschikken over voldoende onderwijsformatie. De informatie in de zelfstudie over de staf-studentratio geeft aan dat de opleidingen voldoende personeel kunnen inzetten om het onderwijs op een adequate manier te verzorgen. De commissie heeft ook bij de studenten geverifieerd of er voldoende docenten ingezet worden in het onderwijs. Hoewel er zeker kanttekeningen te zetten zijn bij het realistische gehalte van een staf-studentratio, is uit de gesprekken met de studenten bevestigd dat de omvang van de staf betrokken bij de masteropleiding Media Technologie veel te klein is. De docenten bij Media Technologie zijn zwaar overbelast en er is een zeer groot tekort aan begeleidingscapaciteit voor deze opleiding. De commissie adviseert op zeer korte termijn een oplossing te zoeken voor deze scheefgroei. Voor het overige zijn er geen problemen met de kwantiteit van het personeel.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen, behalve de opleiding Media Technologie: het oordeel van de commissie is voldoende.

Voor de opleiding Media Technologie is het oordeel voor dit facet onvoldoende. De commissie tekent hierbij echter aan dat zij geenszins de indruk heeft gekregen dat studenten te lijden hebben gehad onder het gebrek aan staf. De commissie was zeer onder de indruk van de kwaliteit, inzet en betrokkenheid van de beschikbare staf, niet alleen op grond van de indrukken uit de gesprekken en tijdens de rondleiding, maar ook op grond van de uitgesproken positieve commentaren van de studenten daarover. Op termijn is echter deze stafomvang niet voldoende om de opleiding met de gewenste kwaliteit te blijven verzorgen.

**F14: Kwaliteit personeel**

Het personeel is gekwalificeerd voor de inhoudelijke, onderwijskundige en organisatorische realisatie van het programma.

**Beschrijving:**

*Tenure track*

De basis van het personeelsbeleid van de faculteiten is het Tenure-Track-Systeem. Dit systeem is in september 2006 officieel ingevoerd, maar is onofficieel al enige tijd in gebruik. In dit systeem worden voor

de drie staffuncties (assistant professor [junior UD], associate professor [UD/UHD], en full professor [HL]) competentieprofielen gebruikt, die bepalend zijn voor aanstelling, beoordeling en loopbaanbeslissingen. Uitgangspunt van Tenure Track is het besluit dat een tijdelijk aangestelde assistant professor na een aanstellingsperiode van maximaal zes jaar professorabel wordt bevonden en vast wordt aangesteld, of uitstroomt.

De competenties van docenten komen jaarlijks aan de orde in het Resultaat- en Ontwikkelings- (R&O) gesprek met de leidinggevende (afdelingsvoorzitter, WD, OD en/of verantwoordelijke hoogleraar).

De TU Delft kent een uitgebreid Basiskwalificatie Onderwijs- (BKO) systeem. Voor het vaststellen van de onderwijskwaliteit van een docent worden de volgende prestatie-indicatoren gebruikt:

- zelfstandigheid en zelfredzaamheid bij organisatie en verzorging van onderwijs;
- inzet en supervisie van niet-wetenschappelijk personeel, postdocs en promovendi;
- oordeel studenten over onderwijskwaliteit;
- oordeel stagestudenten over begeleiding;
- oordeel OD en collega's over onderwijskwaliteit en begeleiding;
- inzetbaarheid voor onderwijs;
- bijdragen aan onderwijsvernieuwing;
- belangstelling voor door de docent aangeboden keuzeonderwijs.

De leidinggevende (afdelingsvoorzitter, WD, OD of HL) verzekert zich voorafgaand aan het gesprek van de relevante gegevens van studenten, collega's (bijvoorbeeld via de opleidingscommissie) en onderwijsmedewerkers van de opleiding.

Vast onderdeel van het R&O-gesprek betreft de mening van de docent over zijn eigen functioneren. Desgewenst kan de docent vooraf gebruikmaken van de zelfstudietest DOCES van het ICLON (Universiteit Leiden). Tijdens het R&O-gesprek worden eventuele zwakke punten genoteerd en vervolgens worden stappen vastgelegd ter verbetering. Betreffen de zwakke punten een of meer competenties van de docent, dan zal passende bijscholing worden geregeld. De afdeling Hoger Onderwijs van het ICLON biedt jaarlijks een groot aantal didactische cursussen aan, waarbij zo veel als mogelijk wordt uitgegaan van de eigen onderwijssituatie van de docent. Het betreft cursussen voor alle onderwijsvormen zoals 'werkgroepen begeleiden', 'tentamineren', 'Blackboard basistraining', 'het ontwikkelen van digitaal lesmateriaal', en 'activerende hoorcolleges geven'. Het ICLON is in 2006 op verzoek van de faculteit gestart met een basiskwalificatiecursus voor (junior-)docenten. Tien docenten hebben aan deze cursus deelgenomen, op voordracht van hun OD. Alle docenten van de faculteit zijn bovendien uitgenodigd voor een test op taalvaardigheid Engels, in verband met de Engelstaligheid van de masteropleidingen. De test werd georganiseerd door het Expertisecentrum Academisch Engels samen met het Talencentrum van de Leidse Faculteit der Letteren. Wanneer een docent overtuigd was van eigen kunnen, moest hij ook de OD daarvan overtuigen. Meer dan de helft van de stafleden heeft zich laten testen en een klein aantal van hen heeft het advies gekregen om zich aanvullend te laten trainen. Een (universitair) probleem is dat het in de meeste gevallen bij dit advies is gebleven en dat de betreffende docenten door de dagelijkse besommeringen geen tijd voor training hebben vrijgemaakt.

Sinds een aantal jaren worden door de studenten van de betreffende opleidingscommissies onderwijsprijzen uitgereikt aan de opleidingsdocent van het jaar (500 euro per persoon, te besteden aan een onderwijsdoel). De prijzen worden uitgereikt in een jaarlijkse ceremonie, die in de regel wordt gecombineerd met een andere facultaire activiteit. Het winnen van deze prijs wordt door de docenten als bijzonder eervol beschouwd.

Jaarlijks bespreekt de decaan met de afdelingsvoorzitters/WDn de loopbaanontwikkelingen binnen de afdeling/het instituut. Basis voor deze gesprekken vormen onder andere de opgemaakte beoordelingen, de gemaakte afspraken, een overzicht van gerealiseerde publicaties en de resultaten van onderwijsenquête's. Ook houdt de decaan jaarlijks R&O-gesprekken met alle hoogleraren.

#### *Verantwoordelijkheid*

De WDn/afdelingsvoorzitter en ODn zijn samen verantwoordelijk voor de inzet van personeel in het onderwijs. Komen zij er samen niet uit, dan beslist het faculteitsbestuur (Leiden) of de decaan (Delft). De WDn/afdelingsvoorzitters en ODn zijn bovendien samen verantwoordelijk voor de (beoordeling van de)

kwaliteit van een docent. Bij aanstelling in vaste dienst ('tenure') worden het oordeel van peers, van de opleidingscommissie en van de facultaire wetenschapscommissie betrokken.

In de evaluatie van het onderwijs wordt aandacht besteed aan de kwaliteit van de docenten die het onderwijs verzorgen. Uit de resultaten van de evaluaties blijkt dat de studenten in het algemeen waardering hebben voor de docenten en dat zij tevreden zijn over de didactische kwaliteiten. Tijdens het vooronderzoek en tijdens de visitatie zijn evaluatiegegevens over de didactische kwaliteit van de docenten bekeken.

#### **Oordeel:**

De commissie heeft geconstateerd dat de faculteit, in het kader van het aanscherpen en expliciteren van het systeem van interne kwaliteitszorg, ook het personeelsbeleid verder heeft uitgewerkt en vastgelegd. De commissie heeft vastgesteld dat de faculteit in haar personeelsbeleid tot uitdrukking brengt dat zij belang hecht aan onderwijsprestaties.

Zij waardeert de aandacht van de faculteit voor de kwaliteit en de didactische scholing van het personeel en adviseert de faculteit verder te gaan op de ingeslagen weg. Naar de mening van de commissie zijn er op dit gebied enkele aandachtspunten voor de faculteit:

- Het kan niet zo zijn dat docenten door dagelijkse besommingen geen tijd kunnen vrijmaken voor training. De faculteit zou er op moeten toezien dat hiervoor ruimte wordt gemaakt.
- Excellent onderwijs volgt niet automatisch uit excellent onderzoek. De faculteit zou er naar moeten streven dat alle docenten zich kwalificeren voor het geven van onderwijs en hun competenties op dat gebied onderhouden. Het is de taak van de faculteit er toezicht op te houden dat dit ook daadwerkelijk gebeurt.

De maatregelen die de TU Delft heeft genomen op het gebied van kwaliteit van de docenten door de invoering van BKO verdient naar de mening van de commissie navolging aan de Universiteit Leiden.

De commissie heeft bij de studenten navraag gedaan naar de kwaliteit van de docenten. De gesprekken bevestigen de resultaten uit de evaluaties. De commissie concludeert op basis van die informatie dat de docenten over het algemeen over voldoende didactische, inhoudelijke en organisatorische kwaliteit beschikken om het programma te kunnen verzorgen. De aandacht voor de kwaliteit van de docenten verschilt per opleiding. De commissie kreeg sterk de indruk dat bacheloronderwijs bij een deel van de staf niet op veel aandacht mag rekenen.

De wiskundedocenten vertonen veel inzet en zijn voortdurend bezig de kwaliteit van het onderwijs te verbeteren. De wiskundedocenten worden door de studenten dan ook positief gewaardeerd.

De commissie is van mening dat de beheersing van het Engels door de docenten een punt van aandacht moet blijven.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

#### **Oordeel over het onderwerp 'Inzet van personeel'**

Op basis van de beoordelingen per facet komt de commissie tot een samenvattend oordeel over het onderwerp 'Inzet van personeel'. Dat oordeel luidt voor alle beoordeelde opleidingen: voldoende.

Het onvoldoende oordeel voor de opleiding Media Technology op facet 13, wordt ruimschoots gecompenseerd door de extra inzet en uitstekende kwaliteit van de staf die deze opleiding verzorgt.

## 4. Voorzieningen

### F15: Materiële voorzieningen

De huisvesting en materiële voorzieningen zijn toereikend om het programma te realiseren.

#### **Beschrijving:**

De infrastructuur van de opleidingen is in de eerste plaats de infrastructuur van de afdelingen/instituten (laboratoria, colloquiumzalen, cursuszalen). Een aantal gebouwen dateert van de jaren zestig/zeventig met veel ruimte als voordeel en achterstallig onderhoud als nadeel.

In Leiden ligt de verantwoordelijkheid voor de infrastructuur van de opleidingen bij WD en OD. Het Educatief Centrum coördineert de productie van de studiegidsen en haar directeur is hoofdredacteur van de facultaire websites (met de facultaire webmaster als eindredacteur). De eindverantwoordelijkheid voor de onderwijsvoorzieningen ligt bij het faculteitsbestuur.

In Delft ligt de verantwoordelijkheid voor de infrastructuur van de opleidingen bij de OD en bij het hoofd O&S. O&S coördineert samen met Marketing & Communicatie de productie van de studiegidsen, en heeft de eindredactie van de facultaire websites. De eindverantwoordelijkheid voor de onderwijsvoorzieningen ligt bij de decaan.

#### **Onderwijsruimten**

##### *Leiden:*

Naast de instituutvoorzieningen (laboratoria, werkgroep ruimten en dergelijke) beschikt Leiden binnen haar gebouwen over 25 collegezalen voor algemeen gebruik. Eén zaal biedt ruimte aan 700 toehoorders, een zestal is geschikt voor grote groepen (van 100 tot 250 toehoorders). De overige 18 zalen worden gebruikt voor colleges en werkcolleges aan kleinere groepen (ca. 30 personen). Al deze zalen vallen onder het facultaire beheer en zijn in onderwijsluwe perioden ook beschikbaar voor andere activiteiten van de instituten.

Tot het Gorlaeuscomplex behoort het zogenaamde LCP-gebouw, waarin 9 practicumzalen zijn ingericht voor (bio)chemie-georiënteerd experimenteel onderwijs. Een van deze zalen is een analytisch laboratorium met, onder andere, NMR-, IR- en GC-apparatuur. Een andere zaal functioneert als VMT-C-laboratorium. Met 3,8 fte ondersteunt de Centrale Laboratorium Dienst het onderwijs in het LCP-gebouw. Het betreft hierbij de bacheloropleidingen Scheikunde, Sustainable Molecular Science and Technology (nu samen MST), Life Science & Technology en Bio-Farmaceutische Wetenschappen.

Het Snellius is in 2003 grondig gerenoveerd (schilderwerk, vloerbedekking, nieuwe zalen, alle meubilair in kantine en onderwijsruimten). De Snellius-bibliotheek bevat een studiezaal. Ook werd een nieuwe ontmoetingsruimte ingericht (de Foobar), die sterk bijdraagt aan de samenhang en sfeer binnen opleidingen en instituut. Ook huisvest het Snellius de studievereniging De Leidsche Flesch (voor alle studenten van de bachelor- en masteropleidingen Wiskunde, Informatica, Sterrenkunde en Natuurkunde). De masteropleidingen ICT in Business en Media Technology hebben eigen practicumruimten.

Studenten kunnen gebruikmaken van verschillende bibliotheken: de bibliotheek in het Gorlaeuscomplex, de bibliotheken van het IBL en NHN, de bibliotheek van het MI, de Walaeus-bibliotheek (LUMC) en de Centrale Universiteitsbibliotheek (UB). Vanaf september 2006 krijgen alle studenten een gecombineerde collegekaart/lenerspas waarmee de bibliotheekfaciliteiten online beschikbaar zijn via het U-LIP systeem, inclusief 'data minding'. Ook nu al kunnen de studenten via U-LIP thuis alle universitaire tijdschriften bestuderen. Daarenboven kunnen de studenten binnen de instituten terecht voor (uitleg over) relevante literatuur.

In elk gebouwencomplex (Snellius, Huygens/Oort, Gorlaeus) is een kantine aanwezig.

##### *Delft:*

Delft beschikt over collegezalen in de gebouwen van Scheikunde (Delft Chem Tech), Biotechnologie, Technische Natuurkunde en de Aula. Daarnaast zijn er eveneens kleinere lokalen voor onderwijs in de gebouwen voor Scheikunde en Natuurkunde. Samen zijn deze voorzieningen toereikend voor het aantal hoor- en instructie/werkcolleges die in het jaar worden gegeven; alle hoor- en instructie/werkcolleges worden ingeroosterd. Elke sectie heeft een (deel van het) laboratorium beschikbaar voor practicumonderwijs, hier zijn voldoende faciliteiten beschikbaar.

Studenten kunnen gebruikmaken van drie bibliotheken: de bibliotheek in het Gebouw voor Scheikunde, de bibliotheek in het Kluylverlaboratorium en de Centrale Universiteitsbibliotheek (UB). De bibliotheken zijn eveneens 24 uur per dag online beschikbaar, waarbij de student te allen tijde met zijn bibliotheekpas een boek kan opzoeken en reserveren om het later op te halen. Afgezien van boeken kan de student bij de verschillende bibliotheken ook terecht voor recente uitgaven van de verscheidene wetenschappelijke tijdschriften.

### **ICT**

ICT-voorzieningen vormen een regulier onderdeel van de infrastructuur van de faculteiten. ICT-beleid en begroting worden per faculteit vastgesteld met de jaarplannen van de afdelingen/instituten als basis (Leiden), of centraal (Delft). ICT-coördinatie vindt plaats op facultair niveau, waarbij ook de ICT&Onderwijs-plannen van de opleidingen worden besproken. Binnen Delft is Blackboard het communicatieplatform voor het onderwijs, vooral op vakniveau. Voor de meer generieke informatie, die minder aan verandering onderhevig is, wordt gebruikgemaakt van opleidingsgebonden websites. Ook binnen Leiden is Blackboard voor de meeste opleidingen het communicatieplatform, al maken sommige opleidingen daarnaast ook of liever gebruik van eigen websites.

### **Oordeel:**

De commissie heeft zowel in Leiden als in Delft een rondleiding gehad door de verschillende genoemde gebouwen en langs practicumruimten. Zij heeft tevens bij de studenten geïnformeerd naar de beschikbaarheid van verschillende voorzieningen zoals computers en studieruimten. Op basis van rondleiding en gesprekken heeft de commissie kunnen zien dat de voorzieningen in orde zijn. De materiële voorzieningen waarover de opleidingen kunnen beschikken, voldoen in het algemeen aan de voorwaarden die daaraan gesteld mogen worden. De problemen die er zijn hebben voor een belangrijk deel betrekking op de staat waarin de gebouwen waarin de faculteit is ondergebracht verkeren en (volgens de studenten) op de ICT-voorzieningen. De commissie heeft geen informatie ontvangen die erop duidt dat de gebreken een beletsel vormen voor het verzorgen van de onderwijsprogramma.

De commissie heeft een opmerking bij dit facet. Uit de gesprekken met de studenten is gebleken dat er weliswaar door de faculteit officieel beleden wordt dat er voor informatie over het onderwijs, cursussen en roosters gebruik wordt gemaakt van het programma Blackboard, maar dat dat in de praktijk niet zo blijkt te zijn. Docenten verwijzen regelmatig naar hun eigen websites als het gaat om informatie over cursussen en houden de informatie in Blackboard onvoldoende of niet bij. De commissie beveelt aan effectief te bewerkstelligen en te bewaken dat het facultaire beleidsvoornemen in dezen werkelijk gerealiseerd wordt.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

### **F16: Studiebegeleiding**

De studiebegeleiding en de informatievoorziening aan studenten zijn adequaat met het oog op studievoortgang.  
De studiebegeleiding en de informatievoorziening aan studenten sluiten aan bij de behoefte van studenten.

### **Beschrijving:**

Studiebegeleiding bestaat onder andere uit de opvang van eerstejaars in mentorgroepen, uit meer of minder intensieve vakinhoudelijke begeleiding bij onderwijs-elementen, uit adequate informatievoorziening en uit de diensten van de studieadviseurs. Op eigen initiatief van de student wordt de begeleiding intensiever.

Alle bacheloropleidingen hebben een studiebegeleidingsplan, dat door de meeste opleidingen ook in de studiegids/agenda wordt opgenomen. In Leiden maakt dit plan deel uit van het Leids Studiesysteem met Bindend Studieadvies. Dit systeem wordt beschreven in het studentenstatuut en heeft de volgende elementen:

1. Individueel *kennismakingsgesprek* met nieuwe eerstejaars studenten.
2. *Mentoraat*. Alle eerstejaars worden opgevangen in mentorgroepen onder begeleiding van één of twee ouderejaarsstudenten en/of een docent.
3. *Vroege toetsen* in het eerste jaar, waarvan de resultaten kunnen worden besproken.

4. Een *schriftelijk eerste studieadvies* eind januari van het eerste jaar. Bij een negatief advies wordt de student uitgenodigd voor een gesprek met de studieadviseur.
5. Uiterlijk 15 juni ontvangen eerstejaarsstudenten een schriftelijk *voortgangsadvies*. Bij een negatief advies wordt de student uitgenodigd voor een gesprek met de studieadviseur.
6. Uiterlijk eind augustus wordt aan elke eerstejaarsstudent een *definitief schriftelijk studieadvies* uitgebracht. Een student krijgt in Leiden een bindend negatief studieadvies wanneer in het eerste jaar van inschrijving vóór 31 augustus voor de propedeuse minder dan 40 studiepunten zijn behaald. In Delft wordt in dit geval de student dringend aangeraden met deze studie te stoppen. Een bindend negatief studieadvies wordt in Leiden ook uitgebracht wanneer het propedeuse-examen niet is behaald aan het einde van het tweede jaar van inschrijving. Persoonlijke omstandigheden kunnen voor een uitzonderingssituatie zorgen.

Tot en met 2004 lag de grens voor het bindend negatief studieadvies op 30 studiepunten. Het facultaire percentage eerstejaarsstudenten met een bindend negatief studieadvies schommelde rond de 15%, met een percentage van 15% in 2004. Na verhoging van de grens naar 40 studiepunten lijkt dit percentage voor de faculteit niet noemenswaard te veranderen, afgemeten aan de studieadviezen in januari 2006. Dit lijkt (voorlopig) de veronderstelling te bevestigen dat met het hoger leggen van de lat ook harder wordt gewerkt om de limiet te halen. Dit geldt overigens niet voor de andere faculteiten van Universiteit Leiden (met uitzondering van het LUMC) waar de BSA-resultaten behoorlijk zijn verslechterd.

Het bindend negatief studieadvies geldt niet voor de gezamenlijke Leids-Delftse opleidingen LST, MST (Scheikunde) en Wiskunde. De reden is dat de TU Delft dit systeem (nog) niet wenst in te voeren, onder andere onder druk van de Delftse studentenraad. Studenten van de gezamenlijke opleidingen krijgen bij slechte studieprestaties een dringend negatief studieadvies, dat niet altijd wordt opgevolgd.

Naast het mentoraat hebben de opleidingen Natuurkunde en Sterrenkunde een gezamenlijk tutoraat in het eerste jaar. Eerstejaarsstudenten kunnen zich vrijwillig aanmelden voor het tutoraat, dat omstreeks oktober begint. Wie zich aanmeldt gaat een inspanningsverplichting aan tot het einde van het studiejaar. Studenten worden ingedeeld in groepjes van drie tot vier studenten. Ieder groepje krijgt een eigen tutor; een ouderejaarsstudent die tijdens de wekelijkse bijeenkomsten vakinhoudelijk helpt met de studiestof. De tutores worden begeleid door een staf lid. De OC Sterrenkunde constateert dat de invoering van het tutoraat een significante verbetering betreft ten opzichte van de eerdere situatie.

In Delft worden eerstejaarsmentorgroepen gekoppeld aan een onderzoeksgroep. De studenten doen daar ook hun eerstejaarseindproject. Zo maken de studenten van het begin af aan kennis met het werken en denken in onderzoeksgroepen.

Ouderejaarsbachelorstudenten kunnen in geval van studievertraging een beroep doen op de studieadviseur. De studieadviseur zelf houdt de voortgang van de studenten bij en roept zonnodig ouderejaarsstudenten op. De faculteit heeft een gunstige staf-studentratio, met alle signalerings- en begeleidingsmogelijkheden van dien.

Voor masterstudenten geldt hetzelfde als voor ouderejaarsbachelorstudenten. Omdat de studenten functioneren als lid van het betreffende instituut worden zij persoonlijk begeleid.

De opleiding NanoScience kent 'Academic Advisors', stafleden die vakinhoudelijke vragen met de studenten behandelen en carrièrespecten met hen bespreken.

#### *Ombudsfunctionaris*

Iedere student die meent onbehoorlijk te zijn behandeld door een medewerker of een bestuursorgaan van de universiteit kan daarover een klacht indienen bij de ombudsfunctionaris (Leiden en Delft). Uitgesloten van behandeling zijn klachten over seksuele intimidatie, discriminatie, beleidsbeslissingen en tentamenbeoordelingen. In deze gevallen stuurt de ombudsfunctionaris studenten meteen door naar het juiste adres begeleid met, onder andere, een introductie. Het overgrote deel van de klachten wordt door bemiddeling opgelost. Het uiteindelijke oordeel wordt vergezeld van aanbevelingen.

Vanuit de faculteit werden in de afgelopen jaren de volgende aantallen klachten geuit: 2003, 1; 2004, 3; 2005, 6. In geen van deze gevallen heeft het faculteitsbestuur actie hoeven ondernemen. De taken, bevoegdheden en beperkingen van de ombudsfunctionaris zijn vastgelegd in de Regeling Ombudsfunctionaris.

