

Wiskunde

Faculteit Bètawetenschappen,
Universiteit Utrecht

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

Telefoon: 030 230 3100
Fax: 030 230 3129
E-mail: info@qanu.nl
Internet: www.qanu.nl

Projectnummer: Q434

© 2013 QANU

Tekst en cijfermateriaal uit deze uitgave mogen, na toestemming van QANU en voorzien van bronvermelding, door middel van druk, fotokopie, of op welke andere wijze dan ook, worden overgenomen.

INHOUD

Rapport over de bacheloropleiding Wiskunde en de masteropleiding Mathematical Sciences van de Universiteit Utrecht	5
Administratieve gegevens van de opleiding	5
Administratieve gegevens van de instelling.....	5
Kwantitatieve gegevens over de opleidingen	5
Samenstelling van de commissie	6
Werkwijze van de commissie.....	6
Samenvattend oordeel van de commissie.....	9
Behandeling van de standaarden uit het Beoordelingskader voor de beperkte opleidingsbeoordeling.....	13
Bijlagen.....	33
Bijlage 1: Curricula Vitae van de leden van de visitatiecommissie	35
Bijlage 2: Domeinspecifiek referentiekader.....	37
Bijlage 3: Beoogde eindkwalificaties	43
Bijlage 4: Overzicht van het programma	47
Bijlage 5: Kwantitatieve gegevens over de opleidingen	55
Bijlage 6: Bezoekprogramma.....	57
Bijlage 7: Bestudeerde afstudeerscripties en documenten.....	59
Bijlage 8: Onafhankelijkheidsverklaringen.....	61

Dit rapport is vastgesteld op **15 december 2013**.

Rapport over de bacheloropleiding Wiskunde en de masteropleiding Mathematische Wetenschappen van de Universiteit Utrecht

Dit rapport volgt het Beoordelingskader voor de beperkte opleidingsbeoordeling van de NVAO.

Administratieve gegevens van de opleidingen

Bacheloropleiding Wiskunde

Naam van de opleiding:	Wiskunde
CROHO-nummer:	56980
Niveau van de opleiding:	bachelor
Oriëntatie van de opleiding:	wetenschappelijk (wo)
Aantal studiepunten:	180 EC
Afstudeerrichtingen:	Wiskunde; Wiskunde en toepassingen
Locatie(s):	Utrecht
Variant(en):	voltijd
Vervaldatum accreditatie:	31-12-2014

Masteropleiding Mathematische Wetenschappen

Naam van de opleiding:	Mathematische Wetenschappen
CROHO-nummer:	60703
Niveau van de opleiding:	master
Oriëntatie van de opleiding:	wetenschappelijk (wo)
Aantal studiepunten:	120 EC
Afstudeerrichtingen:	nvt
Locatie(s):	Utrecht
Variant(en):	voltijd
Vervaldatum accreditatie:	31-12-2014

Het bezoek van de visitatiecommissie Wiskunde aan de Faculteit Bètawetenschappen van de Universiteit Utrecht vond plaats op 10 en 11 september 2013.

Administratieve gegevens van de instelling

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

Kwantitatieve gegevens over de opleidingen

De vereiste kwantitatieve gegevens over de opleidingen zijn opgenomen in Bijlage 5.

Samenstelling van de commissie

De commissie die de bacheloropleiding Wiskunde en de masteropleiding Mathematische Wetenschappen van de Universiteit Utrecht beoordeelde bestond uit:

- Prof. dr. Frans Keune, emeritus hoogleraar Algebra, Radboud Universiteit Nijmegen (voorzitter);
- Dr. Freek van Schagen, gepensioneerd hoofddocent (docent 1) Wiskunde, VU Amsterdam;
- Prof. dr. Andreas Weiermann, hoogleraar Wiskundige Logica en Theoretische Informatica, Universiteit Gent;
- Dr. Hennie ter Morsche, gepensioneerd UHD Wiskunde, TU Eindhoven;
- Dr. Tjark Tjin-A-Tsoi, directeur Nederlands Forensisch Instituut;
- Rutger Kerkkamp BSc, masterstudent Applied Mathematics aan de Technische Universiteit Delft.

De commissie werd ondersteund door Kees-Jan van Klaveren MA, die optrad als secretaris.

De curricula vitae van de leden van de commissie zijn opgenomen in Bijlage 1.

Werkwijze van de commissie

De beoordeling van de bacheloropleiding Wiskunde en de masteropleiding Mathematical Sciences van de Universiteit Utrecht is onderdeel van een clusterbeoordeling. In het kader van deze clustervisitatie worden in de periode tussen mei en december 2013 vijftienvijf opleidingen van negen verschillende instellingen beoordeeld. De commissie belegde haar formele startvergadering op vrijdag 3 mei 2013 op het kantoor van QANU in Utrecht. Tijdens deze startvergadering werd de commissie geïnstrueerd, werden de taakstelling en werkwijze van de commissie besproken en kwam het domeinspecifieke referentiekader Wiskunde van de Kamer Wiskunde ter sprake. Dat referentiekader is opgenomen in Bijlage 2 bij dit rapport.

De commissie Wiskunde is samengesteld uit in totaal veertien commissieleden:

- Prof. dr. Frans Keune, emeritus hoogleraar Algebra aan de Radboud Universiteit Nijmegen (voorzitter);
- Dr. Freek van Schagen, gepensioneerd hoofddocent (docent 1) Wiskunde aan de Vrije Universiteit Amsterdam;
- Prof. dr. Paul Igodt, gewoon hoogleraar Wiskunde aan KU Leuven Kulak (Kortrijk), België;
- Prof. dr. Andreas Weiermann; hoogleraar Wiskundige Logica en Theoretische Informatica aan de Universiteit Gent, België;
- Prof. dr. Arnold Reusken, hoogleraar Numerieke Wiskunde aan RWTH Aachen University, Duitsland;
- Dr. Hennie ter Morsche, gepensioneerd universitair hoofddocent aan de TU Eindhoven;
- Dr. Hans van der Weide, universitair hoofddocent Technische Wiskunde/Stochastiek aan de Technische Universiteit Delft;
- Dr. Mariëtte Knaap, Licensing Technology Manager Gas Treating for Refineries bij Koninklijke Shell Laboratorium Amsterdam;

- Dr. Marije Elkenbracht-Huizing, managing director bij NIBC Bank;
- Dr. Tjark Tjin-A-Tsoi, algemeen directeur van het Nederlands Forensisch Instituut;
- Dr. Nicky Hekster, technical leader Health Care & Life Sciences Benelux;
- Gijs Boosten, bachelorstudent Wiskunde en Natuur- en Sterrenkunde, Universiteit Utrecht;
- Rutger Kerckamp BSc, masterstudent Applied Mathematics aan de Technische Universiteit Delft;
- Tessa Matser BSc, masterstudent Mathematics aan de Radboud Universiteit Nijmegen.

Voor ieder bezoek werd op basis van eventuele belangenconflicten, expertise en beschikbaarheid een (sub)commissie samengesteld, bestaande uit vijf of zes commissieleden. Om de consistentie binnen het cluster te waarborgen, woont professor Keune als voorzitter op Nijmegen na alle bezoeken bij. Coördinator van de clustervisitatie Wiskunde is Kees-Jan van Klaveren MA, medewerker van QANU. Om de continuïteit te waarborgen, voeren de secretarissen van de verschillende bezoeken herhaaldelijk overleg met de coördinator, die tevens bij de slotvergaderingen van de visitatiebezoeken aanwezig is.

Voorbereiding

Na ontvangst van de zelfevaluatierapporten controleerde de coördinator deze op kwaliteit en compleetheid. De coördinator stuurde deze rapporten door naar de deelnemende commissieleden. Deze lazen de rapportages en formuleerden naar aanleiding van de inhoud vragen. De secretaris verzamelde de vragen en groepeerde deze naar onderwerp en gespreksgreemium.

Naast de zelfevaluatierapporten lazen de commissieleden gezamenlijk vijftien scripties per opleiding. Deze scripties werden in overleg met de commissievoorzitter gekozen uit een lijst van afgestudeerden van de laatste twee voltooide studiejaar. Bij het trekken van de steekproef werden eindcijfer en afstudeerrichting als stratificatiecriteria gehanteerd.

Bezoek

Voorafgaand aan het bezoek maakte de coördinator in overleg met vertegenwoordigers van de opleidingen een programma voor de dagindeling. Het bezoekprogramma is in dit rapport opgenomen als Bijlage 6. Het eerste deel van het bezoek gebruikte de commissie voor een interne vergadering ter voorbereiding op de sessies met delegaties van de opleidingen. Ook werden afspraken gemaakt over de taakverdeling binnen de commissie.

Voorafgaand aan het bezoek heeft de commissie de opleidingen verzocht om gesprekspartners te selecteren. Uitgangspunt bij deze selectie was het criterium van representativiteit: de opleidingen selecteerden studenten en alumni uit verschillende studiejaar en afstudeerrichtingen en docenten met een variërende mate van senioriteit. Gedurende het bezoek sprak de commissie achtereenvolgens met een vertegenwoordiging van het faculteits- en departementsbestuur, studenten, docenten, leden van de opleidings- en examencommissie en alumni.