### *Informatievoorziening*

Informatie over het facultaire onderwijs is te vinden in de studiegidsen, op de websites en de Blackboardsites van de opleidingen en de faculteiten, alsmede in universiteitsbladen (Mare in Leiden, Delta in Delft) en bladen van de studieverenigingen. Vermeldenswaard is de elektronische studiegids, de e-gids. Voor vragen en initiatieven betreffende carrièremogelijkheden en daaraan gerelateerde competenties en studiekeuzen kunnen studenten terecht bij het Student Facility Centre van de TU Delft en bij het Bureau voor Studiekeuze en Loopbaanbegeleiding, Universiteit Leiden.

### *Studievoortgangsregistratie*

Studieresultaten worden in Leiden geregistreerd middels ISIS-S&S en in Delft middels Volg+. De studenten kunnen met gebruik van U-Twist hun eigen resultaten overzien.

### **Oordeel:**

De commissie waardeert de systematische aandacht voor de begeleiding van studenten die is vastgelegd in het kader van het Leidse studiesysteem, waarvan ook het bindend studieadvies deel uitmaakt. Zij is ook positief over de activiteiten die door afzonderlijke opleidingen worden georganiseerd, zoals het tutoraat van Natuurkunde en Sterrenkunde. Zij vindt dat de faculteit op een goede manier profiteert van het relatief kleinschalige karakter van de meeste opleidingen. De commissie heeft ook met de studenten gesproken over de uitvoering van de studiebegeleiding in de verschillende opleidingen. De studenten Natuur- en Sterrenkunde waren zeer te spreken over de mogelijkheid gebruik te maken van tutorgroepen. Studenten vinden die groepen een waardevolle aanvulling gericht op het wennen aan de mores en het studietempo van de betreffende opleiding en studeren in het algemeen. De studenten informatica waren in het bijzonder te spreken over de inspanningen van de studieadviseur om de voortgang in de studie er in te houden.

De masterstudenten waren over het algemeen tevreden over de ondersteuning die zij van hun directe begeleider ontvingen. In het algemeen, zo bleek de commissie, is de studiebegeleiding en de informatievoorziening in de verschillende opleidingen voldoende.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

### **Oordeel over het onderwerp ‘Voorzieningen’**

Op basis van de beoordelingen per facet komt de commissie tot een samenvattend oordeel over het onderwerp ‘Voorzieningen’. Dat oordeel luidt voor alle beoordeelde opleidingen: voldoende.

## **5. Interne kwaliteitszorg**

### **F17: Evaluatie resultaten**

De opleiding wordt periodiek geëvalueerd, mede aan de hand van toetsbare streefdoelen.

### **Beschrijving:**

Uit de Onderwijskalender, die aan het begin van het academisch jaar zowel in Leiden als in Delft is ingevoerd, blijkt dat het systeem van interne kwaliteitszorg voorziet in verschillende activiteiten die gericht zijn op de evaluatie van het onderwijs, waaronder studenten- en docentenvergaderingen (bijeenkomsten die tweemaal per jaar plaatsvinden, waarop het verzorgde onderwijs plenair wordt geëvalueerd en waarop voorstellen of suggesties worden geformuleerd om gesignaleerde problemen of knelpunten op te lossen) en collegeresponsgroepen. In de studentenvergaderingen staan het programma, de docenten en de toetsing centraal, in de docentenvergaderingen ligt de nadruk op de doelen, de resultaten en de evaluatie.

De Onderwijskalender bevat een jaarcyclus, waarin alle activiteiten worden opgesomd die, in het kader van de kwaliteitszorgcyclus, gedurende een studiejaar, eens, meerdere keren of continu worden uitgevoerd. Uit de jaarcyclus blijkt dat elke opleiding (in ieder geval vanaf 2006) in november een onderwijsjaarrapport produceert, een kort rapport, opgesteld door de opleidingscommissie en de opleidingsdirecteur, waarin de sterke en de zwakke punten van de opleiding worden beschreven, waarin suggesties worden gedaan om de

zwakke punten te verbeteren en waarin wordt ingegaan op het effect van eerder gemaakte afspraken ter verbetering van zwakke punten. In de maand mei vindt de roostering plaats van de studenten- en docentenvergaderingen en de collegeresponsgroepen voor het volgende studiejaar.

De Onderwijskalender bevat eveneens een uitgebreide beschrijving van de rollen, taken en verantwoordelijkheden van de partijen die betrokken zijn bij het proces van kwaliteitszorg (waaronder de decaan of het bestuur van de faculteit, de opleidingsdirecteuren, de opleidingscommissies, de examencommissies en de beroepenveldcommissie). Hieruit blijkt onder meer dat de Examencommissie als een van haar taken heeft het bewaken van het curriculum ten aanzien van de realisatie van de eindtermen.

Tijdens het voorbezoek is vastgesteld dat alle opleidingen het onderwijs evalueren met behulp van standaardevaluatieformulieren en/of tijdens bijeenkomsten van studenten (bijvoorbeeld in semesterresponsgroepen) en dat uit de notulen van de opleidingscommissies blijkt dat de opleidingscommissies ook (in meer of mindere mate) aandacht besteden aan de uitkomsten van de evaluaties. Verschillende opleidingen (bijvoorbeeld Informatica, Scheikunde en Sterrenkunde) produceerden al onderwijsrapporten of -verslagen voordat die (in de Onderwijskalender) verplicht werden gemaakt.

Tot voor kort bestond tussen de opleidingen een cultuurverschil waar het gaat om periodieke onderwijsevaluatie. Hoewel dit verschil nog niet is verdwenen en in beperkte mate ook bewaard kan blijven, bedoelt de Onderwijskalender tot uniformering op hoofdpunten te komen. Het onderwijs in alle opleidingen wordt periodiek geëvalueerd. In principe wordt ieder vak na de toetsing beoordeeld door middel van een schriftelijke enquête, in Leiden doorgaans verwerkt door het ICLON. Deze 'ICLON-enquêtes' zijn alle beschikbaar bij het Educatief Centrum.

#### **Oordeel:**

De commissie heeft vastgesteld dat het onderwijs dat binnen de faculteit wordt verzorgd periodiek wordt geëvalueerd. Voor alle opleidingen functioneren opleidingscommissies en examencommissies en zijn opleidingsdirecteuren verantwoordelijk gesteld voor de kwaliteit van het onderwijs. Verschillende aspecten van het kwaliteitszorgsysteem zijn echter nog niet geheel 'ingedaald' op opleidingsniveau. Zo zijn de opleidingscommissies onvoldoende bekend bij de studenten en blijken de studenten regelmatig andere wegen te zoeken en te vinden om hun klachten en opmerkingen voor het voetlicht te brengen.

De commissie waardeert het voornemen van de faculteit, dat tot uitdrukking komt in de Onderwijskalender, om de activiteiten in het kader van de interne kwaliteitszorg op een meer systematische manier uit te voeren, zonder dat dat leidt tot een ongewenste vergroting van de administratieve lastendruk. Tegelijkertijd blijft er ook nog voldoende ruimte over voor de opleidingen om eigen permanente kwaliteitszorg toe te passen zoals in de masteropleiding Media Technology.

De commissie heeft geen informatie ontvangen die erop duidt dat de faculteit toetsbare streefdoelen hanteert als ijkpunten in de kwaliteitszorg. Zij adviseert de faculteit om het systeem van kwaliteitszorg verder uit te werken en aan te scherpen door op een weloverwogen manier een aantal streefdoelen op te stellen.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

#### **F18: Maatregelen tot verbetering**

De uitkomsten van deze evaluatie vormen de basis voor aantoonbare verbetermaatregelen die bijdragen aan realisatie van de streefdoelen.

#### **Beschrijving:**

Om aan te geven op welke wijze de faculteit omgaat met uitkomsten van evaluaties heeft zij in de zelfstudie een overzicht gegeven van de belangrijkste aanbevelingen uit voorgaande visitaties en de maatregelen die daaruit zijn voortgevloeid:

#### *Informatica:*

De opleiding werd op een aantal punten ruim voldoende beoordeeld, maar de effectiviteit van de organisatie binnen het LIACS en de interne kwaliteitszorg werden onvoldoende bevonden. Naar aanleiding van de vorige visitatie is de opleiding direct aan de slag gegaan en heeft een aantal knelpunten weggenomen. De positie en bevoegdheden van de opleidingsdirecteur (OD) zijn inmiddels duidelijk en goed verankerd in de facultaire bestuursstructuur. In het bilateraal bestuurlijk overleg dat het faculteitsbestuur per kwartaal met de LIACS directie heeft, speelt de OD een volwaardige rol. Met drie minors en drie aparte masteropleidingen en een interfacultaire track Bioinformatics blijven in het LIACS communicatie en afstemming wel punten van voortdurende aandacht. De teugels van de interne kwaliteitszorg zijn aangehaald.

#### *Natuurkunde en Sterrenkunde:*

De visitatiecommissie 2000 vroeg meer aandacht voor vaardigheden die nodig zijn voor een loopbaan buiten de eigen discipline, voor wat nu de speciale mastertracks SBB, Education en Communication zijn, voor keuzevakken en voor verbreding. De opleiding heeft haar aandacht voor onderzoek verdedigd, onder andere met de constatering dat in haar contacten met het bedrijfsleven steeds is gebleken dat men vooral hecht aan een gedegen opleiding in een wetenschappelijke discipline en dat een onderzoeksgerichte opleiding wordt gewaardeerd. Met de invoering van de bachelor-masterstructuur hebben ook de speciale mastertracks een duidelijke plaats in de opleiding gekregen en is de ruimte voor keuzevakken aanzienlijk uitgebreid. Structurele aandacht voor verbreding staat momenteel op de facultaire bestuurlijke agenda.

#### *Scheikunde:*

De commissie 2000 maakte zich zorgen over de effectiviteit van de organisatie binnen het LIC en pleitte voor gelijkwaardige inbedding van onderzoek en onderwijs, ook ten aanzien van de financiering. De positie en bevoegdheden van de opleidingsdirecteur (OD) zijn inmiddels duidelijk en goed verankerd in de facultaire bestuursstructuur. Onderwijs is apart zichtbaar in het universitaire financiële verdeelmodel. In het bilateraal bestuurlijk overleg dat het faculteitsbestuur per kwartaal met de LIC directie heeft, speelt de OD een volwaardige rol. De verwevenheid van onderzoek en onderwijs zorgt ervoor dat de opleiding(en) meeprofiteren van tweede- en derdegeldstroominkomsten, onder andere door de inzet van een grotere diversiteit aan docenten en de beschikbaarheid van geavanceerde moderne apparaten.

#### *Wiskunde:*

De commissie 2000 vond de opleiding Wiskunde een zeer goede opleiding voor studenten die beogen onderzoeker te worden, maar vond haar te eenzijdig fundamenteel-onderzoeksgericht. De onderwijsleeromgeving kreeg de enige onvoldoende. De opleiding heeft gereageerd met een verregaande samenwerking op onderwijsgebied met de TU Delft. Dit heeft geresulteerd in een gezamenlijke **bacheloropleiding**, waarin Leidse en Delftse studenten in meer fundamentele of meer toegepaste richting kunnen uitstromen. Bovendien wordt het leerstoelenbeleid afgestemd. Hiermee is een totaalpakket Wiskunde gerealiseerd, waarvan studenten naar wens gebruik kunnen maken. Bovendien kunnen de studenten profiteren van de landelijke samenwerking op mastergebied. De leeromgeving werd gemoderniseerd met de invoering van gevarieerde, interactieve programmaonderdelen, waaronder het bachelorproject (onderzoek, colloquium en scriptie) en een verbetering van de scriptiebeoordeling. Ook werd het gebouw (het Snellius) gerenoveerd.

In de Onderwijskalender wordt, in de lijst met rollen, taken en verantwoordelijkheden, aangegeven welke partijen betrokken zijn bij het opstellen, ten uitvoer brengen en evalueren van maatregelen ter verbetering van de kwaliteit van het onderwijs. Suggesties voor onderwijsverbetering kunnen het hele jaar door uit verschillende bronnen komen: opleidingscommissies (bijvoorbeeld naar aanleiding van vakenquêtes en andere activiteiten binnen de Onderwijskalender), studieverenigingen, faculteitsraadsvergaderingen, bilateraal overleg tussen het faculteitsbestuur en de instituten, suggesties vanuit het universitair overleg van portefeuillehouders Onderwijs, suggesties vanuit het aansluitprogramma vwo-wo, universitaire enquêtes en via informele contacten van studenten met het studentlid van het faculteitsbestuur. Studentaangelegenheden staan permanent op de agenda van de wekelijkse vergaderingen van het faculteitsbestuur, van de vergaderingen van de opleidingsdirecteuren en van de faculteitsraad.

De zelfstudie heeft enkele voorbeelden van doorgevoerde verbeteringen op aangeven van de studenten beschreven.

Enkele daaruit:

- Om bachelorstudenten informatica beter te motiveren voor de wiskunde en het belang van dat vakgebied voor de informatica duidelijker te maken, worden nu vrijwel alle wiskundevakken gegeven door informaticadocenten en zijn ze geïntegreerd met informaticaonderwerpen. Een goed voorbeeld is Lineaire Algebra en Beeldverwerking, dat in de plaats is gekomen van Lineaire Algebra en nu weer terug is uit het derde jaar in het eerste jaar met een van de allerbeste beoordelingen door de studenten.
- Via de opleidingscommissie Scheikunde kwamen geluiden vanuit de studentengeleding over de noodzaak van het onderscheid life/matter, dat in het tweede jaar van de bacheloropleiding was aangebracht. Dit onderscheid is per 2005-2006 opgeheven.
- De regelmatige bijeenkomsten van de opleidingscommissie leiden voor de masteropleiding Astronomy regelmatig tot aanpassingen of verbeteringen nog in hetzelfde of het volgende jaar. De meer belangrijke verbetering van de afgelopen jaren betreft voor de masteropleiding de invoering van een specifiek vak (Hydrodynamica).
- Op voorspraak van studenten zijn het aantal en de roostering van de caputcolleges in de masteropleiding Chemistry onder de loep genomen. Voor het komende studiejaar is een aantal maatregelen geïmplementeerd. Drie kerngroepen van docenten zijn ingesteld, rond de drie masterrichtingen Ontwerp en Synthese, Biologische Chemie en Fysische/Theoretische Chemie. Iedere kerngroep bevat een aantal disciplines. De werkgroep leider van deze disciplines zal in het komend jaar als contactpersoon optreden voor op maat gesneden caputvakken. Dit kan zijn een literatuurstudie, een boekstudie of een deelonderzoek. Om tegemoet te komen aan de geconstateerde roosterproblemen is besloten om de frequentie van populaire caputcolleges, die nu om de twee jaar worden gegeven, op te voeren naar twee keer per drie jaar (dat wil zeggen eens per drie semesters).

Tijdens het voorbezoek is (op basis van de notulen van de vergaderingen) vastgesteld dat de opleidingscommissies tijdens de besprekingen van de evaluaties regelmatig met voorstellen voor verbetermaatregelen komen.

#### **Oordeel:**

De commissie heeft vastgesteld dat de faculteit de uitkomsten van de vorige visitaties serieus heeft genomen en dat kritische opmerkingen van vorige visitatiecommissies in veel gevallen hebben geleid tot concrete verbetermaatregelen.

De commissie heeft, op basis van informatie in de zelfstudie en gegevens die zijn verzameld tijdens het voorbezoek, ook vastgesteld dat alle opleidingen voorbeelden kunnen laten zien van maatregelen die zijn genomen naar aanleiding van de uitkomsten van interne evaluaties. Er bestaan in het bijzonder in de masteropleidingen korte lijnen tussen docenten en studenten en veel wordt informeel geregeld. De commissie zou er op willen wijzen dat de effectiviteit van deze informele werkwijze sterk afhankelijk is van de betrokken personen. Zo zouden er bijvoorbeeld problemen kunnen ontstaan in de opleidingen Informatica als de huidige studieadviseur wegvalt. De commissie zou willen adviseren ook in de masteropleidingen de kwaliteitszorg te formaliseren.

De commissie heeft met studenten en een overigens beperkt aantal leden van opleidingscommissies gesproken. Er zijn de commissie geen problemen gemeld. De commissie heeft geconstateerd dat evaluatieresultaten daadwerkelijk tot verbetermaatregelen leiden.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

**F19: Betrekken van medewerkers, studenten, alumni en beroepenveld**

Bij de interne kwaliteitszorg zijn medewerkers, studenten, alumni en het afnemend beroepenveld van de opleiding actief betrokken.

**Beschrijving:***Docenten*

Docenten zijn op diverse wijzen betrokken bij de kwaliteitszorg, onder andere als lid van de opleidingscommissie, examencommissie of faculteitsraad. Evaluatieresultaten van cursussen worden aan de betreffende docent voorgelegd en zonodig worden eventuele maatregelen met de docent besproken. Docenten zijn betrokken bij curriculumontwikkeling en vanuit hun eigen betrokkenheid bijna voortdurend bezig met vernieuwing en verbetering van het onderwijs.

*Studenten*

De Leidse en Delftse studenten dragen verantwoordelijkheid voor de beoordeling van de onderwijskwaliteit, bijvoorbeeld door het lidmaatschap van de opleidingscommissie en/of van de faculteitsraad/studentenraad, of door onderwijsgerelateerde activiteiten binnen de studieverenigingen. Leiden en Delft stimuleren de betrokkenheid van bachelor- en masterstudenten bij het facultaire bedrijf (onderwijs, communicatie, congressen, et cetera) door middel van student-assistentenschappen.

*Alumni*

De facultaire instituten en studieverenigingen onderhouden op eigen wijze contacten met hun alumni. Zo kent de Sterrenkunde haar eigen, actieve, alumnivereniging 'VO-S' ([www.vo-s.nl](http://www.vo-s.nl)). Het Leids Universiteits Fonds (LUF) coördineert alumni-activiteiten op universitair niveau en heeft hiervoor onlangs een nieuwe website ingericht, [www.LeidenAlumni.nl](http://www.LeidenAlumni.nl).

In opdracht van de VSNU enquêteert het Research Centrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt in Maastricht jaarlijks in september de afgestudeerden van het voor-vorige studiejaar. De resultaten worden gepubliceerd in de WO-monitor. Uit de recente enquêtes blijkt dat ongeveer tweederde van de afgestudeerden tevreden terugkijkt op de (doctoraal)opleiding (breedte precies goed, diepgang precies goed, zelfde keuze wanneer nog eens gekozen zou moeten worden). Dit beeld wijkt niet af van het landelijke beeld binnen het HOOP-gebied Natuur. Ontevreden zijn de studenten over de voorlichting over beroepsmogelijkheden.

*Beroepenveldcommissie*

In 2006 heeft de faculteit een facultaire beroepenveldcommissie ingesteld. Binnen deze commissie zijn alle disciplines van de faculteit vertegenwoordigd. Instelling van een aantal disciplinespecifieke commissies werd door de opleidingsdirecteuren onwenselijk geacht, omdat werd verwacht dat de meeste adviezen een disciplineoverschrijdend karakter zouden hebben. De eerste vergadering van de commissie heeft deze verwachting ondubbelzinnig bevestigd. Met de commissie is de concept-zelfstudie op hoofdlijnen besproken, met speciale aandacht voor de relatie bachelorsarbeidsmarkt en voor de aansluiting van de masteropleidingen op de niet-universitaire werksituatie. De aanbevelingen van de commissie zijn in het rapport verwerkt.

**Oordeel:**

De commissie heeft tijdens het bezoek met de verschillende betrokkenen bij de kwaliteitszorg kunnen spreken. Zowel studenten als docenten hebben voldoende mogelijkheden bij evaluaties, curriculumontwikkeling en verbeteringen in het onderwijs ervaringen naar voren te brengen en invloed uit te oefenen. De commissie is positief over de beroepenveldcommissie die door de faculteit overigens nog tamelijk recent is ingesteld. De effecten van deze beroepenveldcommissie moeten nog blijken. Omdat deze beroepenveldcommissie op facultair niveau is ingesteld, verwacht de commissie dat de adviezen tamelijk globaal blijven. De commissie zou willen adviseren adviescommissies per discipline in te stellen. Er is, zoals te verwachten, enige overlap tussen de beroepenveldcommissie en de alumni. Naar het oordeel van de commissie is de betrokkenheid van de belangrijkste groepen bij de kwaliteitszorg voldoende.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

**Oordeel over het onderwerp ‘Interne kwaliteitszorg’**

Op basis van de beoordelingen per facet komt de commissie tot een samenvattend oordeel over het onderwerp ‘Interne kwaliteitszorg’. Dat oordeel luidt voor alle beoordeelde opleidingen: voldoende.

## 6. Resultaten

**F20: Gerealiseerd niveau**

De gerealiseerde eindkwalificaties zijn in overeenstemming met de nagestreefde eindkwalificaties qua niveau, oriëntatie en domeinspecifieke eisen.

**Beschrijving:**

Het niveau van de bacheloropleiding wordt binnen de faculteit afgemeten aan de realisatie van eindtermen en competenties van de bachelorstudenten, dit ter beoordeling van de opleidingsdirecteur, de opleidingscommissie, het faculteitsbestuur en de visitatiecommissies. Succesfactor is een probleemloze start van een aansluitende masteropleiding. In het algemeen kan gezegd worden dat de Leidse en Delftse bachelors op het juiste niveau en zonder problemen met de masterstudie beginnen. Ervaringen met bachelors die de arbeidsmarkt op gaan zijn onbekend.

Ook het niveau van de masteropleiding wordt afgemeten aan de realisatie van eindtermen en competenties van de masterstudenten, dit ter beoordeling van de opleidingsdirecteur, de opleidingscommissie, het faculteitsbestuur en de visitatiecommissies. Het niveau en de wetenschappelijke oriëntatie van de masteropleiding komen volgens de faculteit onder andere tot uitdrukking in het feit dat studenten vaak medeauteur zijn van artikelen in internationaal gerefereerde tijdschriften. In de periode 2000-2005 zijn bijvoorbeeld bij Natuurkunde (Physics) 95 personen afgestudeerd (doctoraal) en 89 artikelen gepubliceerd (mede) door studenten, waarvan 12 met een student als eerste auteur. De wetenschappelijke oriëntatie van de masteropleidingen Mathematics en NanoScience blijkt in bijzondere mate ook uit hun deelname aan het internationaal sterk competitieve Erasmus Mundus-programma.

De faculteit heeft geen systematische documentatie van werkgevers die in (inter)nationaal vergelijkend kader hun oordeel over Leidse afgestudeerde doctoraalstudenten geven. Het aantal afgestudeerde masters is nog klein en biedt nog onvoldoende houvast voor een tevredenheidsonderzoek bij werkgevers.

Uit recente WO-monitoren (vanaf 2000) en alumni-onderzoeken blijkt dat afgestudeerden zelf in het algemeen waardering hebben voor hun opleiding.

De commissie heeft om het niveau, de wetenschappelijke oriëntatie en domeinkwalificaties van de afgestudeerden te kunnen beoordelen een selectie van bachelor- en masterverslagen van alle opleidingen beoordeeld en een steekproef bekeken van tentamens en opdrachten. Daarnaast heeft de commissie een aantal alumni gesproken.

**Oordeel:**

De commissie heeft vastgesteld dat het niveau, de wetenschappelijke oriëntatie en de domeinkwalificaties die worden gerealiseerd door studenten die een (doctoraal)opleiding binnen de faculteit afrond(d)en, in het algemeen goed zijn. Er zijn zelfs, zo heeft de commissie kunnen constateren, enkele studenten vanuit verschillende disciplines die (co)auteur zijn geweest van wetenschappelijke publicaties in internationale tijdschriften. De commissie heeft ook geconstateerd dat de afgestudeerden niet expliciet op een loopbaan buiten de academische wereld zijn voorbereid. De informatie in de verschillende WO-monitoren geeft ook aan dat de afgestudeerden in het algemeen weinig tevreden zijn over de voorlichting over de arbeidsmarkt. De commissie is het wel met de faculteit eens dat de Leidse opleidingen in dit opzicht geen uitzonderlijke positie innemen, maar het punt verdient aandacht.

Het oordeel van de commissie over de mate waarin de eindkwalificaties zijn gerealiseerd qua niveau, oriëntatie en domeinspecifieke eisen per opleiding, luidt als volgt:

#### *Bacheloropleiding Informatica*

Studenten die de bacheloropleiding Informatica hebben afgerond, hebben geen moeite de masteropleidingen Computer Science en ICTiB te volgen en kunnen door de brede opleiding ook goed terecht in andere masteropleidingen en aan andere universiteiten. Er zijn nog geen ervaringen met studenten die na hun bacheloropleiding uitstromen. Naar het oordeel van de commissie is het niveau dat de studenten met de bacheloropleiding bereiken, voldoende om op algemeen academisch niveau in informaticagerelateerde beroepen goed terecht te kunnen. De bachelorverslagen die de commissie heeft beoordeeld, voldoen aan het niveau en de inhoud die daarvan verwacht mogen worden.

#### *Bacheloropleiding Scheikunde*

De afgestudeerde bachelorstudenten Scheikunde zijn goed in staat de masteropleiding Chemistry te volgen. Daarnaast zijn de studenten gezien het niveau en de inhoud van de opleiding volgens de commissie ook goed in staat om in andere verwante masteropleidingen in te stromen nadat eventuele deficiënties zijn weggewerkt. De bacheloropleiding is niet gericht op uitstroom van de afgestudeerde studenten naar de arbeidsmarkt. Niettemin is de commissie van mening dat de afgestudeerde studenten, gelet op het bereikte academische niveau, de oriëntatie en de vakinhoud, in staat zijn goed te functioneren in beroepen waarvoor een algemene academische opleiding vereist is. De commissie heeft een groot aantal bacheloreindverslagen bekeken en geconstateerd dat de nagestreefde eindkwalificaties in voldoende mate worden bereikt.

#### *Bacheloropleiding Life Science & Technology*

Afgestudeerden aan de bacheloropleiding LST stromen zonder enige moeite door in de masteropleiding LST. De eindverslagen van deze opleiding voldoen naar het oordeel van de commissie aan het academische niveau dat daarvan verwacht mag worden. Er zijn nog geen ervaringen met studenten die na de bacheloropleiding zijn uitgestroomd naar de arbeidsmarkt. De commissie heeft wel enkele studenten gesproken die stage in het buitenland hebben gelopen. Uit de ervaringen van die studenten en het oordeel van de externe begeleiders over het niveau van de studenten kan geconcludeerd worden dat de afgestudeerde bachelorstudenten een goed niveau hebben in een breed kennisdomein. De commissie is op basis van de gesprekken met de studenten, de bestudeerde tentamens en opdrachten en de bachelorverslagen die zij heeft gelezen, van oordeel dat het gerealiseerde niveau van de afgestudeerde bachelorstudenten Life Science & Technology voldoende is.

#### *Bacheloropleiding Natuurkunde*

De bacheloreindverslagen die de commissie heeft bekeken, zijn van voldoende academisch niveau met een enkele uitschieter naar boven. De afgestudeerden zijn allen goed in staat de masteropleiding Physics te volgen. De bachelorstudenten bereiken naar het oordeel van de commissie, gezien de verslagen die zij heeft gezien, de tentamens en opdrachten die zij heeft bekeken en de gesprekken die zij heeft gevoerd met studenten, een goed algemeen academisch niveau met een brede basis en zullen daardoor ook in staat zijn goed te functioneren in verschillende functies in de maatschappij waarvoor een algemene academische opleiding vereist is.

#### *Bacheloropleiding Wiskunde*

Het niveau en de inhoud van de eindverslagen die de commissie heeft bekeken, was over het algemeen goed. De studenten die de commissie heeft gesproken, gaven blijk van een goed academisch niveau en attitude en waren zelf ook tevreden over de door de opleiding bereikte resultaten. De afgestudeerde bachelorstudenten Wiskunde zijn in staat de masteropleiding met goed vervolg te doen. Naar het oordeel van de commissie zijn de afgestudeerde bachelorstudenten goed in staat functies in de maatschappij te vervullen waarvoor een algemene academische opleiding vereist is, of waarvoor een wiskundeopleiding op bachelorniveau gewenst is.

#### *Bacheloropleiding Sterrenkunde*

De commissie vond de eindverslagen die zij van deze opleiding heeft beoordeeld aan de maat. De eisen die worden gesteld aan de studenten op onderdeelniveau zijn hoog. De afgestudeerde bachelorstudenten, zo bleek uit de gesprekken, zijn over het algemeen zeer geïnteresseerd in een vervolgopleiding en het doen van onderzoek. Het niveau en de wetenschappelijke oriëntatie blijken voldoende. De studenten blijken in staat de masteropleiding Astronomy te volgen.

#### *Masteropleiding Computer Science*

De commissie heeft eindverslagen bestudeerd uit verschillende jaren. Het viel de commissie op dat er een duidelijke verbetering van het niveau van de afstudeerders zichtbaar is. De commissie heeft een goede indruk gekregen van de verslagen die de masteropleiding de laatste jaren heeft opgeleverd. Het niveau dat de afgestudeerde masterstudenten hebben bereikt, is naar het oordeel van de commissie in orde.

#### *Masteropleiding ICT in Business*

De commissie heeft enkele verslagen van deze masteropleiding bestudeerd. Het was daarbij opvallend dat de invalshoek van de masterprojecten meer ICT dan 'business' is. De opleiding heeft aangegeven de 'business'kant te willen versterken door samenwerking met de afdeling bedrijfskunde van de Erasmus Universiteit Rotterdam (EUR). De commissie acht deze samenwerking urgent om het niveau van deze masteropleiding in het bijzonder wat betreft de bedrijfskunde-invalshoek te kunnen garanderen. Het academisch niveau van de verslagen was naar het oordeel van de commissie in orde.

#### *Masteropleiding Media Technology*

De commissie heeft enkele eindproducten van deze masteropleiding bekeken en is van mening dat deze voldoen aan de maatstaven. De opleiding leidt naar de mening van de commissie academisch denkende mediatechnologen op, die in verschillende creatieve beroepen terecht kunnen.

#### *Masteropleiding Chemistry*

De afstudeerverslagen die de commissie heeft kunnen beoordelen, waren van voldoende academisch niveau. De masterstudenten zijn opgeleid tot onderzoeker en kunnen zowel aan de universiteit als in de industrie met deze opleiding goed functioneren.

#### *Masteropleiding Life Science & Technology*

Afgestudeerden aan deze opleiding hebben een gunstig beroepsperspectief. Naar het oordeel van de commissie voldoet het academisch niveau van de afgestudeerden aan deze opleiding aan de maatstaven. Studenten zijn blijkens de door de commissie beoordeelde afstudeerverslagen wetenschappelijk, onderzoeksmatig en breed interdisciplinair geschoold en in staat in verschillende functies in onderzoek en bedrijfsleven goed te functioneren.

#### *Masteropleiding Physics*

Op basis van de gesprekken met de beroepenveldcommissie en de resultaten van de WO-monitor blijkt dat de afgestudeerden aan deze opleiding gewild zijn op de arbeidsmarkt. De commissie constateert op basis van de masterverslagen die zij heeft bekeken dat het niveau van de afgestudeerden goed is. Er is een enkel zeer goed verslag.

#### *Masteropleiding NanoScience*

De commissie heeft studenten gesproken die aan deze opleiding studeren en heeft een toelichting op de afstudeerprojecten gekregen van enkele van deze studenten. Op basis van die gesprekken, de presentaties en de afstudeerverslagen die de commissie heeft gezien, heeft de commissie de indruk gekregen dat er zeer goede studenten aan deze opleiding afstuderen.

#### *Masteropleiding Mathematics*

Het academisch niveau van de afgestudeerde masterstudenten is op basis van de masterverslagen die de commissie heeft beoordeeld, in orde. Uit de gesprekken met leden van de beroepenveldcommissie en met alumni is gebleken dat afgestudeerde masterstudenten Mathematics goede mogelijkheden hebben op de arbeidsmarkt.

#### *Masteropleiding Astronomy*

Het academisch niveau van de afstudeerverslagen die de commissie heeft beoordeeld, is in orde. De opleiding levert voornamelijk onderzoekers af. De commissie heeft gesprekken gevoerd met een internationaal gezelschap masterstudenten. Vooral de buitenlandse studenten gaven aan dat zij zeer tevreden zijn over het niveau dat er met de opleiding wordt bereikt. De hoge eisen die er worden gesteld en de goede opleiding die er wordt geboden, is voor deze studenten de voornaamste reden geweest om aan deze opleiding te willen studeren.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

#### **F21: Onderwijsrendement**

Voor het onderwijsrendement zijn streefcijfers geformuleerd in vergelijking met relevante andere opleidingen. Het onderwijsrendement voldoet aan deze streefcijfers.

#### **Beschrijving:**

Het facultaire strategieplan Science in Concert geeft aan dat het gewenste propedeuserendement 70% diploma's in één jaar is, berekend op het zogenaamde BSA-cohort (studenten die begin februari nog serieus met de studie bezig zijn). Het gewenste bachelorrendement is 63%, met een maximale studieduur van vier jaar. Het gewenste masterrendement is 90%, met een maximale studieduur van tweeënhalf jaar.

In de zelfstudie zijn de rendementen van de verschillende opleidingen weergegeven. Het gewenste propedeuserendement van 70% in één jaar wordt bij lange na niet gehaald. 23% van de eerstejaarsstudenten krijgt een bindend of dringend negatief studieadvies. De verklaringen voor het slechte propedeuserendement zijn uiteenlopend en geven het beeld van een combinatie van factoren.

Het niet-behalen van de propedeuse had tot dit jaar geen consequentie, aangezien studenten ook zonder propedeuse tweede- en derdejaarsvakken konden volgen en daarin tentamen afleggen, mits zij maar aan de BSA-eisen voldeden. Sommige studenten behalen de propedeuse pas op het moment dat deze daadwerkelijk is vereist (bijvoorbeeld kort voor het aanvragen van het bachelorexamen). Dit verslechtert het propedeuserendement. Met de nieuwe BSA-regeling is deze situatie ten einde: men moet na uiterlijk twee jaar de propedeuse hebben behaald om aan de opleiding ingeschreven te kunnen blijven.

Bijkomende verklaringen zijn een verkeerd beeld van de studie (vooral bij niet-schoolvakken als Informatica en Sterrenkunde) en het spanningsveld tussen de relatief grote studielast en de gevoelde noodzaak van baantjes.

De faculteit streeft naar een groter propedeuserendement met behoud van niveau. Maatregelen daartoe zijn:

- de invoering van het concept 'Studeren in een onderzoeksomgeving' (de faculteit is van mening dat directe betrokkenheid bij het wetenschappelijk bedrijf leidt tot grotere motivatie, hetgeen leidt tot betere studieprestaties);
- gemotiveerde en getalenteerde vwo-leerlingen in de regio via het LappTop-programma en het Pre-University College geïnteresseerd houden voor bètaopleidingen;
- realistische studievoorlichting;
- de inzet van meer student-assistenten.

Ook zijn in het Leids studiesysteem met bindend studieadvies vorig jaar de eisen aangescherpt:

- ten minste 40 EC in het eerste studiejaar;
- propedeusediploma in twee jaar.

Ook het gewenste bachelorrendement van 63% wordt niet gehaald. Het ICLON heeft in opdracht van het Leidse College van Bestuur in 2005 een bachelor-master-enquête uitgevoerd onder de bachelorstudenten van het cohort 2002, het eerste officiële bachelorjaar. Hoewel voor de faculteit het aantal respondenten maar een kwart van de bachelorinstroom betrof, kan worden geconstateerd dat 25% van de bachelorstudenten studiestruikelblokken als oorzaak voor studievertraging opgeeft. De overige oorzaken zijn erg gevarieerd: onder andere persoonlijke omstandigheden, werk, motivatieproblemen, dubbele bachelorstudie en bestuurswerkzaamheden. Dit spoort met evaluaties van de natuurkundestudenten, die laten zien dat studievertraging niet een gevolg is van een probleem met de studeerbaarheid van de opleiding, maar onder andere van nevenactiviteiten. De studentenmonitor 2005 laat zien dat 76% van de derdejaarsbachelorstudenten (voltijds) betaald werk doet naast de studie. Dit is in veel gevallen noodzakelijk om de studie te kunnen financieren. Daarbij komt dat de oude geschiedenis van de doctoraalstages zich momenteel herhaalt rond het bacheloronderzoek: uitlopend onderzoek door het enthousiasme van de studenten, gebrek aan discipline van de begeleiders om de studenten binnen de gestelde termijn het onderzoek te laten afronden en start met dit onderzoek terwijl voorgaande studieonderdelen nog niet zijn afgerond. Disciplineverbetering bij docenten en studenten zal daarom leiden tot betere rendementen.

In vergelijking met de andere bacheloropleidingen is het bachelorrendement rooskleuriger bij Wiskunde, waar het is ingebed in een bachelorseminarium in het zesde semester. In het begin van het seminarium worden afstudeeronderwerpen door docenten gepresenteerd, in latere weken rapporteren studenten over de voortgang van hun onderzoek en presenteren zij de uiteindelijke resultaten.

Het seminarium dient als stimulans voor de studenten om hun scriptie binnen de reguliere studieduur af te ronden. Mogelijk stimuleert een dergelijke organisatie ook bij andere bacheloropleidingen het rendement.

### ***Masterrendementen***

Omdat de masteropleidingen in het bachelor-mastersysteem pas in 2005 zijn begonnen, kunnen op dit moment geen masterrendementen worden weergegeven. Nochtans heeft de faculteit in het seizoen 2004-2005 93 masterdiploma's uitgereikt. Het betreft hier pre-bachelor-masterdiploma's voor buitenlandse zijinstromers en voor masterstudenten van de eerder gestarte masteropleidingen ICT in Business en Media Technology, en voor doctoraalstudenten die zich als masterstudent hebben laten inschrijven. De eerste

'echte' masterdiploma's zijn uitgereikt in 2004-2005 door de opleidingen Life Science & Technology en NanoScience.

De postpropedeuserendementen van de voormalige doctoraalopleidingen geven een indruk van het recente verleden. De gepresenteerde getallen betreffen een representatief gemiddelde van deze rendementen na acht studiejaar:

- Informatica 71%;
- Wiskunde 73%;
- Sterrenkunde 74%;
- Scheikunde 85%;
- Natuurkunde 88%.

De overige masteropleidingen hebben geen 'doctoraalverleden'. De faculteit streeft naar een bachelor-postpropedeuserendement van 95% en een masterrendement van 90%. In een bachelor-mastercombinatie geeft dit een postpropedeuserendement van 85%. Met een facultair gemiddelde van 78% uit het recente verleden betekent dit dat een verbetering wordt gewenst, zeker waar de facultaire strategie uitgaat van een studieduur van niet meer dan zesenehalf jaar voor een bachelor-mastercombinatie. Een van de middelen om dit te bereiken, is het stimuleren van student-assistentschappen. Wanneer masterstudenten lid zijn van hun instituut zal hun betrokkenheid en motivatie verhogen wanneer zij voor hun inspanningen voor het instituut worden beloond. De in 2006 ingevoerde mogelijkheid voor masterstudenten om middels een student-assistentchap ook een vergoeding te ontvangen voor hun onderzoeksbijdrage tijdens de stage kan een positief effect gaan hebben op het rendement van de masteropleidingen. De faculteit grijpt hiermee terug naar de situatie in de jaren zestig, toen een student-assistentchap een betaalde bijdrage betrof aan onderwijs én onderzoek.

#### **Oordeel:**

De commissie heeft vastgesteld dat de informatie die zij tot haar beschikking heeft om voor de afzonderlijke opleidingen tot een gefundeerd oordeel voor dit facet te komen, in alle gevallen beperkt is. Voor de bacheloropleidingen zijn nog slechts in zeer beperkte mate rendementsgegevens beschikbaar, voor de masteropleidingen zijn die gegevens er in feite nog niet. De gegevens die wel beschikbaar zijn laten nog geen definitief beeld zien. De rendementen variëren sterk van opleiding tot opleiding en van jaar tot jaar. Het is wel duidelijk dat de door de faculteit voor 2010 opgestelde streefcijfers nu nog niet worden gehaald. De rendementen liggen voor zover dat is na te gaan iets onder het niveau van de landelijke gemiddelden, maar niet zodanig dat een voldoende niet gerechtvaardigd zou zijn.

De commissie heeft kennisgenomen van de analyse van de faculteit en van de maatregelen die genomen zijn om de rendementen te verbeteren. Zij is van mening dat de invoering van het concept 'Studeren in een onderzoeksomgeving' niet per se kan worden gezien als een maatregel die een positief effect heeft op de rendementen. Het is ook niet zeker dat het door de Universiteit Leiden ingevoerde Bindend Studietoelichting tot een verbetering van de rendementen zal leiden. Het Bindend Studietoelichting geldt immers niet voor de opleidingen die door de Universiteit Leiden en de Technische Universiteit Delft gezamenlijk worden verzorgd, maar de beschikbare gegevens laten zien dat de rendementen van de gezamenlijke bacheloropleiding Life Science & Technology zeker niet slechter zijn dan die van de andere bacheloropleidingen. Of de nieuwe eis dat de studenten hun propedeusediploma binnen twee jaar moeten hebben behaald wel een positief effect zal hebben, is op dit moment nog niet te zeggen.

De commissie heeft vastgesteld dat de faculteit van oordeel is dat de rendementen verbeterd moeten worden en daartoe ook nieuw beleid ontwikkelt. De commissie waardeert de serieuze aanpak van de faculteit.

Voor het oordeel bij dit facet weegt volgens de commissie het zwaarst dat volgens de thans beschikbare gegevens de rendementen niet ver onder de landelijke gemiddelden liggen.

Voor dit facet geldt voor alle beoordeelde opleidingen: het oordeel van de commissie is voldoende.

**Oordeel over het onderwerp 'Resultaten'**

Op basis van de beoordelingen per facet komt de commissie tot een samenvattend oordeel over het onderwerp 'Resultaten'. Dat oordeel luidt voor alle beoordeelde opleidingen: voldoende.

## Samenvatting van de oordelen van de commissie

De commissie heeft haar oordeel over de opleidingen van de Universiteit Leiden ook op facetniveau beperkt tot de binaire uitspraak **voldoende-onvoldoende**, omdat zij naar haar mening over onvoldoende onderscheidende informatie beschikte om verdergaand te differentiëren tussen de verschillende opleidingen. Wanneer de commissie bij de opleidingen een geval van ‘good practice’ heeft aangetroffen, wordt daarvan in de tekst van de beoordeling van het facet melding gemaakt, zonder dat daaraan echter de score Goed of Excellent wordt verbonden.

De commissie is van oordeel dat de opleidingen op alle facetten voldoen aan de basiskwaliteit, met uitzondering van de kwantiteit van het personeel voor de masteropleiding Media Technology F13. Het oordeel bij dit facet wordt echter ruimschoots gecompenseerd door de oordelen bij de andere onderwerpen van onderwerp 3, personeel.

Alle opleidingen voldoen wat betreft de zes onderwerpen van het beoordelingskader aan de basiskwaliteit.

### **De commissie komt, op grond van haar oordelen voor de onderwerpen en facetten uit het accreditatiekader, tot het volgende eindoordeel:**

De *bacheloropleiding Informatica* voldoet aan de eisen voor basiskwaliteit die een voorwaarde zijn voor accreditatie.

De *bacheloropleiding Scheikunde* voldoet aan de eisen voor basiskwaliteit die een voorwaarde zijn voor accreditatie.

De *bacheloropleiding Life Science & Technology* voldoet aan de eisen voor basiskwaliteit die een voorwaarde zijn voor accreditatie.

De *bacheloropleiding Natuurkunde* voldoet aan de eisen voor basiskwaliteit die een voorwaarde zijn voor accreditatie.

De *bacheloropleiding Wiskunde* voldoet aan de eisen voor basiskwaliteit die een voorwaarde zijn voor accreditatie.

De *bacheloropleiding Sterrenkunde* voldoet aan de eisen voor basiskwaliteit die een voorwaarde zijn voor accreditatie.

De *masteropleiding Computer Science* voldoet aan de eisen voor basiskwaliteit die een voorwaarde zijn voor accreditatie.

De *masteropleiding ICT in Business* voldoet aan de eisen voor basiskwaliteit die een voorwaarde zijn voor accreditatie.

De *masteropleiding Media Technology* voldoet aan de eisen voor basiskwaliteit die een voorwaarde zijn voor accreditatie.

De *masteropleiding Chemistry* voldoet aan de eisen voor basiskwaliteit die een voorwaarde zijn voor accreditatie.

De *masteropleiding Life Science & Technology* voldoet aan de eisen voor basiskwaliteit die een voorwaarde zijn voor accreditatie.

De *masteropleiding Physics* voldoet aan de eisen voor basiskwaliteit die een voorwaarde zijn voor accreditatie.

De *masteropleiding NanoScience* voldoet aan de eisen voor basiskwaliteit die een voorwaarde zijn voor accreditatie.

De *masteropleiding Mathematics* voldoet aan de eisen voor basiskwaliteit die een voorwaarde zijn voor accreditatie.

De *masteropleiding Astronomy* voldoet aan de eisen voor basiskwaliteit die een voorwaarde zijn voor accreditatie.



# Bijlage A: Beschrijving van de programma's

## 1. Bacheloropleiding Informatica

Leiden Institute of Advanced Computer Science (LIACS)

### *Doelstelling*

De bacheloropleiding Informatica is gericht op het kennismaken met de informatica, deelnemen aan informaticaonderzoek en het toepassen van de informatica. De bacheloropleiding kent vier varianten: de monodiscipline Informatica en drie major/minorvarianten, te weten Informatica met een minor Bedrijfswetenschappen, Psychologie of Taalwetenschap. Daarnaast bestaat, voor zeer goede studenten, de mogelijkheid een dubbele propedeuse met Wiskunde, Natuurkunde of Sterrenkunde te doen. Een dubbele propedeuse kan worden uitgebouwd tot een dubbele bacheloropleiding. De opleiding is onderzoeksgericht.

### *De praktijk*

In de opleiding zijn twee duidelijke lijnen te onderkennen: de softwarelijn en de systemenlijn. De softwarelijn is gerelateerd aan het cluster Algorithmics en aan het cluster Foundation of Software Technology. De systemenlijn correspondeert met de clusters Imagery and Media en Computer Systems.

In het eerste tot en met het vijfde semester volgt de student in ieder geval steeds een (basis)vak uit beide lijnen. Voor de softwarelijn zijn dit: Programmeermethoden, Algoritmiek, Datastructuren, Kunstmatige Intelligentie en Data Mining. Voor de systemenlijn zijn dit: Digitale Technieken, Lineaire Algebra en Beeldverwerking, Computerarchitectuur, Besturingssystemen en Compilerconstructie en in het zesde semester nog Netwerken.

Daarnaast wordt ieder semester minstens één fundamenteel vak gegeven: Fundamentele Informatica 1 & Continue Wiskunde, Logica, Programmeren en Correctheid & Complexiteit, Fundamentele Informatica 3 en Theorie van Concurrency (& geeft aan dat vakken in hetzelfde semester zijn geroosterd).

Tot slot worden verschillende vakken aangeboden waarbij onder meer veel aandacht aan toepassingen wordt geschonken: Studievaardigheden, Challenges (in Computer Science) & Databases, Requirements Engineering & Concepten van Programmeertalen, Software Engineering en Human Computer Interaction. Deze vakken dienen als brug tussen softwarelijn en systemenlijn of tussen softwarelijn en fundamenteel.

Het programma is zorgvuldig samengesteld, waarbij er op is gelet dat overlap en onnodige herhalingen worden vermeden. De in de studie aangebrachte lijnen garanderen een opbouw in de behandelde onderwerpen en geven duidelijkheid over voorkennis. De docenten uit de onderzoeksgroepen die verantwoordelijk zijn voor een bepaalde serie vakken overleggen geregeld met elkaar over de behandeling van de onderwerpen. Eventuele knelpunten worden dan besproken en, indien mogelijk, opgelost. Aan het eind van het studiejaar wordt een overleg tussen studenten en docenten georganiseerd waarbij wordt gelet op zaken als samenhang en overlap.