De commissie bestudeerde tijdens het bezoek bovendien het ter inzage gevraagde materiaal. Studenten en docenten werden in de gelegenheid gesteld om buiten de reguliere gesprekken om met de commissie van gedachten te wisselen. Het laatste deel van het bezoek gebruikte de commissie voor een interne vergadering ter bespreking van de bevindingen. Het bezoek werd afgesloten met een openbare mondelinge rapportage van de eerste indrukken en algemene waarnemingen door de commissievoorzitter.

Rapportage

Op basis van de bevindingen van de commissie stelde de secretaris een conceptrapport op. De commissieleden die bij het bezoek aanwezig waren, werden uitgenodigd om dit rapport te becommentariëren. Na vaststelling van het conceptrapport vroeg de coördinator de betrokken faculteit om het rapport te controleren op feitelijke onjuistheden. Het commentaar van de opleidingen werd vervolgens besproken met de voorzitter en, waar nodig, met de overige commissieleden. Daarna is het rapport definitief vastgesteld.

Beslisregels

In overeenstemming met het Beoordelingskader voor de beperkte opleidingsbeoordeling van de NVAO (d.d. 22 november 2011) heeft de commissie de volgende definities voor de beoordeling van de afzonderlijke standaarden en de opleiding als geheel gehanteerd:

Basiskwaliteit

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

Onvoldoende

De opleiding voldoet niet aan de gangbare basiskwaliteit en vertoont op meerdere vlakken ernstige tekortkomingen.

Voldoende

De opleiding voldoet aan de gangbare basiskwaliteit en vertoont over de volle breedte een acceptabel niveau.

Goed

De opleiding steekt systematisch en over de volle breedte uit boven de gangbare basiskwaliteit.

Excellent

De opleiding steekt systematisch en over de volle breedte ver uit boven de gangbare basiskwaliteit en geldt als een (inter)nationaal voorbeeld.

Samenvattend oordeel van de commissie

Dit rapport geeft de bevindingen en overwegingen weer van de visitatiecommissie Wiskunde over de bacheloropleiding Wiskunde en de masteropleiding Mathematical Sciences van de Universiteit Utrecht. De commissie baseert haar oordeel op informatie uit de kritische reflecties, de bestudeerde scripties en dossiers van eindwerken, de documenten die tijdens het bezoek ter inzage beschikbaar waren en de tijdens de gesprekken verkregen inlichtingen. De commissie heeft voor beide opleidingen zowel positieve aspecten opgemerkt als verbeterpunten gesignaleerd. Na deze tegen elkaar te hebben afgewogen, concludeert de commissie dat beide opleidingen voldoen aan de eisen voor de basiskwaliteit die een voorwaarde zijn voor heraccreditatie.

Bacheloropleiding Wiskunde

Standaard 1

De opleiding profileert zich als een academische wiskunde-opleiding op bachelorniveau, met een herkenbaar wetenschappelijk profiel. De commissie heeft vastgesteld dat de algemene eindtermen van de Undergraduate School op een overtuigende manier zijn gespecificeerd voor de bacheloropleiding Wiskunde. Zij beoordeelt de koppeling aan de Dublin-descriptoren en aan de criteria van het Tuning rapport als overtuigend. Wel is zij kritisch over de vertraagde invoering van de domeinspecifieke eis dat in het curriculum de meeste van acht gespecificeerde wiskundige domeinen zijn opgenomen. Aangezien de opleiding met ingang van het collegejaar 2013/2014 wel aan deze eis voldoet, doet deze bedenking niet af aan het positieve oordeel van de commissie over de eindtermen. Zij concludeert dat de eindtermen passend zijn voor een wiskundige bacheloropleiding op academisch niveau.

Standaard 2

De bacheloropleiding kent de varianten Wiskunde en Wiskunde en Toepassingen; daarnaast krijgen studenten de mogelijkheid om een dubbel majorprogramma te volgen, door wiskunde te combineren met natuurkunde (TWIN) of informatica (TWINFO). De commissie stelt vast dat in de programma's van de verschillende studievarianten de beoogde eindkwalificaties op adequate wijze aan bod komen. De opleiding heeft een sterk academisch profiel dat ambitieuze studenten trekt, mede dankzij de twee dubbele majorvarianten. De programma's bieden veel keuzevrijheid. Dat heeft als nadeel dat in het tweede en derde jaar de programma's beperkt gestructureerd zijn. Ook bestaat het risico dat studenten door de keuzes die ze maken een deel van de oefening met academische vaardigheden missen. De uitbreiding van het tutoraat naar het tweede en derde jaar biedt de opleiding een concrete mogelijkheid om deze problemen tegen te gaan.

Met de opleiding stelt de commissie vast dat de professionele oriëntatie en de contacten met werkveld en alumni nog beperkt zijn. De commissie heeft met instemming kennis genomen van de voornemens van de opleiding om hier, gesteund door het faculteitsbestuur, verbetering in aan te brengen. Anderzijds benadrukt de commissie dat de opleiding haar sterke academische profiel niet uit het oog dient te verliezen ten gunste van professionele oriëntatie.

De commissie heeft enige zorgen bij het universiteitsbrede voornemen om een blokkensysteem in te voeren, waarbij cursussen maximaal tien weken duren. Het aanleren van meer abstracte, theoretische wiskunde vergt de nodige bezinkingstijd. De commissie heeft vastgesteld dat ook de opleiding zich hiervan bewust is. Zij vertrouwt erop dat de opleiding de praktische effecten van deze curriculumherziening zal monitoren en waar nodig van

faculteits- en universiteitbestuur de ruimte zal krijgen om eventuele problemen op adequate wijze te verhelpen.

De matchingsdagen beschouwt de commissie als een interessant experiment om studenten bewuster te laten kiezen voor een studie en om op deze manier de kwaliteit van de instroom te vergroten. Zij roept de opleiding wel op om in de toekomst beter te monitoren waarom studenten met hun studie stoppen, met name in de periode na het eerste jaar.

De commissie oordeelt positief over de studielast en studeerbaarheid van de programma's. Wel wijst zij de opleiding op het krappe tijdspad voor de inmiddels verplichte bachelorscriptie. Ook vraagt de commissie aandacht voor de gelijkmatige opbouw van het niveau over de jaren, gelet op de recente problemen in de overgang van het eerste naar het tweede jaar.

De commissie oordeelt positief over de kwaliteit van de staf. De werkcollegeleiders en – assistenten vormen een waardevolle aanvulling op het docentenkorps.

Een duidelijk verbeterpunt betreft de informatievoorziening. Op het moment van bezoek hanteerde de opleiding nog twee verschillende websites, die niet altijd dezelfde informatie bevatten. De commissie acht goede, tijdige en consistente informatie over de programma's en de roosters van de opleiding cruciaal om studenten zich goed te laten oriënteren op de vele keuzemogelijkheden. De commissie hoopt dat de nieuwe website hierin zal voorzien.

Alles overwegende concludeert de commissie dat de programma's van de bacheloropleiding Wiskunde studenten op een adequate wijze in staat stelt om de beoogde eindkwalificaties te behalen.

Standaard 3

De commissie heeft vastgesteld dat de examencommissie van de Undergraduate School en de deexamencommissie Wiskunde goed op de hoogte zijn van hun wettelijke taak. De deexamencommissie maakt sinds kort ook concreet werk van haar rol in de kwaliteitsborging van toetsen en gerealiseerd eindniveau. Het bestudeerde toetsmateriaal van de opleiding was goed op orde.

De opleiding heeft met ingang van het academisch jaar 2012-2013 de bachelorscriptie tot een verplicht studieonderdeel gemaakt voor alle studenten. De commissie stelt vast dat dit laat is ten opzichte van vergelijkbare opleidingen elders in het land. Verder constateert zij dat de procedures rondom de bachelorscriptie nog beter doordacht moeten worden; zo ontbreekt nog een beoordelingsformulier en acht de commissie het wenselijk om de scriptie duidelijker in de opleiding in te bedden. TWIN-studenten kunnen nog zonder wiskundige scriptie afstuderen; de commissie stelt vast dat dit onwenselijk is met het oog op de transparantie van het behaalde eindniveau.

De bachelorscripties en de dossiers van eindwerkstukken van niveau 3-cursussen laten een voldoende eindniveau zien. Wel is de kwaliteit van de scripties wisselend, als gevolg van onduidelijkheid in de verwachtingen en beoordelingscriteria van de bachelorscriptie. De duidelijke verbeterpunten met betrekking tot transparantie en consistentie van beoordelingscriteria van scripties wegen voor de commissie niet op tegen haar positieve conclusies over het systeem van toetsing en beoordeling en over het gerealiseerd eindniveau.

Masteropleiding Mathematical Sciences

Standaard 1

De opleiding profileert zich als een academische wiskunde-opleiding op masterniveau; de commissie constateert dat de opleiding over een herkenbaar wetenschappelijk profiel beschikt. De commissie stelt vast dat de algemene eindtermen van de Graduate School op een overtuigende manier zijn gespecificeerd voor de masteropleiding Mathematical Sciences. De eindtermen zijn ook op een heldere wijze gekoppeld aan de Dublin-descriptoren.