In een aantal gevallen is doelbewust herhaling aangebracht. Zo worden bijvoorbeeld zowel bij Fundamentele Informatica 1 als bij Digitale Technieken Boolese functies behandeld en bij Fundamentele Informatica 3 komt theorie aan bod die in praktische vorm terugkomt bij het parallelle vak Compilerconstructie.

Tijdens het eerste studiejaar wordt bij de vakken Studievaardigheden en Challenges speciaal aandacht geschonken aan sociale interactie, presentatie (in woord en geschrift), effectief studeren (met aandacht voor mogelijke studieproblemen) en algemene brede oriëntatie op het vak. Het mentoraat is bij deze vakken ondergebracht. Een mentorgroep bestaat uit een tiental studenten, een studentmentor en een docentmentor. Wekelijks komen de mentorgroepen bij elkaar. Mede gelet op het Leidse bindend studieadvies is het noodzakelijk dat studenten vanaf het begin actief aan de studie werken en op hun prestaties worden aangesproken. Het ligt in de bedoeling bij het vak Challenges de studenten meer te betrekken bij het lopende onderzoek. Het idee is om de studenten in vier groepen op te delen en per semester elke groep te laten aansluiten bij het onderzoek in de clusters van het LIACS.

Vanzelfsprekend moeten bij een groot aantal vakken programmeeropgaven worden gemaakt: in het eerste jaar bij twee vakken per semester. Het betreft voornamelijk vakken uit de softwarelijn en de systemenlijn. Daarnaast wordt bij colleges als Requirements Engineering en Software Engineering aandacht besteed aan projectmatig werken. De kleine groepsgrootte maakt het mogelijk de studenten individueel te volgen.

De vele contacten tussen studenten en docenten, vanaf het eerste jaar, zorgen ervoor dat studenten betrokken worden bij het wetenschappelijk werk. In het eerste jaar zijn het doorgaans nog oefeningen. In het derde jaar, bij het bachelorproject, doen de studenten ervaring op in het verrichten van een klein stuk echt onderzoek in één cluster.

De eerste jaren van de studie bestaan voor een groot gedeelte uit basisvakken, waarbij vanzelfsprekend wordt ingegaan op recente ontwikkelingen, maar waarbij de nadruk ligt op het verwerven van de nodige basiskennis en -vaardigheden. De vakken uit het derde jaar en ook de keuzevakken sluiten meer aan op recente wetenschappelijke ontwikkelingen.

Iedere studie richt zich mede op het oplossen van problemen, zo ook de opleiding Informatica. Dit valt onder andere af te lezen aan de programmeeropgaven en de tentamens, die alle een beroep doen op het oplossend vermogen van de studenten. Een mooi voorbeeld hiervan is het onderdeel 'Programmeerwedstrijd' van het eerstejaarsvak Challenges, waarbij studenten hun kwaliteiten kunnen aantonen bij het onder tijdsdruk en in competitievorm schrijven van computerprogramma's voor het oplossen van een aantal moeilijke opgaven.

De opleiding is onderzoeksgericht. Echter, veel studenten zullen in hun latere beroepspraktijk in allerlei fasen van het traject van softwareontwikkeling worden betrokken. De programmeerpractica bieden hiertoe een goede voorbereiding. Met name de vakken Requirements Engineering en Software Engineering hebben als doel de student op een hoger niveau naar de ontwikkeling van software te laten kijken.

## **2. Bacheloropleiding Scheikunde Leiden Institute of Chemistry (LIC)**

### *Doelstelling*

De bacheloropleiding Scheikunde is erop gericht om studenten te laten kennismaken met en te laten deelnemen aan fundamenteel onderzoek in de chemie. In deze opleiding worden theorie en praktijk aangeboden die nodig zijn om later zelfstandig onderzoek te kunnen uitvoeren. De student wordt een breed overzicht gegeven van het gehele vakgebied van de moleculaire wetenschappen. Hoewel de nadruk ligt op de studie van de chemie als wetenschap komen ook toepassingen van de chemie en haar rol in de samenleving aan de orde. De opleiding heeft als doel de student toegang te geven tot de masteropleidingen Chemistry, in Leiden of aan andere algemene universiteiten.

### *Programma*

In het eerste en tweede jaar wordt een vast programma aangeboden waarin de hoofddisciplines binnen de scheikunde aan de orde komen: anorganische chemie, organische chemie, fysische chemie en biochemie. Er wordt aandacht besteed aan de onderlinge samenhang van de vakken en de behandelde collegestof wordt zo veel mogelijk geïllustreerd in centraal georganiseerde practica.

In het eerste semester wordt een groot deel van de studie ingenomen door de hulpvakken wiskunde, natuurkunde en biologie, die gegeven worden door de betreffende vakdocenten. Omdat in het eerste semester intensief wordt samengewerkt met de opleidingen LST en Bio-Farmaceutische Wetenschappen ligt hierin de nadruk op de biochemische richting met vakken als Celbiologie en Moleculaire Genetica en een biochemisch practicum. De basis voor de chemieopleiding wordt gelegd in een college 'Inleiding scheikunde', waarin onder meer atoombouw en chemische binding worden behandeld. In het tweede semester is het wiskunde- en natuurkundeonderwijs meer specifiek toegespitst op de benodigde vaardigheden voor de scheikundeopleiding. In dit semester komen ook de vakken organische, anorganische en fysische chemie aan de orde en worden in twee blokken een gecombineerd organisch/fysisch en een anorganisch practicum aangeboden.

In het eerste jaar komt de student in aanraking met wetenschappelijk onderzoek door middel van probleemgestuurd onderwijs (PGO). Deze PGO-weeken zijn in 1999 bij de implementatie van de bachelor-masterstructuur ingevoerd in het kader van onderwijsvernieuwing. In deze PGO-weeken (één in het eerste semester en één in het tweede semester) voeren de eerstejaarsscheikundestudenten in groepen van

maximaal zes studenten een wetenschappelijke opdracht uit binnen een van de onderzoeksgroepen van het LIC onder directe begeleiding van een promovendus of postdoc. Aan het eind van de week worden de resultaten in een minisymposium gepresenteerd door middel van een PowerPoint- en een posterpresentatie en kritisch besproken.

Bij de opstelling van het curriculum voor het tweede jaar werd in eerste instantie ingespeeld op de instroom van de studenten uit het studiehuis met de profielen Natuur en Techniek (NT) en Natuur en Gezondheid (NG). Het onderwijsprogramma van het tweede jaar bood de studenten daarom een keuze uit de richting 'Matter' met meer nadruk op fysische en theoretische chemie, en de richting 'Life' met meer nadruk op biochemie en bio-(an)organische chemie. Met ingang van het studiejaar 2005-2006 zijn deze stromen samengevoegd, vooral omdat studenten deze keuze in de praktijk vaak vermeden en een dubbelprofiel volgden. Voor getalenteerde studenten bleek dit mogelijk te zijn, anderen maakten het zichzelf nodeloos zwaar. Het huidige tweedejaarsprogramma omvat daarom de vakken uit alle deeldisciplines, naast algemene vakken zoals symmetrie, NMR-spectroscopie en structuuropheldering. Een belangrijk deel van het tweede jaar wordt ingenomen door de practica, die in vier blokken worden aangeboden. Ook in deze practica wordt de behandelde collegestof zo veel mogelijk geïllustreerd in hiervoor relevante proeven. De actuele wetenschappelijke ontwikkelingen worden frequent in de desbetreffende colleges behandeld. Voorbeelden zijn: het bespreken van een recente Nobelprijs voor Chemie (metathese) in het college 'Coördinatiechemie'; het bespreken van de invloed van statines op het menselijk lichaam (krantenartikel), de poging om de papaverooft (*P. somniferum*) in Afghanistan te vernietigen om zodoende de opiumproductie een halt toe te roepen, en de relatie met designer drugs en Parkinson in het college 'Organische Chemie 2'.

Het derde jaar van de opleiding kan grotendeels individueel door de student worden ingevuld. Er is nog een tweetal verplichte onderdelen, naast een groot aanbod van keuzevakken uit de deeldisciplines, algemene vakken betreffende communicatieve vaardigheden en kennis van maatschappelijke en culturele aspecten van de wetenschap. Het programma van dit studiejaar wordt bepaald door de keuze van de bachelorstage en de selectie uit een lijst keuzevakken. Om de keuze van de bachelorstage te vereenvoudigen, krijgt de student in twee snuffelstages (stageoriëntatie; ieder een week) de kans om met verschillende onderzoeksgroepen kennis te maken. De student wordt aangemoedigd om de keuze van de bachelorstage zo vroeg mogelijk in het derde jaar te maken; de groepsleider van de onderzoeksgroep waarin de stage wordt uitgevoerd treedt op als mentor van de student: hij helpt zo nodig bij het maken van de keuzen voor de verschillende studieonderdelen en kan erop toezien dat de student geen onnodige vertraging oploopt. Voorts heeft de mentor bij het bespreken van de bachelorthesis de gelegenheid een exitgesprek te voeren met de student: er wordt overlegd over de toekomstplannen van de student en de carrièremogelijkheden. De bachelorstages worden begeleid door promovendi en postdocs en zijn onderdeel van het onderzoeksprogramma van de diverse leerstoelgroepen, hetgeen gereflecteerd wordt in het feit dat bachelorstudenten regelmatig coauteur zijn van wetenschappelijke publicaties.

### **3. Bacheloropleiding Life Science & Technology Leiden Institute of Chemistry (LIC) (in samenwerking met TNW TU Delft)**

#### *Doelstelling*

De opleiding Life Science & Technology (LST) is een product van de jarenlange onderzoeks- en onderwijsamenwerking tussen de Universiteit Leiden en de Technische Universiteit Delft op het gebied van de biotechnologie. In het programma staat 'de levende cel' centraal. De opleiding is in 1999 gestart met als doel onderwijs te verzorgen in een multidisciplinair vakgebied met bijdragen vanuit natuurwetenschappelijke, medische en technologische disciplines. Het programma is een mix van nuttigheids- en nieuwsgierigheidsgedreven onderdelen (dus toepassings- en onderzoeksgericht) die toegespitst zijn op het bestuderen, beïnvloeden, sturen, aanpassen en toepassen van processen in de levende cel. De groeiende arbeidsmarkt voor biotechnologie vraagt om afgestudeerden die zich thuis voelen zowel in de fundamentele als in de toegepaste wetenschap. De bacheloropleiding LST legt de basis voor de opleiding van masters die tevens ingenieur zijn en die met hun werk midden in de maatschappelijke belangstelling staan.

### Programma

Het basisprogramma in de eerste (ruim) twee jaar is opgebouwd uit onderdelen die ruwweg te verdelen zijn in vijf categorieën:

- a. *algemene bètavakken*: Wiskunde 1 en 2, Algoritmiëk, Natuurkunde, Scheikunde 1 en 2, Biochemie 1 en 2, en de practica Biochemie 1 en 2 en Scheikunde;
- b. *moleculair biologische vakken*: Moleculaire Genetica 1 en 2, (Moleculaire) Celbiologie, Structuurbiologie, Gentechnologie en de practica Moleculaire Celbiologie en Gentechnologie;
- c. *technologische vakken*: Thermodynamica 1 en 2, Biotechnologie, Fysische Beeldtechnieken, Analytische Basistechnieken, Transportverschijnselen in Levende Systemen, Microbiële Fysiologie en de practica Biotechnologie 1 en 2, Spectroscopie, Analytische Basistechnieken en Transportverschijnselen;
- d. *gammavakken*: Biotechnologie en Maatschappij, Maatschappelijk Verantwoord Ontwerpen, Duurzaam Ondernemen & Technologie, Oriëntatie op Studie en Beroep 1 en 2, Projecten 1A en 1B;
- e. *vakken in de aanpalende vakgebieden*: Immunologie, Bio-Farmacie.

De categorieën laten zien dat recht wordt gedaan aan de multidisciplinariteit van de opleiding. Binnen de vakken uit a t/m d is telkens een voortgaande en inhoudelijk opbouwende lijn aangebracht die na ruim twee jaar uitmondt in het niveau dat van een bachelorstudent verwacht mag worden en in de eindtermen wordt beschreven.

Ter verdieping en verbreding van kennis en vaardigheden over de breedte van het vakgebied worden in het derde jaar nog aangeboden: Bio-informatica 1, Statistische Thermodynamica, Metabolic Engineering, Industriële Biotechnologie en Molecular Defects in Human Diseases.

Ter afsluiting van de bacheloropleiding en voorbereiding op de verschillende profielen (tracks) in de masteropleiding Life Science & Technology neemt elke student deel aan:

- a. een bachelor-afstudeeronderzoek uit bij een van de onderzoeksgroepen die in het vakgebied werkzaam zijn van de TU Delft (voornamelijk binnen de afdelingen Biotechnologie en Delft Chemtech) of de Universiteit Leiden (voornamelijk binnen het Leids Instituut voor Chemie en het Leids Universitair Medisch Centrum);
- b. een twee of drietal vakken te kiezen uit een aanbod van acht vakken die gezien kunnen worden als voorbereiding op en kennismaking met de vier profielen in de masteropleiding: Bioprocessing en Biosystems Engineering (profiel Cell Factory), Proteomics & Biochips en Application of Bioanalytical Tools (profiel Cell Diagnostics), Signalling en Biochemie 3 (profiel Functional Genomics), Molecular Quantum Mechanics en Mathematical Principles of Development (profiel Living Matter).

Het geheel van deze studieonderdelen geeft dekking aan de eindtermen:

1. kennis en inzicht in de basisvakken van de discipline, theoretisch en praktisch, kritisch denken, abstraheren, analyse wetenschappelijke probleemstelling vooral in a, b, en c;
2. opstellen hypothesen en verificatie via experimenten in een aantal practica uit b en c en in het bacheloreindproject (bachelorafstudeeronderzoek);
3. positie van de deelgebieden binnen de discipline en relatie tot andere vakgebieden vooral in d en e;
4. kennis over de maatschappelijke rol en de reflectie op wetenschappelijke en maatschappelijke problemen vooral in d.

Per studieonderdeel zijn leerdoelen geformuleerd die tezamen de eindtermen dekken.

## 4. Bacheloropleiding Natuurkunde

### Leids Instituut voor Onderzoek in de Natuurkunde (LION)

#### Doelstelling

De bacheloropleiding Natuurkunde is een onderzoeksgerichte opleiding die verzorgd wordt door het Leids Instituut voor Onderzoek in de Natuurkunde (LION).

De opleiding is primair monodisciplinair en gericht op een diep begrip van de natuurkunde. Gaandeweg bestaat tijdens de studie de mogelijkheid in meer of mindere mate te kiezen voor verbredende vakken. Naast de bacheloropleiding Natuurkunde bestaat voor bijzonder getalenteerde studenten de mogelijkheid een dubbele bacheloropleiding met Sterrenkunde of met Wiskunde te doen.

De bachelor is in staat om onder supervisie en in samenwerking met collega's natuurkundige problemen te herkennen en te analyseren, om vervolgens op basis van kennis en kunde onderzoek uit te voeren dat tot een oplossing van het probleem leidt dan wel die naderbij brengt. Om dit doel te bereiken wordt, op basis van een gedegen wiskundige ondergrond, natuurkundige kennis opgebouwd middels een logisch samenhangende reeks van natuurkundige colleges en werkcolleges. De diepgang en breedte van de verworven kennis garandeert dat de afgestudeerde bachelorstudent alle natuurkundige colleges op masterniveau kan volgen. De kundigheid als experimenteel onderzoeker wordt opgebouwd in een reeks van cursussen waarin vaardigheids-, onderzoeks- en presentatietraining hand in hand gaan. Dit alles culmineert in het bacheloronderzoek aan het einde van het derde jaar waarin alle verkregen theoretische en praktische kennis wordt toegepast in een individuele stage van zeventien weken (24 EC) in een van de experimentele onderzoeksgroepen van het LION.

#### *Programma*

De samenhang en fasering van het programma is zeer gedetailleerd bekeken door een bachelorcommissie in de aanloop naar de invoering van het BSc-programma in september 2002 (rapportage januari 2002). Uit alle evaluaties nadien en discussies in de opleidingscommissie blijkt dat studenten de opbouw van het programma als logisch en studeerbaar ervaren. De roosters voor colleges en experimenteel werk zijn zodanig dat een vlakke verdeling van de studielast (gemeten in EC) over de hele opleiding is gerealiseerd. Daartoe zijn verschillende vakken vaak dakpansgewijs geprogrammeerd, waardoor een spreiding van tentamens ontstaat.

Bij de opbouw van het curriculum is ervoor gekozen met de kernvakken Klassieke Mechanica en Elektromagnetisme pas in januari respectievelijk april van het eerste jaar te beginnen. Deze vakken worden dan onmiddellijk op academisch niveau aangeboden, gebruikmakend van de inmiddels verworven wiskundige kennis, waardoor het curriculum geen herhalingen kent. De wiskundige vakken worden, samen met wiskundestudenten, gevolgd bij de opleiding Wiskunde. De kennismaking met universitaire natuurkunde begint in september met Speciale Relativiteitstheorie, waar de wiskundige belasting minimaal gehouden wordt, gevolgd door Optica. Parallel aan de colleges en werkcolleges begint in september het experimentele deel van de bacheloropleiding met de cursus Experimentele Natuurkunde. Deze cursus bestaat voor 60% uit goed omschreven experimenten om met de apparatuur te leren omgaan en voor 40% uit 'open experimenten', waarbij de eerstejaarsstudenten in groepjes van twee een vraag formuleren en een experiment ontwerpen, opbouwen en uitvoeren. De cursus Presenteren en Communiceren is verweven met de Experimentele Natuurkunde en de studenten gebruiken hun eigen resultaten als oefenmateriaal met betrekking tot schriftelijke en mondelinge rapportage.

In het eerste jaar bestaat veel aandacht voor de vwo-wo-aansluitingsproblematiek. Een groot deel van de studenten geeft aan een kennisachterstand te hebben op het gebied van wiskunde. Daarnaast zijn er problemen met 'hoe moet ik studeren' en met het studietempo. Voor onze studenten, die gemiddeld zeer goed scoorden op het vwo, speelt ook de 'wet van de remmende voorsprong': vanwege gebrek aan uitdaging op het vwo is een houding ontstaan waarbij studenten het normaal vinden vrijwel niets te hoeven doen voor wiskunde en natuurkunde. Met betrekking tot de wiskundeachterstand wordt het facultatieve vak Wiskunde Aansluiting aangeboden aan het begin van het eerste jaar. Ook is, naast het bestaande docentmentoraat, in het cursusjaar 2005-2006 een tutorsysteem ingevoerd. Eerstejaarsstudenten nemen op vrijwillige maar niet vrijblijvende basis deel aan tutorgroepjes van drie à vier studenten die onder begeleiding van een ouderejaarsstudent wekelijks gedurende enkele uren inhoudelijk met de stof bezig zijn.

In het tweede jaar worden de leerlijnen Analyse, Lineaire Algebra, Klassieke Mechanica en Elektromagnetisme voortgezet en afgerond in het derde semester. Daarbij komt dan Quantummechanica, dat begint in oktober, en Statistische en Thermische fysica, dat begint in januari. In het derde jaar volgt Fysica van de Vaste Stof. Het verplichte deel van de bacheloropleiding bevat daarnaast oriënterende cursussen, de Caleidoscoop en de combinatie Fysica en Samenleving/Cases uit het Bedrijfsleven. Rondom

het verplichte pakket is voorzien in een variatieruimte: 4, 8 respectievelijk 17 EC in het eerste, tweede en derde jaar. De student kan kiezen uit een aantal verbredende vakken (Fysica van Levensprocessen, Fysica van Moderne Technologie, Inleiding Astrofysica, Fysica van Elementaire Deeltjes) en verdiepende vakken (Analyse 4, Atoom- en Molecuulfysica, Statistische en Thermische Fysica 2).

Het experimentele deel van de opleiding wordt in het tweede jaar voortgezet met de cursus Labview, waarin studenten vertrouwd raken met de software die LION-breed gebruikt wordt voor aansturing van experimenten. Dan volgt de cursus Natuurkundig Onderzoek. De studenten kiezen vier onderzoeksonderwerpen, waarvan zij er drie in groepjes van twee studenten en één alleen uitvoeren. De onderzoeken zijn half beschreven en half open. Elk onderzoeksonderwerp is verbonden met een van de werkgroepen van het LION, de begeleiding is in handen van een onderzoeker van de betreffende groep en de student heeft de beschikking over de modernste apparatuur. Het tweede deel van de cursus Presenteren en Communiceren is met dit studieonderdeel verweven en de resultaten van de onderzoeken worden gepresenteerd in de vorm van twee schriftelijke verslagen, een posterpresentatie en een mondelinge presentatie. De experimentele vorming wordt voltooid met de cursus Signaalverwerking en Ruis in het vijfde semester.

Na een oriëntatie op het onderzoek dat plaatsvindt in de verschillende werkgroepen van het LION, kan de student begin maart van het derde jaar met het afrondende bacheloronderzoek beginnen. De student doet gedurende zeventien weken onderzoek in een van de experimentele onderzoeksgroepen van het LION in een een-op-eenrelatie met een stafid. In deze tijd komen alle aspecten van het functioneren in onderzoek aan de orde: kritisch lezen van wetenschappelijke artikelen, opzetten en uitvoeren van experimenteel onderzoek, analyse van metingen, wetenschappelijke discussie, schriftelijke rapportage, mondelinge presentatie en deelname aan groepsdiscussies en seminars. De scriptie en (in het instituut aangekondigde) voordracht worden beoordeeld door de begeleider en een niet bij het onderzoek betrokken stafid.

## **5. Bacheloropleiding Wiskunde Mathematisch Instituut (MI)**

### *Doelstelling*

De bacheloropleiding wiskunde wordt, met behoud van Leidse en Delftse karakters, aangeboden in samenwerking met de TU Delft. Deze opzet maakt het mogelijk om met een relatief klein instituut (zes voltijds hoogleraren) een opleiding neer te zetten die diepte en breedheid combineert. De gezamenlijke opleiding kende een geleidelijke invoering vanaf september 2003, en per 1 september 2005 heeft het programma zijn huidige vorm gekregen. Doel van de opleiding is om studenten vertrouwd te maken met de vele facetten van de wiskunde, van fundamenteel tot meer toegepast, en hen zelfstandig wiskundige vaardigheden te laten toepassen. Op deelgebieden wordt een verdieping nagestreefd die het mogelijk maakt om in het afsluitende bachelorproject een eerste proeve van zelfstandig wiskundig onderzoek af te leggen.

### *Programma*

Het curriculum in de eerste vier semesters heeft een uniforme structuur van vijf vakken van 6 EC elk, en beoogt een goede basisopleiding te bieden, waarin het hele spectrum van fundamentele tot toegepaste wiskunde aan de orde komt. De meeste vakken in deze semesters worden zowel in Leiden als in Delft aangeboden, en hebben nominaal dezelfde inhoud om de overstap tussen de beide instellingen drempelloos mogelijk te maken. Gemiddeld wordt door de studenten in elk semester één dag per week aan de andere instelling doorgebracht voor het volgen van een 'profilerend' Leids of Delfts vak, dat slechts aan een van beide instellingen wordt aangeboden. Voor Leiden zijn dit de meer fundamentele vakken Algebra 1 (propedeuse) en Lineaire Algebra 2 (tweede jaar), voor Delft de ingenieursvakken Modelleren (propedeuse) en Modelleren en Simulatie (tweede jaar). Deze profilerende vakken stellen de student in staat gefundeerde Leids-Delftse keuzen te maken in het verdere curriculum.

In de propedeuse is er naast de negen verplichte vakken (Lineaire Algebra 1, Analyse 1, Programmerenmethoden, Caleidoscoop, Wiskundige Structuren, Algebra 1, Analyse 2, Kansrekening en Statistiek 1, Modelleren) ruimte voor een geheel vrij te kiezen keuzevak. In het tweede jaar zijn per semester steeds drie van de vijf vakken, waaronder de profilerende vakken, verplicht (voor Leiden Analyse 3, Lineaire Algebra 2 en Kansrekening en Statistiek 2). Voor de andere twee vakken kan gekozen worden

tussen een Leidse of een Delftse invulling, of een combinatie daarvan. In het derde jaar is geen enkel vak nog verplicht, en kunnen naar behoefte ook Delftse vakken worden gevolgd. Wel moet in Leiden in het laatste semester het bachelorseminarium in een van beide hoofdstromen binnen het instituut gevolgd worden. Dit zijn analyse-stochastiek-besliskunde en algebra-meetkunde-getaltheorie. In het bachelorseminarium is het schrijven van de bachelorscriptie, waarmee de opleiding wordt afgerond, zo veel mogelijk in de opleiding geïntegreerd.

Binnen de opleiding wordt speciale aandacht besteed aan de zogenaamde aansluitingsproblematiek met het vwo. Een opfriscursus en instaptoets openen het eerste semester, dat tevens twee vakken, Wiskundige Structuren en Caleidoscoop, van een zeer inleidend karakter kent om de kennismaking met 'echte' wiskunde soepel te laten verlopen. Het profilerende college Algebra 1 in het tweede semester deze kennismaking. Er is een variatie aan collegevormen. Naast de klassieke hoor- en werkcolleges zijn er mengvormen van beide, wordt er projectmatig in groepen gewerkt en geven studenten korte presentaties. Sommige vakken vervangen een deel van de tentaminering door huiswerk (10 tot 50% van het cijfer) om actieve deelname in de loop van het college te bevorderen. Leren door doen is voor veel vakken het adagium, ook in latere jaren.

Het tweede jaar onderscheidt zich door een seminarium 'Leren presenteren en communiceren' gedurende het hele jaar, dat een verplicht onderdeel van het zogenaamde bachelordossier vormt. Hierin wordt onder andere aandacht besteed aan het beruchte communicatieprobleem dat wiskundigen veelvuldig in de omgang met 'anderen' parten speelt.

Het derde jaar is een eerste kennismaking met meer gevorderde wiskunde, met serieus eigen onderzoek, en vaak ook met de vakken die landelijk (door Leidse docenten en anderen) gegeven worden. Hierdoor wordt in veel gevallen een continue overgang van bachelor- naar masteropleiding gecreëerd.

In lijn met de facultaire grondgedachte van onderzoeksgedreven onderwijs wordt veel van het onderwijs in de eerste twee jaren gegeven door onze kernhoogleraren/toponderzoekers, die een voorbeeldrol vervullen voor de studenten. De lijnen binnen het kleine instituut zijn kort en van een informeel karakter, en studenten worden middels assistentschappen al in een vroeg stadium tot volwaardige leden van het instituut.

Er is veel ruimte voor individuele invulling van het hierboven geschetste basiscurriculum. Veel van de betere studenten opteren voor een dubbele propedeuse van wiskunde met natuurkunde of informatica, die bij gebleken geschiktheid tot een dubbele bacheloropleiding kan worden voortgezet. De studielast voor deze dubbele opleiding is zo'n 30% meer dan voor de reguliere opleiding. Ook bestaat de mogelijkheid tot verbreding zonder verzwaring van de studielast, door de liberale mogelijkheden tot het volgen van een minor in een in principe vrij te kiezen richting. De minor Muziek geeft een indruk van waar men hierbij aan kan denken.

De kernexpertise van het instituut wordt gecomplementeerd door de inbreng van hoogleraren met deeltijdaanstellingen met specialisaties als Geschiedenis van de Wiskunde en Cryptologie.

## **6. Bacheloropleiding Sterrenkunde**

### **Sterrewacht Leiden**

#### *Doelstelling en aard*

De Leidse bacheloropleiding Sterrenkunde is sterk onderzoeksgericht en beoogt in de eerste plaats haar studenten de basis te verschaffen om met succes de masteropleiding Astronomy te volgen. De opleiding ziet daarmee, hierin aangemoedigd door het afnemend veld, het bachelorexamen primair als een tussenstation en niet als een eindstation. De opleiding is flexibel en biedt mogelijkheden tot zowel verbreding als verdieping van de studie. Zeer goede en gemotiveerde studenten kunnen een dubbele propedeuse met Natuurkunde, Wiskunde of Informatica doen, en die desgewenst uitbouwen naar een dubbele bachelor. Anderzijds biedt de bachelor-masterstructuur, in tegenstelling tot de vroegere doctoraalstudie, met het bachelorexamen een natuurlijk punt van bezinning, waarop sommige studenten besluiten hun weg in andere richting te vervolgen. De bacheloropleiding vormt daarom een op zichzelf afgerond geheel, waarbij de studenten alle kennis, inzicht en vaardigheid verwerven nodig om de studie te voltooien met een onderzoeksstage waarin alle aspecten van de moderne wetenschapsbeoefening op het vakgebied van de sterrenkunde een plaats hebben.

### *Uitvoering*

Het programma van de bacheloropleiding is zorgvuldig samengesteld om in de beschikbare tijd de benodigde kennis en vaardigheden op een samenhangende manier en in de juiste volgorde op te bouwen. Gezien de aard van de in de moderne sterrenkunde vereiste voorkennis is het eerste deel van het programma meer aan de wiskunde en de natuurkunde dan aan de eigenlijke sterrenkunde gewijd. Daarom zijn van meet af aan in de bacheloropleiding ook elementen (in het bijzonder gerelateerd aan aspecten van astronomisch onderzoek) ingebouwd om de specifiek sterrenkundige motivatie van de studenten te onderhouden zodat te vergroten. Voortdurende vernieuwing van inhoud en presentatie wordt bereikt doordat de docenten van alle vakken om de paar jaar rouleren. De mate waarin de aanpak doeltreffend is, wordt regelmatig ter discussie gesteld in bijeenkomsten van docenten, in frequente vergaderingen van de opleidingscommissie en in evaluatiegesprekken met studenten. Het kleinschalige karakter van de opleiding brengt met zich mee dat veel contacten van informele aard zijn. Het op proef ingevoerde ‘semester-respons-systeem’, waarbij studenten colleges zowel na afloop alsook kort na het begin evalueren, is een stap naar een meer geformaliseerde benadering.

### *Programma-opbouw*

De bacheloropleiding omvat een totaal van 180 EC aan theoretische en praktische vakken. Daarvan is 23% van wiskundige aard, 32% van natuurkundige aard, en eveneens 32% van sterrenkundige aard. De vrij te kiezen vakken vormen 13%. Een kleine 20% van dit totaal is uitgesproken praktisch van aard.

In het eerste jaar ligt de nadruk op de wiskunde (40%) en de natuurkunde (45%). Wiskundevakken als Analyse 1 en 2, Lineaire Algebra 1 en Programmeermethoden (gemakshalve tot de wiskunde gerekend) brengen de essentiële vaardigheden bij zonder welke voortgang onmogelijk is. De natuurkundige basis wordt gelegd met fundamentele vakken als Elektromagnetisme 1, Optica, Klassieke Mechanica 1, en Speciale Relativiteitstheorie. Inleiding Astrofysica verschaft een eerste, brede kennismaking met de sterrenkunde. Praktische vaardigheden komen aan bod bij Experimentele Natuurkunde 1, Presenteren en Communiceren 1a, en Sterrenkundig Praktikum 1. De studenten brengen een bezoek aan het Artis Planetarium, hetgeen zowel enthousiasmerend werkt alsook de hemelmechanica verheldert. In het kader van het Sterrenkundig Praktikum 1 verrichten de studenten hun eerste waarnemingen met bescheiden doch moderne apparatuur. De Caleidoscoop geeft een oriëntatie op het universitaire onderzoek in de natuurkunde en de wiskunde.

De propedeuses van Sterrenkunde en Natuurkunde verschillen slechts op onderdelen (Astrofysica verplicht bij A en keuze bij N; Sterrenkundig Praktikum 1 versus Experimentele Natuurkunde 2).

In het tweede jaar neemt de nadruk op wiskunde (30%) iets af en op natuurkunde (48%) en sterrenkunde (20%) iets toe. De wiskundige basis wordt in principe afgerond met Analyse 3, Lineaire Algebra 2, en Kansrekening en Statistiek, terwijl de natuurkundige basis wordt versterkt met Elektromagnetisme 2, Klassieke Mechanica 2, Quantummechanica 1 en 2, en Statistische Fysica. Naast het vak Sterren vindt een verdere kennismaking met de astronomische praktijk plaats in de vakken Modern Sterrenkundig Onderzoek en Sterrenkundig Praktikum 2. In het kader van dat laatste dienen de studenten een eigen waarneemprogramma voor te stellen en uit te werken, en worden zij in de gelegenheid gesteld die programma's zelf uit te voeren op de tweeënhalve meter Isaac Newton Telescope op het Canarische eiland La Palma.

In het derde jaar wordt de bacheloropleiding afgerond met drie belangrijke onderdelen. Dat zijn de sterrenkundige vakken (27%) Sterrenstelsels en Kosmologie, Astronomische Waarneemtechnieken 1 en Stralingsprocessen. Een tweede onderdeel is de variatieruimte (40%) waaruit studenten een aantal vakken kunnen kiezen om hun kennis te verbreden of te verdiepen. Aangezien de keuze van invloed kan zijn op het eventueel volgende masterprogramma (nadruk op bijvoorbeeld theorie, of juist op instrumentatie) is de rol van de studieadviseur hierbij niet onbelangrijk. Ten slotte kiezen studenten voor het afrondende bacheloronderzoek (33%) in koppels, een onderzoeksopdracht die onder directe begeleiding van de wetenschappelijke staf van de Sterrewacht wordt uitgevoerd. Dit onderzoek culmineert in een verslag en een presentatie.

### *Begeleiding studenten*

De begeleiding van het studieproces, en de terugkoppeling van hetgeen door de student wordt ervaren enerzijds naar de wijze waarop het onderwijs gestalte wordt gegeven (docenten) anderzijds naar de wijze waarop de studie wordt ingedeeld en aangepakt (studenten), is in handen van de studieadviseurs. De Sterrenkunde heeft drie studieadviseurs: een voor het jaar van aankomst (I), een voor de overige

bachelorjaren (II), en een voor de masterjaren (III). Zij onderhouden intensief en naar behoefte frequent contact met hun studenten. Door aan het jaar van aankomst een eigen studieadviseur I toe te kennen, die ook de contacten ten aanzien van werving en voorlichting van middelbare scholieren coördineert, hoopt de opleiding het moeilijke overgangsjaar van vwo naar wo beter te begeleiden. De studieadviseur II heeft dan de handen vrij om de reeds ‘gewende’ studenten doeltreffend te begeleiden. De studieadviseur I wijdt al zijn aandacht aan de zeer eigen problematiek van de eerstejaars, en is ook goed op de hoogte door zijn contacten met scholen en scholieren. De eerstejaars worden in de eerste maanden wegwijds gemaakt door docenten en studentmentoren. Samen met de Natuurkunde wordt het facultatieve vak Wiskunde Aansluiting aangeboden, en worden eerstejaars vanaf oktober op vrijwillige, maar niet vrijblijvende, wijze door ouderejaarstutoren ter zijde gestaan bij de bestudering van de ‘moeilijker’ vakken. De tutoren worden zelf weer door de opleiding begeleid.

#### *Verband onderwijs en onderzoek*

Sterrenkundig onderzoek en zijn methoden komen in de gehele opleiding aan bod, aanvankelijk in de vorm van strak begeleide, aan onderzoek gerelateerde opdrachten.

In het tweede jaar krijgt de student echter een groter wordende keuzevrijheid (Modern Onderzoek, Sterrenkundig Praktikum 2), die ook de praktijk van de moderne sterrenkunde steeds meer benadert. Al meteen vanaf het eerste jaar werken de studenten in een geavanceerde onderzoeksomgeving: alle sterrenkundeopdrachten en practica worden gedaan met dezelfde computers en dezelfde software als die waarmee de promovendi, postdocs en stafleden van de Sterrewacht werken.

Voor het bacheloronderzoek kiezen de studenten zelf een opdracht en voeren deze, weliswaar strikt begeleid, dagelijks uit op het instituut als onderdeel van het lopende onderzoek van een of meer leden van de wetenschappelijke staf. De kleinschaligheid van de opleiding, en de toenemende aanwezigheid van studenten op de Sterrewacht (bachelorkamer) bevorderen de contacten tussen studenten en leden van de vaste zowel als de tijdelijke wetenschappelijke staf van de Sterrewacht sterk.

#### *Kaiser en Oude Sterrewacht*

Bachelorstudenten die hun propedeuse hebben voltooid, kunnen lid worden van het Leidsch Astronomisch Dispuut Kaiser. Daar komen zij op ongedwongen wijze in contact met elkaar en met masterstudenten. Leden van Kaiser spelen een belangrijke rol bij publieksactiviteiten zoals de Wetenschapsdag, Open Dag, en verschillende malen per jaar rondleidingen met lezingen op de Oude Sterrewacht in de binnenstad.

## **7. Masteropleiding Computer Science Leiden Institute of Advanced Computer Science (LIACS)**

#### *Doelstelling*

De doelstelling van het masterprogramma Computer Science is het opleiden van studenten tot informaticaonderzoeker. Deze onderzoeker moet niet alleen goed kunnen functioneren in een academische setting, maar ook in een R&D-omgeving. Voor de academische setting is de theorievorming belangrijk, terwijl in R&D praktische haalbaarheid ook een belangrijk issue is. De doelstelling onderzoekers op te leiden, bevat intrinsiek de wens voldoende inzicht in theorie te bieden met een goed gevoel voor de dagelijkse praktijk.

#### *Interactie onderwijs en onderzoek*

Binnen de masteropleiding Computer Science is een aantal tracks te onderscheiden. Bij ieder van deze tracks ligt het zwaartepunt nadrukkelijk op onderzoek. De tracks zijn: Core Computer Technologies, Computer Science Theory and Advanced Technologies, Bioinformatics. De track Core Computer Technologies sluit aan bij de clusters Computer Systems en Imagery and Media van het LIACS, de track Computer Science Theory and Advanced Technologies sluit aan bij de clusters Algorithms en Foundation of Software Engineering. De Bioinformatics track sluit niet alleen aan bij onderzoek in alle clusters van het LIACS, maar ook bij bio-informaticaonderzoek in het Leids Universitair Medisch Centrum en op bio-informaticaonderzoek van de Technische Universiteit Delft.

Binnen de tracks Core Computer Technologies en Computer Science Theory and Advanced Technologies is een drietal projecten verplicht, te weten een projectstudie of softwareproject, een onderzoeksproject en een afstudeerproject van samen totaal 80 EC. Naast dit projectgebaseerde onderwijs wordt er onderwijs

aangeboden in de vorm van hoorcolleges en seminaria, de zogenaamde specialisatievakken ter grootte van 40 EC.

De track Bioinformatics neemt een bijzondere plaats in binnen de masteropleiding. Deze track wordt gerealiseerd in samenwerking met de faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica van de Technische Universiteit Delft en het Leids Universitair Medisch Centrum. Kenmerkend voor deze mastertrack is een programma dat er op gericht is studenten te vormen die nieuwe informatietechnieken kunnen ontwikkelen en toepassen binnen het onderzoeksgebied Bioinformatics. Het programma omvat drie basisvakken: (1) Pattern Recognition, (2) Databases and Data Mining, (3) Microscopy, Modelling and Visualization (18 EC), een keuze aan specialisatievakken (24 EC), een supportprogramma (16-18 EC), een onderzoeksproject (15-17 EC) en een afstudeerproject (45 EC).

#### *Verkrijgen van kennis en inzicht*

Het opdoen van kennis en inzicht ligt besloten in het volgen van specialisatievakken. De nadruk van de masteropleiding ligt op het opleiden tot onderzoeker en daarom bestaat tweederde van het programma uit het zelfstandig doen van onderzoek. Een onderzoeker moet zelf actief op zoek naar nieuwe kennis en in relatief korte tijd een probleem kunnen analyseren en zich eigen kunnen maken. Dit wordt gedaan in de projecten. Daarmee is het verkrijgen en verwerken van inzicht een wezenlijk onderdeel van het masterprogramma.

#### *Toepassen van kennis en inzicht*

Verwerven van inzicht in bestaande en nieuwe kennis is het logische gevolg van de onderliggende strategie: het zich eigen maken van kennis en inzicht kan alleen door het veel te doen. Dit is een belangrijke motivatie van de onderzoeksgerichtheid van het programma. De basiskennis komt uit een bacheloropleiding informatica. Veel nieuwe kennis wordt verworven in multidisciplinair onderzoek. Resultaten van onderzoek en presentatie ervan vormen een belangrijke toets om na te gaan of de student in staat is gebleken inzicht te internaliseren. Het toepassen van kennis en inzicht is een groeiproces naarmate de studie vordert.

#### *Oordeelsvorming*

De centrale vraag is: Wat zijn de typische informatica-aspecten van een probleem en wat moet er in een gegeven situatie gebeuren om verbetering/oplossing tot stand te brengen? Deze vraag komt zowel in de seminaria alsook in de projecten telkens terug. De student zal dit principe zich gedurende het mastertraject eigen maken. Een belangrijk deel van oordeelsvorming vindt plaats door direct contact met medeonderzoekers en studenten binnen een cluster. Meedoen in een onderzoek is werken binnen een cluster en juist in deze dagelijkse bezigheden wordt de geest gescherpt; niet in de laatste plaats door te zien hoe anderen onderzoek doen.

#### *Leervaardigheden*

De student in een masteropleiding moet een grote mate van zelfstandigheid aan de dag leggen. Zelfwerkzaamheid en motivatie zijn daarom intrinsieke onderdelen; deze vaardigheden zijn essentieel voor de aankomende onderzoeker. Kritische attitude wordt verwacht bij seminaria en verder ontwikkeld in de projecten. Omgaan met wetenschappelijke literatuur wordt steeds belangrijker naarmate de studie vordert. In het afstudeerproject wordt duidelijk dat de student geleerd heeft kennis van het vakgebied op een goede manier te kunnen verwerken. Verslaglegging en presentatie van onderzoeksresultaten komen een drietal keren terug. Indien mogelijk wordt tijdens besprekingen ook de mogelijkheid geboden om de presentatievaardigheden verder te verbeteren. Deze vaardigheden zijn essentieel in een later promotietraject.

#### *Samenhang programma*

Studenten met een bachelordiploma Informatica hebben een voldoende basis voor het volgen van een masteropleiding. De kennis opgedaan in de bacheloropleiding Informatica is noodzakelijk om het onderwijs in de masteropleiding te kunnen volgen en dit betekent dat zijinstromers soms aanvullende vakken moeten volgen afhankelijk van hun vooropleiding. Er is (beperkte) vrijheid in het kiezen van de volgorde van de verschillende onderdelen binnen de studie. Vaak wordt er aangevangen met een projectstudie en deze studie wordt gecombineerd met een aantal specialisatievakken. Dit betekent dat het eerste jaar van het mastertraject meer verkennend van aard is, terwijl er in het tweede deel meer verdieping plaatsvindt. De studie wordt afgesloten met het afstudeerproject; hier kan de student zich echt bekwamen in het doen van onderzoek. Hierbij moet de student zelf een goede inschatting maken welk type onderzoek en onderzoeksveld de voorkeur heeft in een eventueel vervolgetraject als promovendus. Op elk moment kan het mastertraject worden besproken met de studieadviseur en individuele onderzoekers op het instituut zijn altijd bereid mee te denken met de student en kunnen actief een voorstel doen om aan

een bepaald type onderzoek mee te werken. Het is uitdrukkelijk de bedoeling dat de student projectstudie, onderzoeksproject en afstudeerproject bij de verschillende clusters van het instituut uitvoert. Hierbij wordt een brede kijk op informatica nagestreefd.

## **8. Masteropleiding ICT in Business** **Leiden Institute of Advanced Computer Science (LIACS)**

### *Doelstelling*

De opleiding is opgezet als onderzoeksopleiding. De aard van het onderzoek waarin wordt opgeleid, ICT in Business, brengt met zich mee dat multi- en interdisciplinaire probleemgebieden in kaart worden gebracht waarbij problemen uit de beroepspraktijk en hun concrete oplossingen worden bestudeerd. Hiermee leidt de masteropleiding op tot zowel het zelfstandig kunnen verrichten van onderzoek als tot het academisch onderlegd kunnen uitoefenen van de beroepspraktijk.

### *Het onderwijs*

Het aangeboden ICT-onderwijs binnen de ICTiB-opleiding valt ruwweg in drie categorieën onder te brengen, waarbij een sterke coherentie wordt bereikt: (1) kerncolleges op de gebieden management en ICT, (2) specialistische onderwerpen in de vorm van research colloquia, electives, seminaria, (3) afstudeerwerk.

In de groep kerncolleges (1) is het de bedoeling het brede veld van de standaard-ICT-kennis te plaatsen in het perspectief van nieuwe ontwikkelingen in de voortschrijdende integratie van ICT en organisaties, zowel in de beroepspraktijk als in het onderzoek. Binnen de gepresenteerde collegestof en, aanvullend, via assignments en andere vormen van zelfstandige studie maken de studenten kennis met recente onderzoekspublicaties en praktijkontwikkelingen. Hierin wordt voortgebouwd op reeds aanwezige informaticakennis uit de bachelorfase, waarbij aanvulling wordt gegeven met managementvakken en met verdiepende informaticavakken die specifiek de verbinding met managementvraagstukken leggen. Op die manier zien de studenten hoe bestaande, uitgekristalliseerde kennis gekoppeld kan worden aan nieuw, groeiend inzicht dat nog volop in beweging is en tevens hoe ze daarover genuanceerd kritisch kunnen argumenteren.

In de groep van specialistische onderwerpen (2) wordt verder verdiepend ingegaan op huidige grensgebieden van ICTiB, zowel voor de beroepspraktijk als voor het wetenschappelijk onderzoek. Met name wordt hier meer zicht geboden op lijnen naar de toekomst.

Bij het afstudeerwerk (3) wordt aangesloten bij hetzij lopend onderzoek van een stafid, hetzij bij geavanceerde beroepsactiviteiten waarbij men de grenzen in de huidige praktijk probeert te verleggen. Veelal zullen deze beide manieren van aansluiten worden gecombineerd en wel in het kader dan wel in het kielzog van daarvoor geschikte onderzoeksprojecten waaraan ook businesspartners deelnemen.

### *Samenhang programma*

De samenhang binnen het curriculum van kernvakken, verdiepingsvakken en afstudeerwerk is primair verankerd in het ontwerp zoals gemaakt bij de start van het programma en sindsdien aangepast in samenspraak met de onderwijscommissie en de onderwijsdirecteur en vervat in de OER. Het bewaken van de vertaling van dit curriculum naar de individuele vakken en het verzekeren van de samenhang (consistentie, voorkoming overlap) is vervolgens de taak van de programmadirecteur samen met de programmacoördinator, die daartoe contact hebben met de docenten en elke 'course outline' voor publicatie kritisch doorlopen. Voor deze course outlines is een standaardjabloon ontworpen waarin per vak steeds de leerdoelen worden geëxpliciteerd en vertaald in de onderwijsvorm, de toetsingswijze en de gedetailleerde opbouw van de cursus. Via studentenevaluaties wordt vervolgens de samenhang/overlap met andere vakken nogmaals gecontroleerd bij de studenten. Bij het afstudeeronderzoek worden alle afstudeervoorstellen centraal beoordeeld en is goedkeuring door de programmadirecteur vereist alvorens de student het onderzoek kan uitvoeren. Hiermee wordt consistentie in de beoordeling bereikt en verzekerd dat er een afdoende balans is tussen ICT en Business bij elk afstudeeronderzoek.