Standaard 2

De opleiding telt acht specialisatietrajecten, elk ingebed in het onderzoek binnen het departement Wiskunde. De commissie oordeelt positief over het programma van de masteropleiding Mathematical Sciences. De opleiding hanteert een indrukwekkend breed vakkenaanbod, mede dankzij de internationale en interuniversitaire samenwerkingsverbanden die zij is aangegaan. Studenten krijgen zo goed de ruimte zich te specialiseren.

De eindkwalificaties zijn op een evenwichtige manier in het programma vertaald. De opleiding heeft een sterk academisch profiel, waarbij duidelijk gestreefd is naar een nauwe band tussen onderwijs en het eigen onderzoek van de docenten. De commissie ziet de voorgenomen verbeteringen van de professionele oriëntatie van de opleiding met vertrouwen tegemoet en wijst op het belang om in de eerste plaats het sterke academische profiel te handhaven.

De commissie is opgetogen over de groeiende instroom van de laatste jaren. Studenten bleken ook geen aansluitingsproblemen ervaren te hebben in de overstap van de bachelor naar de masteropleiding. De studielast en studeerbaarheid van het programma is naar het oordeel van de commissie goed op orde. De gemiddelde studieduur van afgestudeerden beoordeelt de commissie als redelijk; de commissie roept de opleiding echter wel op om beter zicht te krijgen op de redenen waarom een deel van de studenten uitvalt.

De commissie oordeelt positief over de kwaliteit van de staf. Een duidelijk verbeterpunt betreft de informatievoorziening. Op het moment van bezoek hanteerde de opleiding nog twee verschillende websites, die niet altijd dezelfde informatie bevatten. De commissie acht goede, tijdige en consistente informatie over de programma's en de roosters van de opleidingen cruciaal om studenten zich goed te laten oriënteren op de vele keuzemogelijkheden. De commissie hoopt dat de nieuwe website hierin zal voorzien.

Alles overwegende concludeert de commissie dat de programma's van de masteropleiding Mathematical Sciences studenten op een adequate wijze in staat stelt om de beoogde eindkwalificaties te behalen.

Standaard 3

De commissie heeft vastgesteld dat de examencommissie van de Graduate School en de dealexamencommissie Wiskunde goed op de hoogte zijn van hun wettelijke taak. De dealexamencommissie maakt sinds kort ook concreet werk van haar rol in de kwaliteitsborging van toetsen en gerealiseerd eindniveau. Het bestudeerde toetsmateriaal van de opleiding was goed op orde. De commissie waardeert de inspanningen binnen de masteropleiding Mathematical Sciences om beter zicht te krijgen op de kwaliteit van toetsing van cursussen die binnen Mastermath en Stochastics and Financial Mathematics worden verzorgd.

De masteropleiding Mathematical Sciences kent een fors afstudeerproject, dat naar het oordeel van de commissie goed gestructureerd wordt dankzij het Research Application Form. De 15 scripties die de commissie van deze opleiding gelezen heeft, geven blijk van een voldoende gerealiseerd eindniveau. Met name de toelichtende tekst op de beoordelingsformulieren gaf de commissie een duidelijk beeld van de totstandkoming van de beoordeling. Het formulier kan echter nog verbeterd worden op het vlak van beoordelingscriteria. De verbeterpunten met betrekking tot transparantie en consistentie van beoordelingscriteria van scripties wegen voor de commissie niet op tegen haar positieve conclusies over het systeem van toetsing en beoordeling en over het gerealiseerd eindniveau.

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

Bacheloropleiding Wiskunde

Standaard 1: Beoogde eindkwalificaties	voldoende
Standaard 2: Onderwijsleeromgeving	voldoende
Standaard 3: Toetsing en gerealiseerde eindkwalificaties	voldoende
Algemeen eindoordeel	voldoende

Masteropleiding Mathematische Wetenschappen

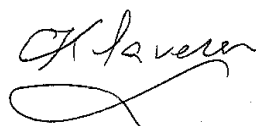
Standaard 1: Beoogde eindkwalificaties	voldoende
Standaard 2: Onderwijsleeromgeving	voldoende
Standaard 3: Toetsing en gerealiseerde eindkwalificaties	voldoende
Algemeen eindoordeel	voldoende

De voorzitter en de secretaris van de commissie verklaren hierbij dat alle leden van de commissie kennis hebben genomen van dit rapport en instemmen met de hierin vastgestelde oordelen. Zij verklaren ook dat de beoordeling in onafhankelijkheid heeft plaatsgevonden.

Datum: 15 december 2013.



Prof. dr. Frans Keune



Kees-Jan van Klaveren MA

Behandeling van de standaarden uit het Beoordelingskader voor de beperkte opleidingsbeoordeling

Standaard 1: Beoogde eindkwalificaties

De beoogde eindkwalificaties van de opleiding zijn wat betreft inhoud, niveau en oriëntatie geconcretiseerd en voldoen aan internationale eisen.

Toelichting:

De beoogde eindkwalificaties passen wat betreft niveau en oriëntatie (bachelor of master; hbo of wo) binnen het Nederlandse kwalificatieraamwerk. Ze sluiten bovendien aan bij de actuele eisen die in internationaal perspectief vanuit het beroepenveld en het vakgebied worden gesteld aan de inhoud van de opleiding.

Bevindingen

Domeinspecifiek referentiekader

De Kamer Wiskunde VSNU heeft in overleg met de opleidingen Wiskunde een domeinspecifiek referentiekader (DSRK, bijlage 2) opgesteld voor de bachelor- en de masteropleidingen binnen het wiskundedomein. Het kader is voorgelegd aan de Innovatiecommissie van het Platform Wiskunde Nederland, dat bestaat uit vertegenwoordigers van het afnemend veld. De Kamer heeft het commentaar van deze commissie als appendix opgenomen in het kader.

Het kader creëert ruimte voor verschillen die tussen de opleidingen kunnen bestaan. Een wiskundeopleiding aan een technische universiteit zal een meer ‘practice based’ profiel hebben, terwijl een wiskundeopleiding van een algemene universiteit meer ‘theory based’ zal zijn. Het DSRK stelt dat het van belang is dat het gekozen profiel past binnen de algemene, internationaal geldende maatstaven. De commissie kan zich hierin goed vinden.

In het kader zijn voor zowel de bachelor- als de masteropleidingen eindkwalificaties geformuleerd. Deze eindkwalificaties zijn vervolgens vertaald in concretere eisen waaraan de curricula moeten voldoen. Zo moet bijvoorbeeld de bachelorstudent grondige kennis verwerven van de reële analyse en de lineaire algebra. Daarnaast moeten in het curriculum de beginselen van differentiaal vergelijkingen, complexe functies, waarschijnlijkheidsrekening en statistiek, meetkunde en topologie, numerieke wiskunde, algebra en getaltheorie, discrete wiskunde en optimalisering, systeemtheorie en besliskunde aan de orde komen. De eindkwalificaties van de masteropleiding bouwen voort op die van de bacheloropleiding. Het specialistische karakter van de opleiding moet, zo stelt het domeinspecifiek referentiekader, in het curriculum tot uitdrukking komen doordat het meerdere geavanceerde onderdelen van de wiskunde behelst, en elke student op ten minste een gebied kennis maakt met recente ontwikkelingen.

De commissie onderschrijft de eindkwalificaties die voor zowel de bachelor- als de masteropleiding Wiskunde zijn geformuleerd in het domeinspecifiek referentiekader. De commissie heeft geconstateerd dat deze eindkwalificaties aansluiten bij de Dublin-descriptoren voor wetenschappelijke opleidingen. Ook kan zij zich goed vinden in de uitwerking van de eindkwalificaties in de curriculumvereisten. De vereisten voor de bacheloropleidingen beslaan alle relevante domeinen en vaardigheden binnen de Wiskunde. Voor de masteropleiding geldt dat het niveau dat van afgestudeerden wordt verwacht, passend is.

Eindkwalificaties van de opleidingen

De eindkwalificaties van de opleidingen zijn in dit rapport opgenomen als Bijlage 3. De Bètafaculteit heeft haar opleidingen ondergebracht in een Undergraduate School voor de bachelor- en een Graduate School voor de masteropleidingen. Voor beide Schools heeft de faculteit een set schoolbrede eindtermen opgesteld. Deze brede eindtermen volgen de Dublin-descriptoren en worden daar in de kritische reflecties ook expliciet aan gekoppeld. Voor de wiskunde-opleidingen zijn specifieke eindtermen ontwikkeld die afgeleid zijn van de schoolbrede eindtermen.

De commissie herkent de eindkwalificaties als passend voor universitaire wiskunde-opleidingen en acht de koppeling aan de Dublin-descriptoren overtuigend. De commissie is van oordeel dat de faculteit een juiste balans heeft gevonden tussen overkoepelende, schoolbrede eindtermen en de specifieke invulling van die eindtermen voor de wiskunde-opleidingen.

Bacheloropleiding Wiskunde

Voor de bacheloropleiding Wiskunde heeft de faculteit een set eindtermen ontwikkeld die draaien om kennis en vaardigheden in de wiskunde, oriëntatie op het vakgebied, academische vaardigheden en voorbereiding op een wiskundige masteropleiding. Voor wat betreft kennis en vaardigheden wordt in de eindtermen onderscheid gemaakt tussen studenten met een major Wiskunde en studenten met een major Wiskunde en Toepassingen. In de kritische reflectie beschrijft de faculteit per eindterm hoe de eindkwalificaties aansluiting zoeken bij de Dublin-descriptoren. Verder wordt aangegeven hoe de opleiding beoogt te voldoen aan de criteria uit het Tuning rapport *Reference points for the design and delivery of degree programmes in mathematics*, waarin op Europees niveau een nadere invulling is gegeven aan de eindkwalificaties voor wiskunde-opleidingen in aanvulling op de meer algemene Dublin-descriptoren.

De commissie heeft de eindkwalificaties van de opleiding bestudeerd en concludeert dat deze voldoen aan de domeinspecifieke eisen. Voor de bacheloropleiding is met ingang van cursusjaar 2013-2014 ook voldaan aan de eis om de meeste van acht wiskundige domeinen in het curriculum op te nemen. De commissie heeft tijdens het bezoek van het opleidingsmanagement vernomen dat de meeste studenten in de praktijk al wel aan deze eis voldeden. Toch is zij kritisch over het feit dat de opleiding pas met ingang van het huidige cursusjaar aan deze domeinspecifieke eis voldoet. Het opleidingsmanagement heeft aangegeven dat een reorganisatie binnen de faculteit tot vertraging heeft geleid bij het doorvoeren van onder andere deze verbetermaatregel (zie ook standaard 2). Daar kan de commissie op zich begrip voor opbrengen, maar zij roept de opleiding wel op om dergelijke verbeterpunten in de toekomst voortvarender op te pakken. De commissie is van oordeel dat de opleiding in haar kritische reflectie mede dankzij de verwijzingen naar Dublin-descriptoren en het Tuning rapport op overtuigende wijze heeft aangetoond dat haar eindtermen passend zijn voor een academische bacheloropleiding in de wiskunde.

Masteropleiding Mathematical Sciences

Volgens de kritische reflectie beoogt de masteropleiding studenten voor te bereiden op een carrière als wiskundige. Zij dienen in staat te zijn tot zelfstandig onderzoek op wetenschappelijk niveau in fundamentele of meer toegepaste richting. Deze ambities heeft de opleiding vertaald in 14 eindkwalificaties die draaien om kennis en inzicht en de toepassing daarvan, oordeelsvorming, communicatie en leervaardigheden. In de kritische reflectie wordt beschreven hoe deze eindkwalificaties zich tot de hoofdpunten uit het domeinspecifieke referentiekader verhouden.

De commissie herkent in de indeling van de eindtermen de eisen van de Dublin-descriptoren voor een academische masteropleiding. Zij heeft de eindkwalificaties van de opleiding vergeleken met het domeinspecifieke referentiekader en daaruit geconcludeerd dat aan alle zes eisen van dat kader wordt voldaan. De eindtermen zijn naar het oordeel van de commissie ook geformuleerd op het juiste niveau: studenten moeten bijvoorbeeld beschikken over ‘in-depth knowledge of at least one area in the field of fundamental or applied mathematics’.

Overwegingen

De commissie heeft kennisgenomen van het domeinspecifieke referentiekader dat de Kamer Wiskunde VSNU heeft opgesteld. Zij onderschrijft de eindkwalificaties die daarin zijn opgetekend voor de bachelor- en de masteropleidingen Wiskunde.

De commissie is van oordeel dat de algemene eindtermen van zowel de Undergraduate School en de Graduate School op een overtuigende manier zijn gespecificeerd voor respectievelijk de bacheloropleiding Wiskunde en de masteropleiding Mathematical Sciences. De eindtermen zijn ook op een heldere wijze gekoppeld aan de Dublin-descriptoren. Voor de bacheloropleiding heeft de opleiding op een adequate wijze beschreven hoe de eindtermen voldoen aan de criteria van het Tuning rapport.

De commissie is kritisch over de vertraagde invoering in de bacheloropleiding van de domeinspecifieke eis dat in het curriculum de meeste van acht gespecificeerde wiskundige domeinen zijn opgenomen. Aangezien de opleiding met ingang van het collegejaar 2013/2014 wel aan deze eis voldoet, doet deze bedenking niet af aan het positieve oordeel van de commissie over de eindtermen. Zij concludeert dat de eindtermen passend zijn voor een wiskundige bacheloropleiding op academisch niveau.

Ook voor de masteropleiding Mathematical Sciences heeft de commissie vastgesteld dat de eindtermen aansluiten bij de domeinspecifieke eisen en daarmee passend zijn voor een academische masteropleiding in de wiskunde.

Conclusie

Bacheloropleiding Wiskunde: de commissie beoordeelt Standaard 1 als **voldoende**.

*Masteropleiding **Mathematische Wetenschappen:*** de commissie beoordeelt Standaard 1 als **voldoende**.

Standaard 2: Onderwijsleeromgeving

Het programma, het personeel en de opleidingsspecifieke voorzieningen maken het voor de instromende studenten mogelijk de beoogde eindkwalificaties te realiseren.

Toelichting:

De inhoud en vormgeving van het programma stelt de toegelaten studenten in staat de beoogde eindkwalificaties te bereiken. De kwaliteit van het personeel en van de opleidingsspecifieke voorzieningen is daarbij essentieel. Programma, personeel en voorzieningen vormen een voor studenten samenhangende onderwijsleeromgeving.

Bevindingen

In dit hoofdstuk besteedt de commissie aandacht aan de programma's van de bacheloropleiding Wiskunde en de masteropleiding Mathematical Sciences. De commissie gaat voor beide opleidingen in op de samenhang en vormgeving van de programma's, de realisatie van de eindkwalificaties in het programma in termen van wetenschappelijke en professionele oriëntatie, het didactisch concept, instroom en rendement en de studielast en de studeerbaarheid. Verder besteedt de commissie aandacht aan het personeel dat het onderwijs binnen de opleidingen verzorgt en aan de studiebegeleiding en opleidingsspecifieke kwaliteitszorg.

2.1.1. Samenhang en vormgeving programma

Bacheloropleiding Wiskunde

In de kritische reflectie staat dat de bacheloropleiding vier varianten kent, elk met een eigen programma. Naast het reguliere programma Wiskunde (180 EC) kent de opleiding de variant Wiskunde en Toepassingen (180 EC), met een groter accent op de toepassingen van wiskunde binnen andere exacte wetenschappen. Verder biedt de opleiding de mogelijkheid een dubbele major te volgen van 217,5 EC. Ook hier kent de opleiding twee varianten: Wiskunde en Natuurkunde (TWIN) of Wiskunde en Informatica (TWINFO).

Binnen het programma Wiskunde volgen studenten in totaal 90 EC aan verplichte domeinvakken. Daarnaast volgen zij 45 EC aan keuzevakken binnen het domein van de wiskunde. De resterende 45 EC bestaat uit vrije profileringsruimte; studenten kunnen deze ruimte naar eigen inzicht vullen met cursussen binnen en buiten de eigen opleiding. Het programma Wiskunde en Toepassing kent iets minder verplichte domeinvakken (75 EC) en iets meer domeingebonden keuzevakken (60 EC). De vrije profileringsruimte is in deze variant even groot. Vanaf het tweede jaar volgen studenten in dit programma twee tot drie clusters aan keuzevakken in uiteenlopende toepassingen van de wiskunde. In totaal biedt de opleiding – veelal in samenwerking met andere opleidingen – zestien clusters aan, met onderwerpen variërend van klimaat tot kunstmatige intelligentie en van graphics tot biologie.

Het TWIN-programma biedt studenten de kans om een dubbel bachelordiploma te halen voor zowel wiskunde als natuurkunde. Studenten volgen 75 EC aan verplichte domeinvakken in de wiskunde, aangevuld met 15 EC aan wiskundige keuzevakken. Verder volgen ze 45 EC aan verplichte domeinvakken in de natuurkunde, aangevuld met 30 EC aan natuurkundige keuzevakken. Studenten kunnen zelf kiezen of zij hun scriptie (15 EC) op het terrein van de wiskunde of natuurkunde schrijven; uit het niet-gekozen domein dienen zij nog een keuzevak te volgen (7,5 EC). De resterende 30 EC bestaat uit vrije profileringsruimte.

Het TWINFO-programma ten slotte levert studenten een dubbel bachelordiploma in wiskunde en informatica op. Studenten volgen voor 82,5 EC aan verplichte cursussen in de

wiskunde, plus voor 22,5 EC aan wiskundige keuzevakken. Verder dienen ze binnen informatica voor 75 EC aan verplichte cursussen en voor 30 EC aan keuzevakken op niveau 3 (het hoogste niveau binnen de bacheloropleiding) te volgen. Studenten ronden het programma af met een wiskundige scriptie van 7,5 EC.