### *Kennisontwikkeling teweeggebracht bij studenten*

Vanuit de redelijk gebalanceerde, uitgekristalliseerde standaardkennis zoals die bij studenten aanwezig is op grond van hun bachelorprofiel, wordt deze kennis allereerst zo veel mogelijk uitgebreid in de richting van de raakvlakken tussen ICT en Bedrijfswetenschappen. De studenten worden vervolgens in specifieke,

welgeselecteerde situaties uitgenodigd een eigen standpunt in te nemen en dit adequaat en met verve te verdedigen. Kortom, ze leren aldus deel te nemen aan het wetenschappelijke debat, zowel mondeling als schriftelijk, zowel in teamverband als individueel.

#### *Het bekwaam in wetenschappelijke vaardigheden*

Behalve dat kennisontwikkeling binnen de drie onderwijscategorieën wordt nagestreefd, wordt deze ook getoetst en op grond daarvan bijgestuurd. Bij de kerncolleges gaat dit allereerst met behulp van assignments waarop de studenten zelf terugkoppeling krijgen en waarmee zij, na kennisname van andere aanpakken en antwoorden van medestudenten en tevens van beoordelingsreacties daarop, een nog verdergaand voordeel kunnen doen.

Bij de specialistische onderwerpen is er enerzijds meer variatie in discussie en mogelijke standpunten, anderzijds wordt het debat meer op het scherp van de snede gevoerd. Via presentaties door henzelf en daarop aansluitende klassikale discussies, dan wel via grotere (groeps-)assignments en de gedetailleerde kritiek erop van de docent, wordt basistraining in wetenschapsbeoefening gewaarborgd.

Bij het afstudeerwerk kijken student en begeleiders (er is altijd een eerste en tweede begeleider vanuit de Universiteit Leiden, soms aangevuld met een begeleider vanuit het bedrijfsleven) beurtelings over elkaars schouder naar hoe de ander het onderhavige probleem aanpakt. Niet alleen de theorievorming, met alle vallen en opstaan van dien, wordt in deze fase van de opleiding geleerd, maar ook het putten uit allerhande aanverwante inzichten, aanpakken, technieken en begrippen wordt beoefend en wordt vervolgens specifiek toegepast ten dienste van zulke theorievorming.

Naast de begeleiding door de beide afstudeerbegeleiders is er ook een tweemaandelijks 'progress thesis meeting' waarin alle studenten bijeenkomen om onder leiding van de programmadirecteur elkaars werk te bespreken en presentaties van algemeen belang bij te wonen.

#### *Verbanden tussen onderwijsprogramma en actuele beroepspraktijk*

De kennisontwikkeling en het debat gaan echter niet alleen over de wetenschap *sec* en haar actuele theorievorming, maar ook over de probleemsituaties in de beroepspraktijk waar ICT en Business samenkomen. Dit ligt ook wel voor de hand, omdat bij ICTiB dergelijke probleemsituaties en actuele wetenschapstheorievorming heel sterk zijn verweven: een flink deel van deze theorievorming is juist bedoeld voor verbetering van de praktijk en een flink deel van deze praktijk beïnvloedt de actuele theorievorming rechtstreeks.

## **9. Masteropleiding Media Technology**

**Leiden Institute of Advanced Computer Science (LIACS)**

**(in samenwerking met Faculteit der Kunsten, LEI)**

De doelstelling van het programma Media Technology is het bieden van een stimulerende leer- en onderzoeksomgeving waar studenten van diverse achtergronden (in het bijzonder een informatica-achtergrond, of een achtergrond in de kunsten) onderzoek uitvoeren door te creëren.

De resultaten van onderzoek kunnen de vorm hebben van software of hardware (computerprogramma's respectievelijk installaties) of een mix daarvan en zijn geïnspireerd door wetenschap en haar grondbeginselen. Studenten Media Technology onderzoeken op een makende manier de wereld binnen de context van de universiteit, en in het bijzonder de informatica.

Media Technology is een samenwerking tussen de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen (in het bijzonder het Leiden Institute of Advanced Computer Science, LIACS) en de Faculteit der Kunsten. Beide leveren onderwijs en begeleiding van studenten.

Informatica biedt het basisinstrumentarium voor onderzoek en innovatie, en is geen onderwerp van onderzoek op zichzelf. Dit instrumentarium stelt onderzoekers en studenten in staat om snel en flexibel ideeën en ontwerpen effectief vorm te geven in installaties en multimediale producten.

Belangrijk van de filosofie achter Media Technology is dat studenten hun eigen onderzoek uitvoeren – binnen de kaders van het programma. Media Technology biedt studenten de gelegenheid zelf hun onderzoeksvragen te definiëren om aldus voor honderd procent gemotiveerd te leren en te werken.

De instroom van Media Technology is divers en wordt geselecteerd op motivatie, wetenschappelijke nieuwsgierigheid, en bekendheid met technologie. Van uitstromende studenten wordt verwacht dat zij kennis hebben van een aantal kernontwikkelingen in de informatica; een autonome positie binnen de

wetenschap kunnen innemen; en ontwikkelingen in wetenschap en (informatie)technologie kunnen vertalen naar concrete producten.

De twee jaar die het programma duurt is in drie perioden te verdelen:

- het eerste semester; waarin de nadruk ligt op onderwijs;
- het tweede semester; waarin studenten gezamenlijk een project uitvoeren dat resulteert in een demonstreerbaar product;
- het tweede jaar waarin de student een individueel afstudeeronderzoek uitvoert en ruimte heeft voor keuzevakken.

Het eerste semester begint met een bezoek aan het Ars & Electronica-festival in Linz, waar de lat gelegd wordt voor toekomstige afstudeerprojecten, waarna het semester vervolgt met een serie colleges. Deze colleges kennen een volgende onderverdeling:

- 1) colleges waarin de informatica als wetenschap centraal staat (multimedia systems, human computer interaction, webtechnology);
- 2) colleges waarin geleerd wordt hoe informatica te gebruiken als gereedschap (programming, hardware);
- 3) colleges van meer algemene (natuur)wetenschappelijke aard, om studenten te stimuleren een autonome positie binnen de wetenschap in te nemen (science practice, creative research);
- 4) colleges over diverse media als uitingsvorm (sound, metamedia, sense interference, language & text).

Mocht de roostering dit vereisen dan wordt een deel van deze colleges in het tweede semester gegeven.

In het tweede semester realiseren studenten in teams van drie studenten een concreet product op basis van aangereikte thema's. Deze producten worden aan het eind van het semester in een expositie tentoongesteld. De achtergrond van studenten is divers en studenten leren van elkaar door in een team samen te werken. Studenten doorlopen het volgende proces:

- onderzoek doen naar het aangereikte thema;
- vinden van aanknopingspunten binnen dit thema;
- definiëren van een uiteindelijke doelstelling van het product;
- ontwerpen en voorstellen van het product;
- realiseren van het product;
- reflecteren op het product.

Op elk van deze punten in het proces is georganiseerde feedback van elkaar en van begeleiders. Verder wordt in het tweede semester een aantal workshops georganiseerd, waarin studenten in een korte tijd geconcentreerd leren.

In het tweede jaar is ruimte voor een aantal keuzevakken en voeren studenten individueel een onderzoek uit. Essentieel is dat studenten een eigen onderzoeksvraag formuleren. Het afstudeerproces heeft dezelfde vorm als het proces uit het tweede semester, met dit verschil dat de student zijn of haar eigen thema kiest. Bovendien ligt in het afstudeerwerk meer de nadruk op reflectie. Ieder afstudeerwerk wordt afgerond met een artikel dat in principe publiceerbaar is, al of niet begeleid met een werkstuk dat kan worden tentoongesteld.

Exemplarische projecten van de werkstukken die in de opleiding Media Technologie worden uitgevoerd zijn:

*A Tactile Closed-Loop Device for Musical Interaction*: een digitaal muziekinstrument waarvan de fysieke eigenschappen programmeerbaar zijn opdat een relatie kan bestaan tussen de fysiek van het instrument en het geluid dat het maakt; zoals het geval is bij klassieke analoge muziekinstrumenten.

*Postmodern meta-reflections in videogames*: postmoderne metareflecties zijn een verstoring van een verhaallijn waarbij de schrijver direct de lezer aanspreekt. In computergames wordt deze verteltrant vooralsnog niet toegepast. In dit project zijn deze metareflecties bestudeerd door ze te incorporeren in een bestaand computerspel.

*Globe4d*: een bol waarop de loop van aardplaten door de geschiedenis heen wordt gedemonstreerd.

## 10. z

Het Leids Instituut voor Chemisch onderzoek (LIC) omvat negen verschillende onderzoeksgroepen die alle gericht zijn op een specifiek onderzoeksterrein. De onderzoeksgroepen staan op hun beurt centraal in de masteropleiding Chemistry. De masteropleiding is gericht op verdieping van kennis van de chemie en

biedt de student een grote individuele vrijheid bij het vaststellen van het studieprogramma. De masteropleiding Chemistry biedt keuze uit verschillende tracks. Drie van deze tracks zijn researchtracks en corresponderen met de drie belangrijkste onderzoeksstromingen in het LIC, te weten: Design & Synthesis (DS), Biological Chemistry (BC), en Physical & Theoretical Chemistry (PT). Drie andere tracks worden gevormd door een combinatie van de eerdergenoemde researchspecialisaties met Science Based Business (SBB), met educatie of met communicatie. Het doel van de masteropleiding Chemistry is om de student op te leiden tot zelfstandig academicus met de benodigde kennis en kunde voor een carrière aan de universiteit of in de maatschappij.

#### *Programma*

Het verdiepende karakter van de masteropleiding Chemistry komt tot uiting in het onderwijsprogramma, dat voorschrijft dat de masterstudent zich zowel theoretisch als experimenteel specialiseert in een bepaald gebied van de chemie.

Zo krijgt de student binnen de specialisatie Biological Chemistry uitgebreide kennis van de structuur van biomacromoleculen op het moleculaire niveau, en van de interacties tussen de biomacromoleculen. Verder verwerft de student inzicht in biochemische processen en technieken op cellulair niveau en op het niveau van het organisme.

Binnen de specialisatie Physical & Theoretical Chemistry leert de student werken met een kwantitatieve beschrijving van de natuur, waarbij de nadruk eerder ligt op het 'begrijpen' dan op het 'maken'. Afhankelijk van het gekozen onderwerp, dat kan variëren van een kwantummechanische beschrijving van chemische reacties tot aan het 'nabootsen' van het ontstaan van leven, komt de student in aanraking met experimenteel onderzoek, theoretisch onderzoek en/of computerberekeningen.

Binnen de specialisatie Design & Synthesis verwerft de student uitgebreide kennis van de structuur en reactiviteit van moleculen, het verloop van chemische processen en het ontwerp en de synthese van moleculen.

Hoewel het verrichten van zelfstandig onderzoek het belangrijkste studieonderdeel is, leidt de masteropleiding Chemistry niet alleen onderzoekers op. Met de masterspecialisatie Chemistry & Science Based Business kan de afgestudeerde ook terecht komen in consultancy of managementposities. Met de masterspecialisatie Chemistry & Communication kan men functies krijgen op het gebied van kennisoverdracht, bijvoorbeeld als journalist of voorlichter. Een succesvol afgesloten masterspecialisatie Chemistry & Education geeft een eerstegraads lesbevoegdheid Scheikunde.

Binnen de drie onderzoekspecialisaties is een aantal gerenommeerde onderzoeksgroepen actief. Bij aanvang van de masteropleiding kiest elke student een onderzoeksgroep, waarvan hij dan ook lid wordt en voor een groot gedeelte van de masteropleiding onderdak vindt. De werkgroep leider wordt mentor van de student en elke student stelt in overleg met zijn mentor een individueel studieprogramma samen van ten minste 120 EC. In elk van de drie onderzoeksspecialisaties bestaat het programma uit een major onderzoeksproject (ten minste 35 EC), aangevuld met verplichte theoretische cursussen (14-17 EC) en een minor researchstage (ten minste 21 EC). De student leert in de hoofdvakstage hoe zelfstandig onderzoek wordt opgezet en uitgevoerd, meestal in het kader van een promotieonderzoek van een begeleidende promovendus. De hoofdvakstage wordt afgerond met de masterthesis en een mondelinge presentatie. Vanuit de onderzoeksgroep wordt een aantal specifieke, verdiepende caputcolleges aangeboden. De tweede (bijvak)stage wordt veelal in een andere onderzoeksinstelling, vaak in het buitenland, uitgevoerd. Gemiddeld genomen is de beoordeling door buitenlandse universiteiten van onze masterstudenten buitengewoon goed. Ten slotte behoort een literatuuronderzoek gevolgd door een mondelinge presentatie (colloquium) tot de verplichte onderdelen van de masteropleiding. De overige studiepunten kunnen vrij worden ingevuld met keuzevakken binnen of buiten de specialisatie. Een deel van de vrijekeuzeruimte kan worden besteed aan uitbreiding van de onderzoeksstage. Ook kan een deel van de vrijekeuzeruimte besteed worden aan aanvullend onderwijs dat binnen een bepaalde masterspecialisatie is gewenst.

In de drie specialisaties Chemistry & SBB, Chemistry & Education, en Chemistry & Communication wordt ten minste één jaar (60 EC) besteed aan onderzoek en theorie op het gebied van scheikunde. De hoofdvakstage en masterthesis (20 EC) en de daarbij relevante theoretische vakken worden uitgevoerd binnen een van de bovengenoemde onderzoekstracks. In de volledige SBB-variant wordt de overige 60 EC ingevuld met basiskennis van business en management van in het bijzonder science-gedreven organisaties en een stage bij een bedrijf, overheid of non-profitorganisatie. In de educatievariant worden

60 EC verzorgd door het ICLON. De variant bestaat uit de onderdelen: didactiek, professioneel functioneren, onderwijsresearch en een schooltraining. In de volledige communicatievariant worden 60 EC ingevuld met basiskennis van journalistiek, communicatie, media en musea, en een stage bij een bedrijf, overheid of non-profitorganisatie.

In de (hoofdvak- en bijvak)onderzoeksstages nemen de studenten deel aan actueel wetenschappelijk onderzoek binnen het LIC, wat is terug te vinden in het aantal publicaties met studenten als coauteur. Meer dan 50% van de afgestudeerden uit de researchspecialisaties vervolgt zijn carrière met een promotieopleiding aan deze of een andere universiteit in binnen- of buitenland. Ook afgestudeerden uit de communicatie-, educatie- en SBB-tracks kunnen, bij gebleken geschiktheid, doorstromen in een promotieopleiding.

## 11. Masteropleiding Life Science & Technology Leiden Institute of Chemistry (in samenwerking met TNW TU Delft)

De masteropleiding Life Science & Technology bestaat voor elke student uit drie onderdelen:

1. een kernprogramma binnen een van de vier profielen (tracks) Cell Factory, Cell Diagnostics, Functional Genomics of Living Matter bestaande uit profielvakken en een onderzoeksproject (masterthesis, mastereindproject) (ca. 70 EC);
2. een algemeen programma (gelijk voor alle LST MSc-studenten en bestaande uit een maatschappelijke/ethische component, een maatschappelijke/beroeps/bedrijfscomponent, een ontwerpcomponent en een wetenschappelijke-literatuurcomponent) (ca. 30 EC);
3. een keuzeprogramma (ten behoeve van verdieping en/of verbreding) (ca. 20 EC).

*Het kernprogramma:*

### *Profiel Cell Factory*

De student richt zich op het zich eigen maken van fundamentele kennis en technologie die benodigd is bij het op grote schaal toepassen van (delen van) levende organismen voor de productie van waardevolle componenten. Dat betekent dat naast de biologische kennis op gebied van genetica en fysiologie, het onderwijs zich sterk richt op de technologische aspecten zoals fermentatietechnologie, opwerkings- en formuleringstechnologie. Dit gebied is sterk gericht op de integratie van die kennis.

### *Profiel Cell Diagnostics*

Dit profiel richt zich op de ontwikkeling en implementatie van nieuwe methoden en instrumenten om zo veel mogelijk van de levende cel te weten te komen. Het betreft alle organisatieniveaus, van molecuul tot cel, in vitro en in situ. Naast de mogelijkheid om nieuwe fundamentele kennis te verwerven, vormt het ontwikkelen van nieuwe geneesmiddelen een van de belangrijkste toepassingen. Cell Diagnostics is bij uitstek een bio-instrumentatieprofiel, waarin het begrip 'Biorecognition' (de zeer grote specificiteit van binding, interactie en biokatalyse door biomoleculen) centraal staat. Een gedegen kennis van biologische systemen is vereist, zoals eiwitchemie en -technologie, celbiologie, immunologie, bio-organische en bioanorganische chemie. Daarnaast wordt de student geïntroduceerd in nieuwe ontwikkelingen in de natuurkunde, spectroscopie, elektronenmicroscopie, (micro-)elektronica, micro-array-technieken, beeldverwerking en -interpretatie en informatica.

### *Profiel Functional Genomics*

Dit profiel wordt gekenmerkt door een verdieping in de moleculaire genetica en celbiologie met een nadruk op die processen die een rol spelen bij de regulatie van de informatiestromen in de cel. Tevens wordt inzicht en vaardigheid in moderne analyse (genomics, proteomics, single cell/single molecule spectroscopy) en recombinant DNA/PCR-technologieën verkregen. Een goed begrip van de bio-informatica is vereist, gezien de complexiteit en omvang van de datasets die bij bovengenoemde technieken worden gegenereerd.

### *Profiel Living Matter*

In het profiel Living Matter leert de student de onderdelen van de cel kennen en hoe deze onderdelen samenwerken, van subcellulaire structuren tot op het niveau van moleculen. De structuur van de cel staat hierbij centraal. Voor de meeste biologische processen is een fundamentele, theoretische beschrijving op dit moment nog niet aanwezig. Het is daarom van belang wetmatigheden te ontdekken en dit komt onder meer naar voren in de Systems Biology, waarin biologische processen modelmatig worden beschreven

zonder de achterliggende theorie nog te kennen.

In een van de genoemde vakgebieden kan het masteronderzoek worden gedaan bij een van de onderzoeksgroepen of in een bedrijf. De duur van het masteronderzoek is circa acht maanden.

#### *Het algemene programma*

De verplichte vakken in dit onderdeel van het programma zijn Ethics & Technology (6 EC, TU Delft), een bedrijfsstage (twee/drie maanden), een designproject (acht weken, TU Delft) en een literatuurstudie (drie weken).

Doel van deze onderdelen is om elke masterstudent, behalve in het vakgebied van LST, zich ook te laten verdiepen in maatschappelijke en ethische kanten, te laten werken aan de integratie van kennis in een ontwerp, te laten werken in groepen, leren keuzen maken op gebied van milieu, veiligheid, economie, et cetera, te laten kennismaken met het bedrijfsleven en (buiten het masteronderzoek om) te laten verdiepen in recente wetenschappelijke literatuur rond een specifiek thema, dit kritisch te beschouwen en nieuwe onderzoekslijnen aan te geven.

#### *Keuzeprogramma*

Ter verbreding en verdieping kan een aantal keuzevakken worden gevolgd. Dit kunnen vakken zijn uit een van de andere profielen (tracks) of uit andere, eventueel aanpalende, vakgebieden. Ook is het mogelijk om in de keuzevakruimte een samenhangende module van vakken te kiezen zoals bijvoorbeeld de module Fundamentals in Science Based Business (twaalf weken, Universiteit Leiden), waarbij studenten worden voorbereid op het werken in het 'science-related' bedrijfsleven met vakken als Marketing, Financieel en Project Management.

Binnen elk profiel kan bovendien een managementsvariant worden gevolgd (Science Based Business), waarbij het onderzoeksproject uit kernprogramma wordt verkort met circa 25%, de maatschappelijke/beroeps/bedrijfscomponent uit het algemene deel wordt uitgebreid met circa 50% en het keuzeprogramma wordt ingevuld met de module Fundamentals in Science Based Business. De masteropleiding LST kent (nog) geen programma voor een Education- of een Communication-track.

## **12. Masteropleiding Physics**

### **Leids Instituut voor Onderzoek in de Natuurkunde (LION)**

#### *Doelstelling*

De tweejarige masteropleiding Physics, als onderdeel van de Graduate School of Science at Leiden University, speelt zich af in het Leids Instituut voor Onderzoek in de Natuurkunde (LION). Het programma leidt studenten op tot zelfstandig onderzoeker in de experimentele of theoretische natuurkunde en biedt ook ruime mogelijkheden tot verbreding.

Binnen de Master of Science in Physics zijn verschillende tracks gedefinieerd.

- Biological and Molecular Physics;
- Condensed Matter Physics;
- Quantum Optics and Quantum Information;
- Theoretical Physics;
- Physics and Science Based Business;
- Physics and Communication;
- Physics and Education.

De eerste vier programma's zijn sterk onderzoeksgeoriënteerd, gericht op een diepgaand begrip van de natuurkunde, en gekoppeld aan de overeenkomstige onderzoeksdomeinen binnen LION. De laatste drie zijn breder van opzet. Zij kennen een niet-specifiek natuurkundig deel van ten hoogste één jaar, dat faculteitsbreed wordt aangeboden. Voor alle tracks geldt dat voor kandidaatsstudenten die niet de bacheloropleiding Natuurkunde aan de Universiteit Leiden hebben behaald, de toelating tot de opleiding wordt geregeld via een toelatingscommissie waarin alle onderzoeksdomeinen van het LION zijn vertegenwoordigd. Alle tracks geven aansluiting op een promotieopleiding. De oriëntatie op de masteropleiding, waarin kennismaking met het onderzoeksinstituut een grote rol speelt, is voor een

belangrijk deel geïntegreerd in de bacheloropleiding. Voor studenten die van buiten komen, vindt deze oriëntatie op een individuele manier plaats.

#### *Programma*

De natuurkunde(component) bestaat enerzijds uit colleges, werkcolleges en/of werkgroepen en anderzijds uit onderzoek. De cursorische component beslaat voor de student in een experimentele richting een derde van het totaal, in de theoretische richting de helft. Het cursorische deel kent voor iedere track verplichte onderdelen, maar het grootste deel wordt door de student individueel ingevuld, waarbij hij kan putten uit een ruim onderwijsaanbod. Ook het volgen van de geavanceerde colleges die gegeven worden in het kader van de Casimir Onderzoeksschool (samen met de TU Delft) behoort tot de mogelijkheden. Alle onderwijs wordt in principe in het Engels aangeboden.

Karakteristiek voor de Leidse opleiding is de grote onderzoekscomponent. Voor de studenten die de experimentele richting volgen, is in het algemeen sprake van twee stages van ieder 40 EC (inclusief scriptie en eindvoordracht) in verschillende onderzoeksgroepen. Eén stage moet binnen het LION worden uitgevoerd, een tweede stage kan extern in binnen- of buitenland plaatsvinden. In het laatste geval moet vooraf een van de stafleden van LION zich bereid verklaren als tweede supervisor op te treden. De studenten die de theoretische richting volgen, doen één stage van 60 EC (inclusief scriptie en eindvoordracht). Tijdens de stages functioneert de student als volwaardig lid van de onderzoeksgroep met een eigen werkplek en is in deeltijd aangesteld als onderzoeksassistent. Gedurende de stage werkt hij samen met promovendi en postdocs onder leiding van een stafid. De werkgroepen hebben een internationaal karakter met een meerderheid van buitenlandse promovendi en postdocs en een voortdurende stroom van buitenlandse bezoekers. De student neemt deel aan alle groepsdiscussies en gaat mee naar wetenschappelijke bijeenkomsten in binnen- en buitenland. Naarmate de stagetrajecten vorderen wordt de student zelfstandiger. Hij krijgt de verantwoordelijkheid voor een (deel)project, waarvan de resultaten gepresenteerd worden in een scriptie en een, in het instituut aangekondigde, voordracht.