De verschillende varianten hebben een vrijwel vast verplicht programma in het eerste jaar en toenemende keuzevrijheid in het tweede en derde jaar. De cursussen zijn verdeeld in inleidend (niveau 1), verdiepend (niveau 2) en gevorderd (niveau 3) niveau. Deze niveau-indeling valt niet noodzakelijk samen met de studiejaren, maar zijn vooral een indicatie van de vereiste voorkennis op het domein van de cursus. Studenten stellen onder begeleiding van tutores – docenten die studenten individueel inhoudelijk begeleiden – een vakkenpakket samen dat aansluit bij hun interesse en dat de beoogde eindkwalificaties afdekt. Met ingang van het cursusjaar 2012-2013 schrijven alle studenten verplicht een bachelerscriptie.

De commissie heeft de verschillende varianten van de bacheloropleiding bestudeerd en tijdens haar bezoek besproken met studenten en docenten. Zij herkent in de verschillende trajecten de samenhangende elementen die van een wiskunde-opleiding verwacht mogen worden. Zij heeft met tevredenheid vastgesteld dat het wiskundig gehalte van het programma Wiskunde en Toepassingen de afgelopen jaren versterkt is dankzij de invoering van Wat is Wiskunde als verplichte cursus. Vanaf 2013/2014 is ook de cursus Analyse verplicht onderdeel geworden van het curriculum van Wiskunde en Toepassingen.

In de voorbereiding op het bezoek was het haar opgevallen dat de informatie over de verschillende programma's niet optimaal te vinden is. Zo ontbrak in de studiegids informatie over de roostering van de verschillende cursussen en werden ook geen cursuscodes genoemd. Dat laatste maakte het moeilijk om de cursussen op te zoeken in het studentinformatiesysteem OSIRIS. De faculteit gebruikt verschillende websites, die ook niet altijd dezelfde informatie bleken te bevatten. Studenten bleken in de praktijk echter goed in staat om hun eigen programma samen te stellen, al merkten ze wel op dat mededelingen over bijvoorbeeld roosterwijzigingen hen regelmatig pas erg laat bereiken. Het management van de opleiding gaf aan dat het zich van deze problemen bewust is en kondigde aan dat op korte termijn een nieuwe, integrale website gelanceerd zal worden als centrale bron van informatievoorziening. De commissie acht dit een veelbelovende maatregel en beveelt de opleiding aan om de nodige aandacht te blijven besteden aan de beschikbaarheid en consistentie van informatie over de programma's en de roosters.

De commissie stelt vast dat de opleiding een behoorlijk grote mate van keuzevrijheid kent. Studenten gaven aan dat zij waardering hebben voor de breedte van de opleiding, sommigen hebben juist om die reden voor Utrecht gekozen. Ze stelden dat die breedte echter ook een keerzijde heeft: de opleiding is zeker in de latere jaren niet erg gestructureerd. Dat probleem wordt deels ondervangen door het tutorsysteem: van het management begreep de commissie dat dit tutoraat nu ook in het tweede en derde jaar een verplicht karakter zal krijgen. Naar het oordeel van de commissie is het belangrijk voor de studievoortgang en de motivatie van studenten dat zij goed begeleid worden bij hun individuele studietrajecten. Een uitbreiding van het tutoraat kan inderdaad in die behoefte voorzien. De invoering van een verplichte scriptie zorgt wat de commissie betreft ook voor een duidelijker afronding van de opleiding.

Ten slotte heeft de commissie aandacht besteed aan de overgang van het eerste naar het tweede jaar. Een deel van de studenten Wiskunde en Toepassingen die de commissie gesproken heeft, vond het niveauverschil tussen het eerste en tweede jaar wel erg groot. Vooral het abstractiegehalte bleek voor hen een flinke stap. Desgevraagd zeiden docenten dat

zij deze klacht herkenden. Inmiddels is de eerstejaarscursus Analyse ingevoerd om de overgang te versoepelen. De commissie is tevreden over de genomen maatregel. Wel wijst zij erop dat bij de invoering van het blokkensysteem, met kortere en meer intensieve cursussen, opnieuw goed gelet zal moeten worden op de opbouw van met name de meer abstracte en theoretische programma-onderdelen (zie over het blokkensysteem ook 2.1.5, ‘Didactische uitgangspunten’).

Masteropleiding Mathematical Sciences

De masteropleiding Mathematical Sciences is een tweejarige opleiding, opgebouwd uit in totaal 120 EC. In de kritische reflectie staat dat masterstudenten de keuze hebben uit acht mogelijke specialisaties:

- Algebraic geometry and number theory;
- Applied analysis;
- Differential geometry and topology;
- Logic;
- Probability and statistics;
- Pure analysis;
- Scientific computing;
- History of mathematics.

Voor elk van deze specialisaties zijn verplichte vakken vastgesteld door de opleiding. Een overzicht van de verplichte vakken per specialisatie is te vinden in Bijlage 4. Studenten volgen voor ten minste 58 EC aan wiskundige cursussen, eventueel aangevuld met maximaal 15 EC aan overige cursussen. De opleiding wordt afgerond met een afstudeerproject van 47 EC. Studenten krijgen een tutor toegewezen die onderzoek doet op het terrein van de gekozen specialisatie. In overleg met de tutor stellen zij een vakkenpakket samen, dat moet worden goedgekeurd door de examencommissie.

Voor excellente studenten biedt de opleiding in samenwerking met de Utrechtse masteropleiding Theoretical Physics een honoursprogramma aan van 165 EC, dat een dubbel masterdiploma oplevert. Studenten volgen 52,5 EC aan wiskundige en 52,5 EC aan natuurkundige mastervakken en sluiten de dubbele opleiding af met een afstudeerproject van 60 EC.

Studenten kunnen vakken kiezen uit het lokale aanbod. Verder kunnen zij vakken volgen binnen Mastermath, het samenwerkingsverband van alle universitaire wiskunde-departementen in Nederland. Mastermath verzorgt een landelijk aanbod aan wiskundevakken op masterniveau. Ook kunnen studenten cursussen volgen uit de masteropleiding Stochastics and Financial Mathematics, een samenwerkingsverband met de Universiteit van Amsterdam, de Vrije Universiteit Amsterdam en Universiteit Leiden. Ten slotte hebben studenten toegang tot lokale cursussen uit de masteropleiding Applied Mathematics van de TU Eindhoven.

De commissie heeft zich op basis van de kritische reflectie, de gesprekken met studenten en docenten en de cursusbeschrijvingen een beeld gevormd van de opbouw en samenhang van (de specialisaties binnen) de masteropleiding. De commissie stelt vast dat ook de masteropleiding een breed programma heeft dat studenten de mogelijkheid biedt om zich te specialiseren in allerlei deel terreinen van de wiskunde. De specialisaties en vooral ook de begeleiding door de tutor bij de samenstelling van het studiep pad waarborgen de nodige samenhang en structuur. Uit gesprekken met studenten en docenten bleek dat de rol van de

tutor sinds de invoering van het tutoraat in 2011 gegroeid is, met als gevolg dat studenten makkelijker hun weg kunnen vinden met alle keuzemogelijkheden. Wel dient naar het oordeel van de commissie de online beschikbare informatie over het programma op korte termijn te verbeteren: er is geen studiegids voor de masteropleiding en het bleek ook niet gemakkelijk om het huidige Onderwijs- en Examenreglement online te vinden. De commissie beveelt aan om de introductie van de nieuwe website aan te grijpen om de informatievoorziening rondom het onderwijsprogramma te verbeteren.

Voor aanvang van elk afstudeerproject vullen de student en diens begeleidende docent samen het Thesis Application Form in. Daarin staan afspraken over onder andere begin- en einddatum, de omvang en inhoud van het takenpakket, de omvang en regelmaat van begeleiding en de criteria waarop de student uiteindelijk beoordeeld zal worden. De commissie is opgetogen over dit initiatief en is met de opleiding van oordeel dat het formulier helpt om de afstudeerfase op een heldere manier vorm te geven.

2.1.2. Realisatie eindkwalificaties in het programma

Wetenschappelijke oriëntatie

Beide gevisiteerde opleidingen hanteren expliciet academisch georiënteerde eindtermen. Zo beoogt de bacheloropleiding een goede voorbereiding te bieden op nationale en internationale aansluitende masteropleidingen, en dient de masteropleiding studenten te kwalificeren voor een promotietraject. De commissie heeft zich verdiept in het brede cursusaanbod van beide opleidingen, de uitstroom naar promotietrajecten en de opbouw van de programma's. Uit het bestudeerde materiaal en gesprekken met studenten, docenten en alumni bleek dat beide opleidingen een sterk academisch karakter hebben. Dankzij de mogelijkheden om een dubbele bachelor en/of een dubbele master af te ronden binnen de nominale duur van één studie is de faculteit aantrekkelijk voor ambitieuze studenten. De commissie beschouwt het theoretische, wetenschappelijke karakter als het sterkste punt van beide opleidingen en beveelt de faculteit aan om hier in de werving en profilering zwaarder op in te zetten. Daarbij zou ook meer werk gemaakt kunnen worden van internationalisering, bijvoorbeeld door een samenwerkingsverband aan te gaan met wiskunde-opleidingen aan een buitenlandse universiteit. De promovendi die de commissie sprak, voelden zich allen goed voorbereid op hun huidige promotietraject aan andere universiteiten of onderzoeksinstituten.

Wel ziet de commissie nog ruimte voor verbetering, met name bij de bacheloropleiding Wiskunde. De opleiding heeft sinds kort de bachelorscriptie verplicht gesteld voor alle studenten. De commissie acht dit een belangrijke oefening in zelfstandigheid en onderzoeks- en schrijfvaardigheden. Door de recente verplichte invoering lijdt de vormgeving van de scriptie nog wel aan enige kinderziektes. Zo kunnen TWIN-studenten nog altijd afstuderen zonder wiskundige scriptie (ze kunnen kiezen tussen een wiskundige of natuurkundige scriptie) en is de scriptie niet ingebed in een omvangrijker afstudeertraject. De commissie adviseert om deze keuzes te heroverwegen en het academische karakter van de opleiding ook in deze opzichten te versterken.

De grote keuzevrijheid in beide opleidingen past naar het oordeel van de commissie bij het academische profiel, maar heeft ook een keerzijde: het is mogelijk voor studenten om een zodanige vakkenselectie te maken dat zij behoorlijk wat oefening met academische vaardigheden mislopen. De commissie raadt aan om de spreiding van academische vaardigheden af te stemmen op het verplichte vakkenaanbod, en vraagt in het bijzonder aandacht voor de oefening met presentatievaardigheden in de bacheloropleiding. Verder gaven studenten aan dat zij zich na hun bacheloropleiding nog niet volledig voorbereid

voelden op de masterspecialisatie Applied Analysis. Achteraf gezien vonden zij daarvoor het niveau in de voorbereidende bachelorcurcus Inleiding niet-lineaire dynamische systemen te laag. De commissie raadt de opleiding aan om de aansluiting van de bacheloropleiding op deze masterspecialisatie kritisch te volgen en waar nodig te versterken.

Professionele oriëntatie

In de kritische reflecties staat voor beide opleidingen dat de oriëntatie op de arbeidsmarkt verbeterd zou moeten worden. Wel zijn de afgelopen jaren al diverse maatregelen genomen. In de bacheloropleiding Wiskunde is een verplichte cursus Communiceren in de Wiskunde opgenomen, waarin tenminste één gastcollege gewijd is aan de beroepspraktijk. Verder is er de facultatieve cursus Caleidoscoop 2, waarin wiskundigen die buiten de universiteit werken gastcolleges verzorgen. De faculteit organiseert in samenwerking met de studievereniging A-Eskwadraat jaarlijks een carrièremaand; er zijn maandelijks lunchlezingen door vertegenwoordigers van bedrijven, en regelmatig kunnen studenten op excursie naar een bedrijf. Ook heeft de faculteit een educatieve minor ontwikkeld waarmee bachelorstudenten een tweedegraads onderwijsbevoegdheid behalen. Voor de masteropleiding Mathematical Sciences ziet de kritische reflectie vooral verbetermogelijkheden in de contacten met afnemend veld en alumni.

De commissie kan zich voorstellen dat de opleidingen de oriëntatie op de arbeidsmarkt als aandachtspunt gemarkeerd hebben. Uit het gesprek met alumni bleek dat zij achteraf gezien kritisch zijn op de manier waarop de opleiding hen op de arbeidsmarkt heeft voorbereid. Zij misten toepasbare programmeerkennis en hadden direct na hun studie moeite om de waarde van hun kennis en vaardigheden voor de arbeidsmarkt in te schatten. Daar staat tegenover dat studenten slechts beperkt gebruikmaken van de oriëntatiemogelijkheden die de faculteit en de opleidingen inmiddels bieden. Uit het gesprek met het faculteitsbestuur bleek dat arbeidsmarkt en alumnibeleid belangrijke speerpunten zijn voor zowel de Graduate School als voor de faculteit als zodanig. Er zal de komende tijd een meer systematisch alumnibestand worden aangelegd; verder wil de faculteit meer investeren in de contacten met het afnemend veld en heeft zij daartoe inmiddels een maatschappelijke adviesraad ingesteld waarin ook twee wiskundigen zitting hebben. De commissie concludeert dat deze facultaire steun vertrouwen geeft in een verbetering van de professionele oriëntatie van de wiskunde-opleidingen.

Het viel de commissie op dat de masteropleiding Mathematical Sciences in haar reflecties over aansluiting bij en oriëntatie op de arbeidsmarkt relatief weinig aandacht besteedt aan de stagemogelijkheden. Zij raadt de opleiding aan om de zichtbaarheid van stagemogelijkheden te versterken.

Anderzijds hecht de commissie grote waarde aan de academische profilering van de beide opleidingen. Op die punten waar een sterk wetenschappelijk profiel niet geheel samengaat met de praktische toepasbaarheid van kennis en vaardigheden, adviseert de commissie de opleidingen om vast te houden aan het eigen profiel. Gelet op het totaal aan beschikbare oriëntatiemogelijkheden en de facultaire inzet om te investeren in contacten met alumni en het afnemend veld, beoordeelt de commissie de professionele oriëntatie als passend.

Eindkwalificaties en cursussen

Om te bewijzen dat alle eindkwalificaties in de programma's van zowel de bacheloropleiding Wiskunde als de masteropleiding Mathematical Sciences aan bod komen, hebben de opleidingen matrices opgesteld waarin per (verplichte) cursus is aangegeven welke eindterm waar aan bod dient te komen.

De commissie heeft de matrices bestudeerd en vergeleken met de cursusbeschrijvingen. Verder heeft ze van beide opleidingen een steekproef genomen uit het vakkenaanbod en van deze steekproef al het beschikbare materiaal opgevraagd en bestudeerd. Uit het bestudeerde materiaal en gesprekken met studenten en docenten concludeert zij dat alle eindkwalificaties op een adequate manier zijn vertaald in het programma. Wel acht zij de claim dat in de bacheloropleiding in elke cursus eindterm 7 (de mondelinge en schriftelijke presentatie van wiskundige argumenten) aan bod komt discutabel. Ze raadt de opleiding aan om duidelijker vast te leggen in welke cursussen deze presentatievaardigheden in het bijzonder geoefend worden.

2.1.3 Didactische uitgangspunten

In de kritische reflectie over de bacheloropleiding Wiskunde staat dat het programma zo is opgebouwd, dat in de opeenvolgende jaren de behandelde wiskunde steeds abstracter wordt. Verder ligt het accent op kleinschalige en intensieve onderwijsvormen, om zo studenten zelf met het oplossen van wiskundige problemen te laten oefenen. Studenten ontvangen in de loop van elke cursus tussentijdse feedback op hun werk. In de masteropleiding is het onderwijs minder intensief en wordt gestreefd naar toenemende zelfstandigheid van studenten. Studenten bouwen steeds specialistischer kennis op, culminerend in het afstudeerproject waarin zij zelf onderzoek doen op het terrein van hun specialisatie.

De commissie constateert dat de opleidingen een klassiek, docentgericht didactisch profiel hebben. Dit profiel acht zij passend voor academische wiskunde-opleidingen: om een hoog abstractieniveau te bereiken, is veel overdracht van kennis en inzicht nodig. Studenten gaven aan tevreden te zijn met de gehanteerde werkvormen. Docenten stelden dat experimenten met andere werkvormen duidelijk maakten dat studenten zeker in de bachelorfase sturing nodig hebben om niet te veel te missen.

Sinds het cursusjaar 2012-2013 maakt de bacheloropleiding een gefaseerde overstap door van semestercursussen naar een systeem met vier blokken van tien weken. Deze maatregel heeft als effect dat de cursussen korter en intensiever zijn. In 2012-2013 is het eerste jaar in blokken ingedeeld, vanaf 2013-2014 volgen ook het tweede en derde jaar. Deze maatregel is universiteitsbreed ingevoerd en heeft daarom als voordeel dat studenten makkelijker vakken van een andere Utrechtse opleiding kunnen volgen.

De commissie wil nadrukkelijk wijzen op de didactische risico's van deze curriculumherziening. Met name de meer abstracte, theoretische vakken vergen niet alleen intensieve werkvormen, maar vooral ook de nodige tijd om te bezinken. De commissie heeft deze zorg herhaaldelijk aan de orde gesteld tijdens het bezoek. Docenten waren tevreden over de werking van het blokkensysteem in het eerste jaar, maar beaamden dat in het tweede en derde jaar wel de nodige risico's bestaan voor de abstractere vakken. Het opleidingsmanagement gaf aan dat in de nieuwe vormgeving van het tweede en derde jaar rekening is gehouden met langere leerlijnen door cursussen op elkaar aan te laten sluiten, maar heeft toegezegd de praktische uitwerking van de curriculumherziening op de voet te volgen. De commissie spreekt de hoop uit dat wanneer zich inderdaad problemen zouden voordoen met het abstractieniveau van studenten, de bacheloropleiding wiskunde van de faculteit en van het universiteitsbestuur de nodige ruimte krijgt om adequate maatregelen te nemen.