De beoordeling van scriptie en voordracht van iedere stage gebeurt door twee personen, waarvan er één niet bij het onderzoek betrokken was. Voor iedere onderzoeksstage (intern en extern) wordt vooraf door student en begeleider samen een stageformulier ingevuld, waarop werkgroep, begeleider, begin- en verwachte einddatum, omvang en inhoud van de stage worden aangegeven, en dat voor akkoord moet worden getekend door de studieadviseur.

Om de door de studenten zeer gewaardeerde individuele invulling van de masterstudie mogelijk te maken en tegelijkertijd niveau en samenhang van de onderdelen te waarborgen, maakt de opleiding gebruik van het Studieplan. Op dit formulier geeft de student bij het begin van de master aan hoe hij denkt het cursorische zowel als het stagedeel van de studie in te vullen en legt dit ter beoordeling voor aan de studieadviseur. Tussentijdse aanpassingen zijn uiteraard mogelijk na overleg met de studieadviseur, die steeds beoordeelt of consultatie van de examencommissie nodig is. Het uiteindelijke plan dient in alle gevallen goedgekeurd te worden door de examencommissie.

Nadat de student voldaan heeft aan de eisen van de masteropleiding, vraagt hij examen aan dat bestaat uit een twintig minuten durende examinering gevolgd door de uitreiking van de bul. Regelmatig studeren studenten af met een groot aantal extracurriculaire vakken.

De afgestudeerde Leidse Master of Science in Physics vindt in het algemeen gemakkelijk een passende baan. Omdat de Leidse opleiding studenten trekt die sterk in een onderzoeksomgeving geïnteresseerd zijn, gaat een vrij groot deel promoveren. In de afgelopen vijf jaar betrof dat 62% van de afgestudeerden, waarvan 37% in Leiden, 39% elders in Nederland en 24% aan gerenommeerde universiteiten in het buitenland. Het halen van het hiervoor vereiste niveau beschouwt de opleiding als een toetssteen voor haar kwaliteit. Ter illustratie van die kwaliteit moge dienen dat in de periode 2000-2005, waarin 95 studenten het (doctoraal)diploma behaalden, 89 artikelen zijn gepubliceerd in internationaal gerefereerde tijdschriften met een student als medeauteur, waarvan 12 met een student als eerste auteur.

### **13. Masteropleiding NanoScience**

#### **Leids Instituut voor Onderzoek in de Natuurkunde (LION) (in samenwerking met TNW TU Delft)**

De Masteropleiding NanoScience is in het bijzonder gericht op de internationale markt. De meerderheid van de studenten die deze opleiding volgen is afkomstig uit het buitenland, deels op basis van het Erasmus Mundus-uitwisselingsprogramma. Alle informatie over deze opleiding is in het Engels gesteld.

De zelfstudie omschrijft de opleiding als volgt:

#### *Objectives*

The goal of this MSc programme is to educate the student in both technology and science on the nanometer scale and to instil a deep understanding of this field that originates from the contributing disciplines. The NanoScience programme intends to go beyond the principle of learning 'just a bit of everything'; it will adopt an integrated, multidisciplinary, intellectual strategy, with contribution from physics, chemistry and biology. The programme will produce graduates with a natural ability to be creative and inventive towards new applications and instrumentation. Students will benefit from the superior academic climate and infrastructure of both universities by taking courses from and participating in the research activities of the foremost experts in NanoScience. This programme will immerse the participant in the intimate, supportive, and highly stimulating entanglement of science and technology.

#### *Intellectual environment*

Leiden University and Delft University of Technology work in close collaboration on both research and education. This cooperation is at its strongest at the graduate level (MSc and PhD), where research and learning are most intimately related.

The MSc programme in NanoScience enables the student to take full advantage of the scientific, technological and educational expertise and facilities available at both locations. In addition, the students are afforded the opportunity to participate in the workshops, summer schools, and mini-conferences organized for MSc and PhD students at both universities. The Leiden/Delft NanoScience Program is partner in the international Erasmus Mundus Master Program on NanoScience and Nanotechnology together with the Katholic University Leuven, the Technical University of Dresden, and Chalmers University. This joined program was selected by the European Commission to further strengthen ERA. NanoScience courses taught within the consortium further broaden the scope, and credits are freely transferable.

#### *Student profile and admission*

The MSc programme in NanoScience is attractive to those students who wish to gain the skills and experience required to join the new generation of researchers in NanoScience and Nanotechnology. Being at the crossroads of a broad range of research fields, it provides students with an excellent opportunity to discover for themselves the most appealing aspects. It opens the door to a career in industry and is a stepping-stone for those graduates with the ambition and aspiration to pursue a PhD degree.

#### *Programme structure*

##### *Introductory course modules*

NanoScience takes place at the crossroads of Physics, Chemistry and Biology. As most students entering the MSc programme have a background in just one of these disciplines, special introductory course modules are provided to eliminate knowledge deficiencies in the other disciplines.

##### *Core modules*

Next, a set of core modules is offered that covers the full range of phenomena and techniques at the nanoscale level, including Nanotechnology, Biophysics, Molecular Electronics, Quantum Physics & Chemistry, Macromolecular Chemistry and Mesoscopic Physics. This compulsory part of the programme ensures the multidisciplinary background that is vital to all branches of NanoScience.

##### *Elective modules*

Students will also have ample opportunity to broaden or deepen their knowledge further by taking elective modules according to their personal choice. The electives include subjects such as *Nanoparticulate Materials*, *Thin Film Physics & Technology*, *Quantum Transport*, *Single-Molecule Optics*, *Biomolecular Motors*, *Molecular Cell Biology*, *Superconductivity*, *Advanced Quantum Mechanics*, *Scanning Probe Microscopy* and many more.

##### *Internship/ master thesis research project*

Together, the compulsory and elective course modules comprise half of the MSc curriculum. The other half is dedicated to *a short internship*, preferably in industry, and *a longer research project*. The research project will be carried out in one of our multinational research groups of PhD students, postdocs and professors, either at Leiden University or Delft University of Technology, or at both. The research project is finalized with the public presentation of a Master's thesis.

## 14. Masteropleiding Mathematics

### Mathematisch Instituut

#### *Doelstelling*

De Leidse masteropleiding Mathematics betreft in eerste instantie de onderzoekersopleiding, en rust op dezelfde twee peilers die ook de bacheloropleiding dragen. De eerste is de onderzoeksgroep algebra-meetkunde-getaltheorie, die een knoop in de nationale wiskundeonderzoekscuster DIAMANT vormt en tevens vorm geeft aan de Europese Erasmus Mundus-master ALGANT. De tweede is de onderzoeksgroep analyse-stochastiek, die een knoop in de nationale wiskundeonderzoekscuster NDNS+ vormt en een rol speelt in de door de faculteit gekozen bio-profilering. Elk van beide groepen verzorgt een track in de masteropleiding.

#### *Programma*

Het masterprogramma wordt in overleg met de studieadviseur en beoogde docenten/begeleiders op individuele basis samengesteld. Er zijn geen verplichte vakken, maar er wordt naar coherentie binnen het gekozen programma gekeken. Ruwweg bestaat het programma uit 60 EC aan gevorderde colleges binnen de track, 20 EC aan meer vrij te kiezen vakken en 40 EC aan het masteronderzoek.

Mastercolleges in de wiskunde worden in Nederland deels in nationaal verband aangeboden en het Mathematisch Instituut speelt in de organisatie en uitvoering van dit 'Dutch master programme in mathematics' een belangrijke rol. De landelijke colleges, die meestal klassieke hoorcolleges zijn, trekken een gevarieerde studentenpopulatie en verbreden het aanbod van de individuele instituten. Daarnaast vormen zij een natuurlijke kennismaking van de masterstudent met de nationale academische wiskundewereld, die steeds minder 'instituuetsgewijs' georganiseerd is.

De nationale mastercolleges zijn alle basiscolleges in het masterprogramma en in aansluiting erop bestaan er gevorderde colleges met meer wisselende college- en tentamenvormen. Men kan hierbij denken aan de meer seminarachtige werkvormen, waarbij de stof door de deelnemers voorgedragen wordt aan de hand van door de verantwoordelijke docent uitgezochte literatuur. Dergelijke colleges worden in de regel aan de eigen universiteit gevolgd, maar dit is geen vereiste.

Het masteronderzoek vormt de afsluiting van de masteropleiding, en representeert met 40 EC een substantieel deel van de totale studielast. Behalve het schrijven van een scriptie – onder begeleiding van een afstudeerdocent en eventueel een stagebegeleider – is ook het geven van een afstudeervoordracht een integraal onderdeel van het onderzoek. Dit kan geschieden in een lokaal seminarium, maar ook voor een breder gehoor in bijvoorbeeld het intercity-seminarium Getaltheorie. De masterscriptie wordt behalve door de afstudeerdocent gelezen door ten minste twee andere stafleden, en gezamenlijk vormen zij de afstudeercommissie van de student. In plaats van een van de stafleden kan ook de stagedocent optreden. Het afstuderen zelf is een 'minipromotie', een publiek toegankelijke ceremonie waarin de kandidaat een korte expositie van zijn onderzoek geeft en een afstudeercommissie enige vragen stelt. De commissie trekt zich hierna terug voor beraad en de afstudeerdocent stelt een eindcijfer voor het masteronderzoek voor aan de commissie, die vervolgens in onderling overleg het eindcijfer vaststelt. Het masterdiploma wordt hierop met een persoonlijk woord aan de student uitgereikt.

Het masterprogramma is, mede in verband met het grote aantal niet-Nederlandse studenten, geheel Engelstalig. Door de deelname van de onderzoeksgroep algebra-meetkunde-getaltheorie aan de Erasmus Mundus-masteropleiding zijn er elk jaar zo'n vijftien masterstudenten die alleen een eerste of tweede masterjaar in Leiden volgen. De meesten van hen zijn afkomstig uit landen buiten de Europese Unie. Alleen de communicatie- en educatietracks kennen Nederlandstalige studieonderdelen, zoals schoolstages. Het aantal studenten dat deze beide tracks volgt is voornamelijk gering.

## 15. Masteropleiding Astronomy

### Sterrewacht Leiden

### *Doelstelling en aard*

De doelstelling van de Leidse masteropleiding Astronomy is in algemene zin haar studenten op te leiden tot natuurwetenschappelijk onderzoeker en in het bijzonder hen voor te bereiden op het met succes uitvoeren van een sterrenkundig promotieonderzoek van hoge kwaliteit. De opleiding is zeer flexibel, kent een op het individu gerichte aanpak, heeft een sterk internationaal gericht karakter, en biedt ruime mogelijkheden tot zowel verbreding als verdieping van de studie. Zij vormt een afgerond geheel waarin de studenten alle kennis, inzicht en vaardigheid verwerven om als zelfstandig onderzoeker aan een wetenschappelijke of bedrijfsmatige carrière te beginnen, maar waarin zij ook kunnen kiezen voor een voorbereiding op een maatschappelijke loopbaan tegen een onderzoeksachtergrond, bijvoorbeeld op het gebied van onderwijs, voorlichting, management of bestuur.

### *Uitvoering*

Het programma van de masteropleiding kent verschillende sporen (tracks), die alle het equivalent van ten minste een jaar gemeen hebben, besteed aan een combinatie van sterrenkundig en meest natuurkundig onderwijs en sterrenkundig onderzoek. De meeste masterstudenten kiezen de researchtrack; een deel volgt (elementen van) de Science Based Business track (SBB). Hoewel de ervaring met het mastersysteem nog beperkt is, lijkt de overgang van het doctoraalsysteem naar het bachelor-mastersysteem de belangstelling voor de educatieve en communicatieve tracks van de masteropleiding Astronomy te hebben doen teruglopen. De opleiding hecht aan een evenwichtig vakkenpakket, maar laat het toe om nadruk leggen op bijvoorbeeld theoretische sterrenkunde, astrochemie, of instrumentele ontwikkeling; de nabijheid van de Theoretische Natuurkunde (Instituut-Lorentz) en het Sackler Laboratorium en de samenwerking met de Technische Natuurkunde (TU Delft) bieden hiertoe goede mogelijkheden. De opleiding kent Engels als voertaal, en er is een toenemende internationale instroom; thans is ongeveer de helft van de masterstudenten van buitenlandse herkomst.

De researchtrack van het masterprogramma omvat een totaal van 120 EC, waarvan de helft aan vooral verdiepende vakken en de helft aan wetenschappelijk onderzoek wordt besteed. De vakken worden gekozen uit het aanbod van de Leidse masteropleidingen Astronomy (60%) en Physics, Mathematics of Computer Science (40%). In overleg met de studieadviseur en met toestemming van de Examencommissie kunnen ook andere vakken, bijvoorbeeld van verwante opleidingen elders, in het examenpakket worden opgenomen. Het jaarlijks samen met de sterrenkundige zusterinstellingen over een steeds wisselend onderwerp gegeven interacademiale sterrenkundecollege (IAC) kan steeds zonder meer worden opgenomen. De instroom kan in principe op elk willekeurig ogenblik plaatsvinden, en de opleiding kent geen jaarindeling of jaaronderscheid.

### *Evaluatie en terugkoppeling*

De mate waarin de masteropleiding aan haar doelstelling beantwoordt, is regelmatig onderwerp van discussie tussen docenten onderling en tussen docenten en studenten, onder andere in de vergaderingen van de opleidingscommissie en in evaluatiegesprekken met studenten. Het intensieve en frequente onderlinge contact tussen studenten, promovendi en staf maakt het mogelijk veel zaken informeel te regelen. Vernieuwing van inhoud en presentatie wordt onder andere bereikt doordat de docenten steeds om de paar jaar een ander vak doceren. De sterrenkundige mastervakken vallen onder het op proef ingevoerde 'semester-respons-systeem', waarbij studenten colleges zowel na afloop alsook kort na het begin evalueren. Aan alle colleges zijn promovendi als assistent toegewezen, waardoor een eventuele contactdrempel verder is verlaagd.

### *Vakkenpakket*

Thans is slechts één vak (Stellar Evolution, 6 EC) voor eenieder verplicht. Sterrenkundige keuzevakken die regelmatig worden gegeven, zijn Observational Techniques 2, Interstellar Medium, Formation of Stars and Planets, Active Galactic Nuclei, Cosmology, Spacebased Astronomy en Radio Astronomy (alle 6 EC). Daarnaast is er een wisselend aanbod van 'incidentele' vakken, zoals bijvoorbeeld Galaxy Formation, Stellar Dynamics (beide 6 EC), Practical Hydrodynamics, Astrophysics of Pulsars, Astronomical Spectroscopy (alle 3 EC). De opleiding streeft ernaar om enerzijds een beperkt aanbod aan fundamentele vakken (6 EC) af te wisselen met anderzijds een groter aanbod aan incidentele vakken (3 EC) die ofwel verbreding ofwel verdieping van de studie tot doel hebben. Veelgekozen niet-sterrenkundige vakken zijn Quantum Theory, Quantum Field Theory, General Relativity Theory, Caput Theoretical Physics, alle van een 10 EC omvang en afkomstig uit de natuurkunde. Daarnaast treft men een veelheid van andere keuzevakken aan, waaronder bijvoorbeeld ook SBB-vakken als SBB Fundamentals en Cases uit het Bedrijfsleven.

### *Studentonderzoek*

Het onderzoek valt in twee onderdelen uiteen. Al kort na aankomst begint de masterstudent met een 'Klein Onderzoek' (Minor Research Project), gekozen in nauw overleg met de studieadviseur. Onder leiding van een wetenschappelijk staf lid wordt gedurende het equivalent van enkele maanden (24 EC) een wetenschappelijk onderzoeksproject met een duidelijk omschreven opdracht en context uitgevoerd, met een kort verslag als resultaat. Na succesvolle afronding vindt het 'Groot Onderzoek' (Major Research Project) plaats, opnieuw gekozen in nauw overleg met de studieadviseur en opnieuw onder de supervisie van een lid van de wetenschappelijke staf. Dit onderzoek, dat zich uitstrekt over het equivalent van meer dan een half jaar (36 EC) daagt de student uit tot grotere zelfstandigheid en initiatief. De opdracht is doorgaans in meer algemene termen geformuleerd en de context moet nadrukkelijk bij het onderzoek betrokken worden. Het Groot Onderzoek mondt uit in een verslag Master Thesis en een mondelinge presentatie voor het gehele instituut (Student Colloquium).

### *Begeleiding studenten*

De studieadviseur speelt een zeer belangrijke rol bij de masteropleiding. Hij overziet het geheel, en zijn mening weegt zwaar bij de keuze van het onderzoek en de samenstelling van het vakkenpakket. Hij bewaakt (zowel naar de studenten als naar de docenten) de voortgang van het studieproces, en voert daartoe twee keer per jaar, of vaker indien dat gewenst blijkt, een voortgangsgesprek met alle masterstudenten. Bij de aanvang voert hij een intakegesprek met de student, waarbij een onlineplan voor de hele masterstudie (het Master Study Plan) wordt opgesteld, dat weliswaar voortdurend kan worden aangepast, maar waaruit op elk willekeurig ogenblik zowel de student als de begeleider de voortgang en het verder voorziene verloop van de studie kan aflezen. Het onderzoek wordt altijd verricht onder de volledige verantwoordelijkheid van een lid van de vaste wetenschappelijke staf, hoewel de dagelijkse begeleiding soms in handen van tijdelijk WP is (meester-gezelschap). Tijdens het onderzoek heeft de begeleider regelmatig en bij tijden intensief contact met de student. In voorkomende gevallen vindt een onderzoek geheel of gedeeltelijk elders plaats, bijvoorbeeld op een zusterinstituut in het buitenland. Daartoe dient vooraf toestemming van de Examencommissie Sterrenkunde te worden verkregen. In alle gevallen is dan vastgelegd wie de plaatselijke begeleider is, en wie het verantwoordelijke Leidse staf lid is. In het algemeen worden deze 'buitenlandstages' als zeer verrijkend beschouwd.

### *Nauwe verwevenheid onderwijs en onderzoek*

Masterstudenten verblijven dagelijks op de Sterrewacht. Zij hebben daar een kamer, bureau en computerfaciliteiten, en hebben ook buiten kantooruren toegang tot het instituut. Zowel het Klein als het Groot Onderzoek bestaat uit volwaardig wetenschappelijk werk. Het Groot Onderzoek leidt regelmatig tot publicatie in een wetenschappelijk vaktijdschrift, of maakt deel uit van zo'n publicatie. Binnen het instituut worden masterstudenten als 'junior-medewerkers' beschouwd. Zij nemen actief deel aan wetenschappelijke besprekingen georganiseerd door de vaste staf (informele presentaties, werkbesprekingen in groepsverband, literatuurbesprekingen, et cetera) Bij voldoende studievoortgang komen masterstudenten na voltooiing van het Klein Onderzoek in aanmerking voor een aanstelling als student-assistent. De kleinschaligheid van de opleiding, de gunstige staf-studentratio en de dagelijkse aanwezigheid van studenten op de Sterrewacht garanderen een intensief en frequent contact tussen studenten en leden van de vaste zowel als de tijdelijke wetenschappelijke staf van de Sterrewacht. De aanwezigheid van promovendi, postdocs, stafleden en bezoekers uit het buitenland, vaak afkomstig van toonaangevende instituten, draagt in hoge mate bij aan het internationale karakter van de Leidse Sterrenkunde, waarvan de studenten ten volle profiteren.

## **16. De speciale master tracks**

### **Science Based Business**

Binnen elke doorstroommaster wordt de track Science Based Business (SBB) aangeboden. Doel van SBB is studenten een beter beeld te geven van en voor te bereiden op (korte én lange termijn) carrièremogelijkheden buiten het universitaire onderzoek. De twee kernonderdelen van deze track zijn:

- SBB Fundamentals (17 EC): basiskennis van business en management met nadruk op science-gedreven organisaties, in combinatie met groepswork, speciale opdrachten, gastsprekers uit het bedrijfsleven en oriëntatie op de arbeidsmarkt;
- SBB Stage (23-34 EC): een stage bij bedrijf, overheid of non-profitorganisatie, inclusief een studie van theoretische en conceptuele kennis van belang voor deze stage.

Bij de meeste doorstroommasters kunnen extra onderwijsonderdelen worden ingebouwd tot een maximum van 60 EC. Studenten kunnen SBB Fundamentals ook volgen in de keuzeruimte van een researchtrack. De opzet is zodanig dat studenten gaandeweg hun masteropleiding kunnen kiezen tussen de researchtrack met SBB Fundamentals of de volledige SBB-track.

Sinds de start in 2001 hebben 226 studenten de cursus SBB Fundamentals met goed gevolg voltooid. Het aantal bedraagt momenteel rond de 70 per jaar, waaronder ongeveer 20% van de facultaire masterstudenten. De grote meerderheid van deze studenten, ongeveer 75%, doet een bio/life science geïntereerde master. Uiteindelijk voltooit 40 tot 50% de volledige track met een SBB-stage. Het rendement van SBB is 80% en loopt op tot bijna 100% na een of meer herkansingen. Sporadisch haakt een student helemaal af (< 3%).

De stages zijn zeer divers, variërend van het opzetten van nieuwe financiële modellen bij een M&A-bank tot de coördinatie van ontwikkelingssamenwerkingsprojecten bij Buitenlandse Zaken. Het belangrijkste criterium voor een stageplaats is dat de betrokken werkzaamheden minimaal het niveau hebben van een reguliere arbeidsplaats voor een academische starter. Ook masters die de SBB-track hebben voltooid, zijn toelaatbaar tot de promotie. Van de studenten die SBB Fundamentals hebben gevolgd, gaat ongeveer de helft promoveren, van de studenten die de volledige track hebben gedaan is dit ongeveer een kwart.

Het SBB-programma is niet richtinggevend, dat wil zeggen: leidt niet op voor specifieke functies of beroepen. Uitgangspunt vormt de belangstelling en ambitie van de studenten. Dit sluit aan bij de sterk uiteenlopende carrièremogelijkheden. Via de stage en zelfstudie (bijvoorbeeld literatuurscriptie) kunnen studenten hun mogelijkheden nader verkennen en benutten. De cursus Orientation on Technopreneurship (5-10 EC) biedt de studenten perspectief op commercialisatie van in wetenschappelijk onderzoek verkregen resultaten, mede in het verlengde van het onderzoek dat in de faculteit plaatsvindt. Met deze cursus wordt een direct verband gelegd met 'technology transfer'-activiteiten, met ondernemende wetenschappers aan de universiteit en met ondernemers op het Leidse BioScience Park.

### **Education**

De master Education-track betreft de opleiding tot het verkrijgen van de eerstegraads lesbevoegdheid in de vwo-vakken natuurkunde, biologie, scheikunde of wiskunde en wordt aangeboden binnen de masteropleidingen Astronomy en Physics (Natuurkunde), Biology (Biologie), Bio-Pharmaceutical Sciences en Chemistry (Scheikunde) en Computer Science en Mathematics (Wiskunde). De opleiding wordt verzorgd door het ICLON (in het Nederlands) en bestaat uit de volgende onderdelen:

- didactiek (10 EC);
- professioneel functioneren (12 EC);
- onderwijsresearch (8 EC);
- schooltraining (30 EC).

De trackcoördinator, is zowel docent Natuurkunde binnen de faculteit als in het Leidse vwo. Ook de nieuwe hoogleraar Didactiek van de natuurwetenschappen zal bij de inhoudelijke invulling van deze track worden betrokken, zeker nu het ICLON tot genoegen van de faculteit 'de ontwerpende leraar' als concept voor de lerarenopleiding gaat gebruiken. Slechts incidenteel maken doctoraal/masterstudenten van deze track gebruik. De Leidse bètalararenopleiding moet het vooral hebben van zijinstromers. Over de afgelopen vijf jaren namen de volgende aantallen Leidse afgestudeerden deel aan de lerarenopleiding: 2001, 7; 2002, 13; 2003, 7; 2004, 16; 2005, 10. Op een totaal van 53 gediplomeerden betrof het 32 biologen, 9 wiskundigen, 7 chemici en 5 fysici. Masters met een Education-track zijn toelaatbaar tot de promotie.