2.1.4 Instroom en rendement

Bacheloropleiding Wiskunde

Uit de instroomcijfers van de opleiding blijkt dat de instroom met meer dan de helft gegroeid is van 87 in 2006 naar 151 in 2011. De afgelopen jaren was de uitval in het eerste jaar vrij fors, rond de 30 procent. De selectiviteit van het eerste jaar is vergroot door het bindend studieadvies. Om de kwaliteit van de instroom te verbeteren, heeft de opleiding met ingang van het cursusjaar 2013-2014 verplichte matchingsdagen voor aankomende studenten ingevoerd die studenten een concreet beeld dienen te geven van de studie voordat zij zich inschrijven. In de kritische reflectie staat dat de afgelopen jaren ook een aanzienlijke uitval bestond in het tweede jaar, een punt van 'grote en constante zorg' voor de opleiding. Het rendement blijft achter bij de universiteitsbreed geformuleerde streefcijfers (maximaal 20% uitval in het eerste jaar en 80% van de herinschrijvers na het eerste jaar haalt in vier jaar een diploma).

De commissie maakte zich aanvankelijk enige zorgen over de matchingsdagen, omdat zij vreesde dat studenten die twijfelen tussen twee of meer studies en pas laat tot een definitieve keuze komen, in Utrecht niet meer terecht zouden kunnen. Deze vrees werd tijdens het bezoek goeddeels weggenomen: het management van de opleiding legde uit dat studenten met meerdere opleidingen kunnen matchen en op meerdere momenten matchingsdagen kunnen bezoeken. De commissie ziet de matchingsdagen als een interessant experiment om de kwaliteit van de instroom te verbeteren.

Tijdens het bezoek heeft de commissie zich ingespannen om te achterhalen waarom de uitval in het tweede jaar de laatste jaren zo hoog is. Een belemmerende factor daarbij was dat op basis van de bestaande cijfers niet te achterhalen viel welk deel van de uitval bestond uit TWIN- of TWINFO-studenten die hun dubbele studie verruilden voor een studie natuurkunde of informatica. Op de tweede dag van het bezoek wist de opleiding deze cijfers alsnog aan te leveren voor het meest recente cohort. Daaruit bleek dat vrijwel de gehele uitval in het tweede jaar bestond uit deze categorie studenten. Deze uitkomst nam de grootste zorgen van de commissie weg; wel roept zij de opleiding dringend op om de redenen voor uitval onder studenten vanaf nu beter te monitoren en waar nodig maatregelen te nemen.

De commissie heeft de rendementscijfers van de bacheloropleiding bestudeerd. Zij acht de universitaire streefcijfers erg ambitieus, maar constateert dat de rendementen onder herinschrijvers wel voor verbetering vatbaar zijn. Daarvoor dient de opleiding haar toezicht op de studievoortgang van studenten in het tweede en derde jaar te vergroten. De uitbreiding van het verplichte tutoraat naar het tweede en derde jaar (zie ook 2.1.9) biedt daartoe aanknopingspunten.

Masteropleiding Mathematical Sciences

Ook de instroom in de masteropleiding is de afgelopen jaren gestaag gegroeid, van 29 in 2006 naar 51 in 2012. Rond de 10 procent van de studenten is afkomstig uit het buitenland. Volgens de kritische reflectie bestaat de instroom voor een substantieel deel uit studenten met een dubbel bachelordiploma. De opleiding is rechtstreeks toegankelijk voor studenten met een Nederlands bachelordiploma wiskunde, bij andere studenten wordt geselecteerd. Eventuele kennisdeficiënties kunnen ondervangen worden met een premaster. De gemiddelde studieduur voor degenen die het diploma behaald hebben, lag de afgelopen jaren op 2,66 jaar.

Uit gesprekken met studenten bleek dat zij geen aansluitingsproblemen ervaren hadden in de overgang van de bachelor- naar de masteropleiding. De commissie is tevreden over de

gemiddelde studieduur, maar wijst erop dat ook voor de masteropleiding een meer systematische registratie van (de redenen voor) uitval gewenst is. Van de cohorten die in 2006 en 2007 begonnen, is respectievelijk een derde en een kwart van de studenten nog altijd niet afgestudeerd. Wellicht doet zich ook hier het verschijnsel voor dat studenten met een dubbel majorprogramma één van beide programma's opgeven.

2.1.5 Studielast en studeerbaarheid

Bacheloropleiding Wiskunde

De bacheloropleiding Wiskunde is voor de bepaling van de studielast uitgegaan van een 40-urige werkweek, waarbij het grootste deel (22,5 tot 24 uur) is ingeruimd voor zelfstudie. Volgens de kritische reflectie hangt de studeerbaarheid van het programma samen met de motivatie van studenten: een behoorlijk deel van de TWIN- en TWINFO-studenten slaagt erin om binnen vier jaar of met minimale uitloop een dubbele major af te ronden.

Studenten gaven tijdens het bezoek aan dat ze de opleiding over het algemeen goed studeerbaar vonden voor wie bereid is zich serieus en voltijds in te zetten. Opvattingen over struikelblokvakken varieerden per student: sommigen hadden moeite met het vak Ringen en Galois Theorie, anderen bleken het abstractieniveau van deze cursus goed aan te kunnen. De invoering van het blokkensysteem in het eerste jaar heeft voornamelijk niet tot problemen geleid met de studeerbaarheid, maar dient wat de commissie betreft ook in de komende jaren goed gevolgd te worden. De commissie stelt op basis van gesprekken met studenten en docenten en de bestudeerde steekproef aan vakken vast dat de studielast en studeerbaarheid van de opleiding over het algemeen goed op orde zijn. Wel heeft zij geconstateerd dat de planning voor de afronding van de bachelorscriptie erg krap is; gelet op de 'harde knip' bestaat het risico dat studenten hierdoor forse vertraging oplopen. De commissie raadt de opleiding aan om de planning van de bachelorscriptie te herzien.

Masteropleiding Mathematical Sciences

In de masteropleiding Mathematical Sciences is de studielast begroot op 40 uur per week. Een klein en over de tijd afnemend deel hiervan bestaat uit contacturen. Mede met het oog op de studeerbaarheid is voor het afstudeerproject een Thesis Application Form ontwikkeld. De commissie acht dit een goede manier om studenten een duidelijke planning te laten maken waaraan zij tijdens hun afstuderen houvast hebben.

Studenten en alumni gaven aan in het masterprogramma geen struikelblokken te ervaren, en ook de Onderwijsadviescommissie (OAC) meldde geen obstakels voor de studeerbaarheid. Studenten ervoeren ook geen aansluitingsproblemen bij cursussen uit het landelijke aanbod van Mastermath. Een deel van de studenten ziet – net als in de bacheloropleiding – kans om met goed resultaat een dubbel majorprogramma te doorlopen. De commissie concludeert dat de studeerbaarheid van de masteropleiding goed op orde is.

2.1.6 Onderwijsgevend personeel

De commissie heeft de lijsten met onderwijsgevend personeel en de gegevens over docentkwaliteit bestudeerd. De vaste staf bestaat uit 25 docenten, die allen zijn gepromoveerd. De commissie heeft verder geconstateerd dat zij op hoog internationaal niveau publiceren en daarmee bijdragen aan het onderzoeksprofiel van beide opleidingen. Onder hen beschikken 20 docenten over een Basiskwalificatie Onderwijs (BKO), 16 docenten hebben ook een Senior kwalificatie Onderwijs (SKO). De vijf docenten zonder onderwijskwalificaties zijn recent aangesteld en volgen nu een traject om de BKO te behalen. De commissie stelt vast dat de onderwijskwalificaties van de staf goed op orde is. De vaste

staf wordt ondersteund door promovendi en student-assistenten. Promovendi treden op als werkcollegeleiders onder eindverantwoordelijkheid van een lid van de vaste staf; studenten worden ingezet als werkcollegeassistenten.

Uit gesprekken met docenten en management bleek dat de werkdruk onder invloed van de curriculumherziening op dit moment aan de hoge kant ligt. De verwachting is dat deze werkdruk weer zal afnemen als alle veranderingen geïmplementeerd zijn. Studenten hebben de laatste tijd ook gemerkt dat docenten door drukte soms minder bereikbaar zijn. Over het algemeen zijn ze echter positief over de toegankelijkheid en beschikbaarheid van docenten. De commissie benadrukt dat nieuwe initiatieven zoals de verdere uitbouw van het tutoraat in het tweede en derde jaar de werkdruk van docenten zullen verhogen. Ook de stijgende studentenaantallen en de invoering van de verplichte bachelorscriptie zullen meer werk met zich meebrengen.

Uit gesprekken met studenten bleek dat zij positief zijn over de kwaliteit en inzet van werkcollegeleiders en –assistenten. Met name de assistenten tonen veel inzet en enthousiasme voor de werkcolleges. De masterstudenten die als werkcollegeassistent optreden, gaven aan dat zij hun onderwijstaak als een waardevolle ervaring zien en goed op hun taak worden voorbereid door de vaste staf. De commissie oordeelt positief over deze manier om bachelorstudenten intensief te begeleiden.