### **Communication**

De speciale Communication-track wordt aangeboden binnen dezelfde masteropleidingen die ook de Education-track aanbieden. De track is in de afgelopen jaren op individuele basis ingevuld, voor de een tot hooguit vijf studenten die jaarlijks interesse toonden. Met het aantrekken van een docent Wetenschapscommunicatie wordt deze track nu structureel aangepakt, waarbij wordt uitgegaan van de SBB-structuur (zie boven):

- Science Communication and Society (SCS) Fundamentals (17 EC): basiskennis van onder andere communicatie, media, museologie, in combinatie met groepswork en speciale opdrachten;
- Een masterstage (23-34 EC): een stage bij bedrijf, overheid of non-profitorganisatie, inclusief een studie ten behoeve van de theoretische en conceptuele kennis voor deze stage.

Extra onderwijsonderdelen kunnen worden ingebouwd tot een maximum van 60 EC. SCS Fundamentals kan ook worden ingebouwd in de keuserimte van een researchtrack. Masters die de volledige Communicatietrack hebben voltooid, zijn toelaatbaar tot de promotie. Voor de Fundamentals van het seizoen 2006-2007 hebben zich inmiddels achttien studenten (inclusief een aantal masterstudenten Biomedical Sciences) aangemeld en zijn twee nieuwsbrieven verzonden. Nauw wordt samengewerkt met museum Naturalis en zijn stagecentrum. Ook de aanwezigheid van het Nationaal Herbarium, de Hortus Botanicus, Museum Boerhaave en de andere Leidse musea maken de Communication-track aantrekkelijk voor studenten in de natuurwetenschappen.



## Bijlage B: Curricula Vitae van de commissieleden

### **Prof. dr. A. (Arie) de Bruin** (1949)

Arie de Bruin is sinds 2005 hoogleraar aan de Afdeling Software Technology van de Faculteit Electrotechniek, Wiskunde en Informatica (EWT) van de Technische Universiteit Delft. Hij was van 1981-2005 verbonden aan de vakgroep Informatica van de Faculteit Economische Wetenschappen (FEW) van de Erasmus Universiteit Rotterdam (EUR), als ontwerper en docent van een aanzienlijk gedeelte van de informaticavakken uit de curricula Bestuurlijke Informatica en Informatica & Economie van de EUR. Hij verzorgde onderwijs in de vakken Computervaardigheden, Integratie I&E, het vak ICT in de propedeuse Economie, Theoretische Informatica, Concurrency, Programmeren, Fundamentele Algoritmen en Datastructuren, Computerorganisatie, Inleiding Operating Systems, Software Engineering. Zijn onderzoekactiviteiten betroffen gedistribueerd simuleren, algoritmische modellen van financiële markten, semantiek van programmeerconcepten, met name voor parallel rekenen, logisch en object-georiënteerd programmeren, paralleliseren van combinatorische algoritmen, zoekalgoritmen, met name game tree search.

### **Prof. dr .H. (Herwig) Dejonghe** (1957)

Herwig Dejonghe behaalde zijn doctoraat in de Wetenschappen, Wiskunde, in 1984 aan de Universiteit Gent. Vanaf 2004 is hij gewoon hoogleraar aan dezelfde universiteit vanaf 2005 is hij decaan van de Faculteit Wetenschappen. Aan dezelfde faculteit was hij tussen 2002-2005 onderwijsdirecteur.

Van 1985-1988 was hij lid van het Institute for Advanced Studies, Princeton NJ, VS, vervolgens geassocieerd docent (1988), hoofddocent (1991), hoogleraar (1998) en gewoon hoogleraar (2004) aan de Universiteit Gent. Hij was in 1991-1993 Professeur invité (1991-1993) aan de Université Louis Pasteur, Straatsburg. Dejonghe was lid van FWO-commissie E7 (1994-2004) en Commission 2 van het FNRS (1994-1997); Referee voor ASTRON (Nederland); lid van het Belgisch Nationaal Comité voor Sterrenkunde (1991), secretaris (1996-1999), ondervoorzitter (2002-2005), voorzitter (2005-); lid van het Belgisch Nationaal ESO Comité (1989), voorzitter (2003-2006); lid van de Wetenschappelijke Raad van het KMI (1998-); Belgian representative voor OPTICON en het Extremely Large Telescope Steering Committee (2004-2006).

### **Mw. M. (Mirte) Dekkers** (1983)

Mirte Dekkers studeert sinds 2002 wiskunde aan de Radboud Universiteit Nijmegen. Zij behaalde in 2006 haar bachelordiploma en doet nu de onderzoeksvariant van de masteropleiding Mathematics. Zij was van september 2003 tot september 2006 student-lid van de opleidingscommissie en was de laatste twee jaar student-assessor in het bestuur van WiNSt, het onderwijsinstituut voor wiskunde, natuur- en sterrenkunde van de RU. Als student-assistent deed zij ervaring op met het geven van onderwijs. Sinds het begin van haar opleiding is zij actief betrokken bij de pr voor wiskunde en probeert zij middelbare scholieren enthousiast te maken voor een bètastudie. Zij organiseerde tweemaal het jaarlijkse wiskundetoernooi voor scholieren en was mentor voor het project Bèta 1 op 1 van het platform Bèta Techniek. In het najaar van 2006 was zij een van de twee student-leden van de visitatiecommissie Wiskunde.

### **Prof. dr. F. (Freddy) Dumortier** (1947)

Freddy Dumortier is gewoon hoogleraar aan de Universiteit Hasselt. Hij studeerde wiskunde aan de Vrije Universiteit Brussel en is er afgestudeerd in 1969 met de grootste onderscheiding. Hij promoveerde er in 1973, eveneens met de grootste onderscheiding; zijn promotor was prof. dr. F. Takens (RUGroningen).

Tijdens het promotieonderzoek was F. Dumortier aspirant bij het Nationaal Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek en in de periode 1974-1976 was hij aangesteld navorser bij het NFWO. Vanaf 1976 werkte hij aan de Universiteit Hasselt (toen nog Limburgs Universitair Centrum) respectievelijk als hoofddocent (1976-1982), hoogleraar (1982-1983) en gewoon hoogleraar (vanaf 1984). Hij was er decaan van de Faculteit Wetenschappen in 1991-1992 en vicerector in 1992-2004. Hij doceerde cursussen aan de Universiteit Antwerpen, de Katholieke Universiteit Leuven, de Facultés Universitaires Notre Dame de la Paix (Namen) en de Universiteit van Kinshasa. Hij bekleedde een binnenlandse Francqui-leerstoel aan de KULeuven tijdens het academiejaar 1992-1993. Hij verbleef aan meerdere buitenlandse instellingen, waaronder langere perioden aan het IMPA (Rio de Janeiro), het IHES (Bures-s-Yvette), het CRM (Montréal) en het CRM (Barcelona). Hij is lid van de Koninklijke Vlaamse Academie van België voor Wetenschappen en Kunsten en is ondervoorzitter van het Belgische Nationaal Comité voor wiskunde. Hij

was voorzitter van het Belgisch Wiskundig Genootschap (1996-1999). Hij organiseerde meerdere internationale bijeenkomsten, waaronder Equadiff 2003 in Hasselt. Dumortier is auteur van meer dan tachtig internationale publicaties. Hij is lid van de Editorial Board van meerdere internationale wetenschappelijke tijdschriften.

#### **Prof. dr. C.W. (Kees) Hilbers**

Kees Hilbers studeerde aan de Universiteit van Amsterdam en de Vrije Universiteit en vervulde daarnaast een voltijdsbaan bij het Koninklijke Shell Laboratorium in Amsterdam en vervolgens aan de Vrije Universiteit. In 1971 promoveerde hij aan de Vrije Universiteit bij prof. C. MacLean op een fysico-chemisch onderwerp. In datzelfde jaar werd hij aan de Radboud Universiteit benoemd tot lector in de Biofysische Chemie en startte een NMR-groep die zich richtte op de bestudering van structuur-functierelaties van biomacromoleculen. Gedurende een intermezzo van twee jaar was hij werkzaam bij Bell Laboratories in de Verenigde Staten in de groep van Robert Shulman. In 1979 werd hij aan de Radboud Universiteit benoemd tot gewoon hoogleraar Biofysische Chemie, een functie die hij bekleedde tot zijn emeritaat in 2002. Hij was nauw betrokken bij de oprichting van de NSR-onderzoekschool, waarvan hij directeur werd, en van de NSR-RIM-onderzoekschool, waarvan hij tot zijn emeritaat het directeurschap bekleedde. Hij was lid van de Editorial Board van een vijftal internationale wetenschappelijke tijdschriften en was actief in adviesfuncties van wetenschappelijke organisaties (bijvoorbeeld NWO en DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft)). In 1996 werd hij gekozen tot EMBO Member (EMBO European Molecular Biology Organization). Verder was hij gedurende zes jaar lid en voorzitter van de EMBO Fellowship-commissie.

#### **Prof. dr. J.E.J.M. (Hans) van Himbergen (1948)**

Hans van Himbergen was educated as a physicist at Utrecht University where he received a PhD in theoretical physics in 1976. Then he was a postdoc at MIT in the Chemistry Department and a lecturer and assistant professor at the University of California at Santa Barbara and Case Western Reserve University. He returned to Utrecht in 1981, spent another year at MIT as a visiting scientist (1987-1988), and became a professor of theoretical condensed matter physics in 1989 and a full professor of theoretical physics in 1992. His research areas included low dimensional magnetism, density functional theory applied to surface physics, incoherent energy transport, and critical and dynamical behavior in Josephson junction arrays. For many years he served as the scientific director of the Institute for Theoretical Physics and the Dutch Research School of Theoretical Physics, of which he was one of the founders, and then as the Dean of the Faculty of Physics and Astronomy (1995-2001). During this period he also chaired the Physics Chapter of the VSNU (the Dutch Association of Cooperating Universities). He promotes international issues for the university in various capacities. Since 2004 he is also the Dean of University College Utrecht (UCU), the international honors College of Liberal Arts and Sciences at Utrecht University, of which he is one of the founding members. He took the initiative to establish Junior College Utrecht and presently chairs its board

#### **Prof. dr. A. (Ab) van Kammen**

Ab van Kammen is emeritus hoogleraar Moleculaire Biologie van Wageningen UR. Hij studeerde scheikunde aan de Universiteit van Amsterdam en is daar in 1963 met lof gepromoveerd. Van 1958 tot 1972 was hij wetenschappelijk medewerker van het Laboratorium voor Virologie van de toenmalige Landbouwhogeschool in Wageningen. In 1972 werd hij hoogleraar Moleculaire Biologie in Wageningen. Hij is lid van de European Molecular Biology Organization (EMBO) en lid van de afdeling Natuurkunde van de KNAW, sectie Biologie. Van 1976 tot 1980 was hij lid, waarvan de laatste drie jaar als voorzitter, van de Commissie belast met het toezicht op het recombinant DNA-onderzoek en genetische manipulatie in Nederland. Van 1987 tot 1993 was hij lid van het dagelijks bestuur van de stichting Scheikundig Onderzoek Nederland (SON), waarvan de laatste drie jaar als voorzitter. Lid van de EMBO Course Committee 1990-1994. In 1992 medeoprichter van de Onderzoekschool Experimental Plant Sciences (EPS). Voorzitter van het bestuur van EPS van 1996- 2002. Van 1994-1998 lid van de ECOS (Erkenningscommissie Onderzoekscholen) ingesteld door de KNAW. In 1998 was hij voorzitter van de, door de VSNU ingestelde, internationale commissie voor de visitatie van het biologisch onderzoek aan de universiteiten in Nederland. Van 1999 tot 2002 was hij voorzitter van de programmacommissie Genomics van NWO. Hij is lid van de wetenschappelijke adviesraad van het IBL in Leiden. Sinds 2001 is hij lid van de Commissie voor Biochemie en Biofysica van de KNAW. Doctor h.c. Universiteit van Padua, Italië.

**Prof. dr. P. (Paul) Kirschner** (1951)

Paul Kirschner is professor of Educational Sciences at the Department of Pedagogical and Educational Sciences at Utrecht University (as well as head of the Research Centre Interaction and Learning and dean of the Research Master programme Educational Sciences: Learning in Interaction) and professor of Educational Technology at the Educational Technology Expertise Center at the Open Universiteit Nederland with a chair in Computer Supported Collaborative Learning Environments. He is elected member of the CSCL Board (within the International Society for the Learning Sciences), associate editor of the highly ranked journal *Computers in Human Behavior* and editorship of two recent and very successful books (*Visualizing Argumentation* and *What we know about CSCL*). His areas of expertise include computer supported collaborative learning, designing electronic and other innovative learning environments, media-use in education, development of teacher extensive (distance) learning materials, use of practicals for the acquisition of cognitive skills and competencies, design and development of electronic learning and working environments, and innovation and the use of information technology educational systems. He has developed more than 50 courses for the Open University of the Netherlands, primarily in the field of science and technology.

**Ir. K. (Koert) van Mensvoort** (1974)

Koert van Mensvoort ([www.koert.com](http://www.koert.com)) is kunstenaar en onderzoeker. Hij werkt niet stijl- of mediums specifiek, wel draait veel van zijn werk om dezelfde fascinatie: Mens, Techniek en Media. Van Mensvoort studeerde Informatica, Kunst en Filosofie en behaalde een Master of Science (1997) en een Master of Fine Arts (2000). Enkele van zijn werken zijn de *Datafountain*, een via het internet aan de financiële wisselkoersen gekoppelde waterfontein. Voor de VPRO maakte hij de documentaire *Pappa, het Bos ruikt naar Shampoo*, over de spanning tussen werkelijkheid en simulatie. Hij is presentator en medeorganisator van de *Visual Power Show*, een avond over de macht en kracht van het Beeld in Paradiso (Amsterdam), Effenaar (Eindhoven), Zollverein (Essen, Duitsland) en komend jaar in Los Angeles (VS). In 2001 won zijn onderzoek op het gebied van tastbare computerinterfaces een prijs voor de beste prestatie op het gebied van internet en de kunsten van de Internet Society Nederland. Voor de NPS maakte hij de online dansfilm *Drijft*, over een danser zonder lichaam. Hij was gastcurator van 'Bekijk het Maar', een tentoonstelling over visuele communicatie in het Museum voor Communicatie in Den Haag (2004). Hij is initiatiefnemer van het project en de website [www.nextnature.net](http://www.nextnature.net) over de veranderende relatie tussen natuur en cultuur. Momenteel werkt hij aan de afronding van zijn proefschrift 'What you see is what you feel', over het simuleren van tast in grafische user interfaces. Van Mensvoort is codirecteur van de Stichting All Media Amsterdam ([www.all-media.eu](http://www.all-media.eu)), parttime universitair docent aan de TU Eindhoven (faculteit Industrial Design) en docent aan het Sandberg Instituut (masteropleiding van de Rietveld Academie).

**Prof. dr. J.M. (Jules) Pieters** (1947)

Jules Pieters studeerde Psychologie aan de Katholieke Universiteit Nijmegen met hoofdvak Psychologische Functieeler en bijvakken Mathematische Psychologie en Planologie. Hij promoveerde in 1980 aan dezelfde universiteit op een experimenteel-psychologisch onderzoek naar de ruimtelijke waarneming. In 1980 stapte hij over van de vakgroep Psychologische Functieeler (KU Nijmegen) naar de faculteit Toegepaste Onderwijskunde van de Universiteit Twente. In 1991 werd hij benoemd tot hoogleraar Instructietechnologie. Van 1995 tot 2002 decaan van de faculteit Toegepaste Onderwijskunde van de Universiteit Twente. Op 1 september 2002 werd hij benoemd tot opleidingsdirecteur Psychologie aan de Universiteit Twente met de leerstoel Toegepaste Psychologie met bijzondere aandacht voor leren en instructie. Per 1 januari 2007 is hij benoemd tot hoogleraar Toegepaste Psychologie ten behoeve van de Universitaire Lerarenopleiding aan de Radboud Universiteit Nijmegen.

In beroepsverenigingen: voorzitter Divisie Leren en Instructie van de Vereniging voor Onderwijsresearch (1991 - 1999); voorzitter bestuur Vereniging van Onderwijsresearch (1999 - 2003); lid/treasurer Executive Council European Educational Research Association (1999 - 2004); (vice-)voorzitter Nederlands Instituut van Psychologen (2004 - ); lid Raad van Toezicht Instituut voor Leerplanontwikkeling SLO (2007 -).

Lid van de visitatiecommissie onderwijs HBO-Psychologie (2005) en visitatiecommissie onderwijs universitaire Informatica (2006).

**Prof. dr. J.F.G. (Hans) Vliegenthart** (1936)

Hans Vliegenthart is sinds 2003 Honorary professor aan de Universiteit Utrecht (UU). Hij studeerde Chemie aan de UU en promoveerde in 1967 bij prof. dr. J.F. Arens. Hij werd lector Biorganische Chemie in 197, was gewoon hoogleraar van 1980-2003 en decaan van de Faculteit Scheikunde van 1985-1989 en van 2000-2003. Hij was initiator en eerste wetenschappelijk directeur van het Bijvoet Centrum voor Biomoleculair Onderzoek 1988-2000. Diverse functies in nationale en internationale organisaties; gasthoogleraar Kaapstad, Zuid-Afrika 1974 en Tsinghua University Beijing China 2001-2005. Lid KNAW; buitenlands lid Koninklijke Zweedse Academie van Wetenschappen; onderscheidingen onder andere Hilditch Memorial Lecture Award; Honorary Member of the American Society for Biochemistry/Molecular Biology; Doctor h.c. aan de Universiteiten van Debrecen, Lille en Stockholm; Claude S. Hudson Award in Carbohydrate Chemistry van de American Chemical Society; Fellow of the International Union of Pure and Applied Chemistry; Highly Cited Researcher, Institute Scientific Information; Bijvoet Medaille UU; Zilveren Medaille UU; Louis Pasteur Medaille Lille; Medaille Universiteit Rome II; erelid Nederlandse Vereniging voor Glycobiologie; Ridder in de Orde van de Nederlandse Leeuw.

## Bijlage C: Bezoekprogramma

<b>Dag 1, 24 januari</b>	
15:00–18:00	Voorbereidende bijeenkomst van de visitatiecommissie
	Informele kennismaking
<b>Dag 2, 25 januari</b>	
09:00–10:00	Gesprek met vicedecaan + opleidingsdirecteuren
10:00–11:00	Rondleiding en toelichting onderwijs
11:00–11:45	Studenten bacheloropleiding Informatica
11:45–12:30	Studenten masteropleiding Computer Science/Media Technology/ICT in Business
12:30–13:30	Lunch
13:30–14:15	Docenten opleidingen Informatica/Media Technology/ICT in Business
14.15–14.30	Pauze
14:30–15:15	Studenten bacheloropleiding Sterrenkunde
15:15–16:00	Studenten masteropleiding Astronomy
16:00–16:45	Docenten opleiding Sterrenkunde
16:45–17:00	Pauze
17:00–18:00	Vertegenwoordigers van het afnemend veld
<b>Dag 3, 26 januari</b>	
09:00–09:45	Studenten bacheloropleiding Natuurkunde
09:45–10:30	Studenten masteropleiding Physics
10:30–10:45	Pauze
10:45–11:30	Docenten opleidingen Natuurkunde
11:30–13:00	Vervoer naar Delft + lunch
13:00–13:45	Management Delft, decaan + opleidingsdirecteuren
13:45–14:30	Studenten bacheloropleiding LST (ook die van Leiden)
14:30–15:15	Studenten masteropleiding LST (ook die van Leiden)
15:15–16:00	Docenten LST (ook die van Leiden)
16:00–16:15	Pauze
16:15–17:00	Studenten masteropleiding NanoScience (ook die van Leiden)
17:00–17:45	Docenten masteropleiding NanoScience (ook die van Leiden)
17:45–18:30	Rondleiding Delft
<b>Dag 4, 30 januari</b>	
09:00–09:45	Voorzitters Examencommissies, studieadviseurs
09:45–10:30	Studenten Opleidingscommissies
10:30–11:15	Docenten van de Opleidingscommissies
11:15–12:00	Spreekuur
12:00–13:00	Lunch
13:00–13:45	Studenten bacheloropleiding Scheikunde
13:45–14:30	Studenten masteropleiding Chemistry
14:30–15:15	Docenten Scheikunde
15:15–15:30	Pauze
15:30–16:15	Studenten faculteitsraad en studieverenigingen

16:15–17:15	Alumni
17:15–18:00	Intern beraad commissie
<b>Dag 5, 31 januari</b>	
09:00–09:45	Intern beraad commissie
09.45–10:30	Studenten bacheloropleiding Wiskunde
10:30–11:15	Studenten masteropleiding Mathematics
11:15–12:00	Docenten opleidingen Wiskunde
12:00–13:00	Lunch
13:00–14:00	Afsluitend gesprek met faculteitsbestuur
14:00–17:00	Overleg commissie, opstellen voorlopige bevindingen
17:00–17:30	Mondelinge rapportage voorlopig oordeel, afsluiting bezoek
17:30–18:00	Receptie

## Bijlage D: Afkortingen

BC	Biological Chemistry
BKO	Basiskwalificatie Onderwijs
BSA	Bindend Studieadvies
BSc	Bachelor of Science
CHROHO	Centraal Register Opleidingen Hoger Onderwijs
COO	Computer Ondersteund Onderwijs
DS	Design & Synthesis
EC	European Credits
EUR	Erasmus Universiteit Rotterdam
EWI	Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica
Fte	Full-Time Equivalence
Hbo	Hoger Beroepsonderwijs
HL	Hoogleraar
IAC	Inter-Academisch sterrenkunde college
IBL	Institute Biology Leiden
ICLON	Interfacultair Centrum voor Lerarenopleiding, Onderwijsontwikkeling en Nascholing
ICT	Informatie- en Communicatietechnologie
ICTiB	ICT in Business
KNCV	Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging
KUO	Kengetallen Universitair Onderwijs
LACDR	Leiden Amsterdam Centre for Drugs Research
LAPP-Top	Leiden Advanced Pre-university Programme for Top students
LIACS	Leiden Institute of Advanced Computr Science
LIC	Leiden Institute of Chemistry
LION	Leids Instituut voor Onderzoek in de Natuurkunde
LPC	Leren, presteren en communiceren
LST	Life Science & Technology
LUF	Leids Universiteits Fonds
LUMC	Leids Universitair Medisch Centrum
LUSM	Leiden University School of Management
MBA	Master of Business Administration
MI	Mathematisch Instituut
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MSc	Master of Science
MST	Molecular Science and Technology
MT	Media Technology
MUB	Wet Modernisering Universitaire Bestuursstructuur
NG	Natuur en gezondheid (vwo-profiel)
NHN	Nationaal Herbarium Nederland
NT	Natuur en Techniek (vwo-profiel)
NVAO	Nederlands Vlaamse Accreditatie Organisatie
NWO	Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
OC	Opleidingscommissie
OCW	Ministerie voor Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
OD	Opleidingsdirecteur
OER	Onderwijs- en Examenreglement
O&S	Onderwijs en Studentenzaken
PGO	Probleemgestuurd onderwijs
PhD	Postgraduate research degree
PT	Physical & Theoretical Chmeistry
QAA	Quality Assurance Agency for Higher Education (UK)

QANU	Quality Assurance Netherlands Universities
R&D	Research and Development
R&O	Resultaat en Ontwikkeling
R&R	Regels en richtlijnen voor de tentamens, practica en examens
SBB	Science Based Business
SCS	Science Communication and Society
SMST	Sustainable Molecular Science and Technology
STBT	Scheikundige Technologie en Biotechnologie
TNW	Technische Natuurwetenschappen
TUD	Technische Universiteit Delft
UD	Universitair docent
UFO	Universitaire Functieordering
UHD	Universitair hoofddocent
VBI	Visiterende en beoordelende instantie
VSNU	Vereniging van Samenwerkende Nederlandse Universiteiten
Vwo	Voorbereidend Wetenschappelijk Onderwijs
WD	Wetenschappelijk directeur