2.1.7 Studiebegeleiding en opleidingsspecifieke voorzieningen

Uit gesprekken met studenten bleek dat de studieadviseur voor hen het eerste aanspreekpunt is bij twijfel over studiekeuze, vragen of problemen rondom het onderwijsprogramma of als zij moeite hebben om de benodigde motivatie of discipline op te brengen. De commissie stelt vast dat de studieadviseur een belangrijk en laagdrempelig aanspreekpunt is voor studenten.

Tijdens het bezoek heeft de commissie ook aandacht besteed aan het tutorsysteem. De commissie acht het waardevol dat studenten in individueel overleg met een aan hen toegewezen docent een inhoudelijk samenhangend studiepad kunnen uitstippelen. Gelet op de ruime keuzemogelijkheden is een dergelijke begeleiding volgens de commissie zeer wenselijk. Het tutoraat bestaat al langere tijd, sinds kort zet de opleiding ook in op verplichte tutorgesprekken in het tweede en derde jaar. Uit het gesprek met studenten van de opleiding bleek dat de behoefte aan tutoraat wisselt per student; wel beschouwden alle studenten de studieadviseur als hun eerste aanspreekpunt. De commissie kan begrip opbrengen voor de voorgenomen intensivering van het tutoraat. Gelet op de invoering van het blokkensysteem biedt het tutoraat een extra mogelijkheid voor docenten om toezicht te houden op de tevredenheid en inhoudelijke voortgang van studenten.

Het Mathematisch Instituut van de Universiteit Utrecht is gehuisvest in het Hans Freudenthal Gebouw, en beschikt over een eigen wiskundebibliotheek. De commissie constateert dat de vakbibliotheek een meerwaarde is voor de opleidingen. Wel is het gebouw en daarmee ook de staf de laatste tijd minder makkelijk bereikbaar geworden voor studenten dan voorheen, omdat de loopbruggen naar de gebouwen met werkplekken voor studenten in verband met verbouwingen zijn afgebroken.

De Faculteit Bètawetenschappen kent twee opleidingscommissies, één voor de opleidingen van de Undergraduate School en één voor de opleidingen van de Graduate School. De opleidingscommissies zijn opgebouwd uit vertegenwoordigers van verschillende opleidingsadviescommissies (OAC's). De OAC Wiskunde bestaat uit vijf docenten en vijf studenten van de beide wiskunde-opleidingen. De OAC adviseert de onderwijsdirecteur over

het onderwijs en stelt verbeteringen voor naar aanleiding van de cursusevaluaties. De visitatiecommissie heeft tijdens het bezoek gesproken met vertegenwoordigers van de OAC en de opleidingscommissies van de Schools. Zij constateert dat de OAC een waardevol instrument is om snel en adequaat in te spelen op problemen die zich voordoen in de beide opleidingen. Wel merkt ze op dat de representativiteit van de OAC vergroot zou moeten worden door studentleden uit verschillende studiepaden en studiejaar in de commissie op te nemen.

Tijdens het bezoek is de commissie herhaaldelijk gestuit op zwakke punten die al door de vorige visitatiecommissie of de opleidingen zelf gesignaleerd waren, maar pas recent zijn vertaald in concrete verbetermaatregelen. Zo uitte ook de vorige commissie al haar zorgen over de informatievoorziening en raadde ze aan de contacten met het werkveld en alumni te structureren. Ook de verplichting voor elke student om een bachelorscriptie te schrijven, is landelijk gezien erg laat vastgelegd. Het faculteitsbestuur heeft toegelicht dat als gevolg van een grote reorganisatie de faculteit aan deze verbetermaatregelen niet de gewenste prioriteit heeft kunnen geven. Inmiddels heeft de faculteit een inhaalslag ingezet. De commissie kan daarvoor begrip opbrengen, maar wijst de faculteit nogmaals met nadruk op de noodzaak om de voorgenomen maatregelen nu voortvarend in de praktijk te brengen.

Overwegingen

Bacheloropleiding Wiskunde

De commissie stelt vast dat in de programma's van de vier varianten de beoogde eindkwalificaties op adequate wijze aan bod komen. De opleiding heeft een sterk academisch profiel dat ambitieuze studenten trekt, mede dankzij de twee dubbele majorvarianten. De programma's bieden veel keuzevrijheid, met als keerzijde dat in het tweede en derde jaar de programma's beperkt gestructureerd zijn. Ook bestaat het risico dat studenten door de keuzes die ze maken een deel van de oefening met academische vaardigheden missen. De uitbreiding van het tutoraat naar het tweede en derde jaar biedt de opleiding een concrete mogelijkheid om deze problemen tegen te gaan.

Met de opleiding stelt de commissie vast dat de professionele oriëntatie en de contacten met werkveld en alumni nog beperkt zijn. De commissie heeft met instemming kennis genomen van de voornemens van de opleiding om hier, gesteund door het faculteitsbestuur, verbetering in aan te brengen. Anderzijds benadrukt de commissie dat de opleiding haar sterke academische profiel niet uit het oog dient te verliezen ten gunste van professionele oriëntatie.

De commissie heeft enige zorgen bij het universiteitsbrede besluit om een blokkensysteem in te voeren. Het aanleren van meer abstracte, theoretische wiskunde vergt de nodige bezinkingstijd. De commissie heeft vastgesteld dat ook de opleiding zich hiervan bewust is. Zij vertrouwt erop dat de opleiding de praktische effecten van deze curriculumherziening zal monitoren en waar nodig van faculteits- en universiteitbestuur de ruimte zal krijgen om eventuele problemen op adequate wijze te verhelpen.

De matchingsdagen beschouwt de commissie als een interessant experiment om studenten bewuster te laten kiezen voor een studie en om op deze manier de kwaliteit van de instroom te vergroten. Zij roept de opleiding wel op om in de toekomst beter te monitoren waarom studenten met hun studie stoppen, met name in de periode na het eerste jaar.

De commissie oordeelt positief over de studielast en studeerbaarheid van de programma's. Wel wijst zij de opleiding op het krappe tijdspad voor de inmiddels verplichte bachelorscriptie. Planningsproblemen met de scriptie kunnen, zeker door de 'harde knip', gemakkelijk tot aanzienlijke studievertraging leiden. Ook vraagt de commissie aandacht voor de gelijkmatige opbouw van het niveau over de jaren, gelet op de recente problemen in de overgang van het eerste naar het tweede jaar.

Masteropleiding Mathematical Sciences

De commissie oordeelt positief over het programma van de masteropleiding Mathematical Sciences. De opleiding hanteert een indrukwekkend breed vakkenaanbod, mede dankzij de internationale en interuniversitaire samenwerkingsverbanden die zij is aangegaan. Studenten krijgen zo goed de ruimte zich te specialiseren in één van de acht specialisatietrajecten.

De eindkwalificaties zijn op een evenwichtige manier in het programma vertaald. Ook de masteropleiding heeft een sterk academisch profiel, waarbij duidelijk gestreefd is naar een nauwe band tussen onderwijs en het eigen onderzoek van de docenten. De commissie ziet ook hier de voorgenomen verbeteringen van de professionele oriëntatie van de opleiding met vertrouwen tegemoet en wijst ook hier op het belang om in de eerste plaats het sterke academische profiel te handhaven.

De commissie is opgetogen over de groeiende instroom van de laatste jaren. Studenten bleken ook geen aansluitingsproblemen ervaren te hebben in de overstap van de bachelor naar de masteropleiding. De studielast en studeerbaarheid van het programma is naar het oordeel van de commissie goed op orde. De gemiddelde studieduur van afgestudeerden beoordeelt de commissie als redelijk; de commissie roept de opleiding echter wel op om beter zicht te krijgen op de redenen waarom een deel van de studenten uitvalt.

Bachelor- en masteropleiding

De commissie oordeelt positief over de kwaliteit van de staf. De volledige staf is gepromoveerd; op enkele nieuwe medewerkers na beschikt ook de hele staf over een basis- of seniorkwalificatie onderwijs. Wel heeft de curriculumherziening de werkdruk verhoogd en voorziet de commissie dat de invoering van de verplichte bachelorscriptie, de stijging van de studentenaantallen en de uitbreiding van het tutoraat die werkdruk nog verder op zal voeren. Dat kan ook een bedreiging zijn voor de bereikbaarheid van docenten voor studenten. De werkcollegeleiders en –assistenten vormen een waardevolle aanvulling op het docentenkorps.

Een duidelijk verbeterpunt voor beide opleidingen betreft de informatievoorziening. Op het moment van bezoek hanteerden de opleidingen nog twee verschillende websites, die niet altijd dezelfde informatie bevatten. De commissie acht goede, tijdige en consistente informatie over de programma's en de roosters van de opleidingen cruciaal om studenten zich goed te laten oriënteren op de vele keuzemogelijkheden. De commissie hoopt dat de nieuwe website hierin zal voorzien.

Het Mathematisch Instituut beschikt over een eigen vakbibliotheek. De commissie beschouwt dat als een meerwaarde voor de beide opleidingen. Door verbouwingen zijn de loopbruggen naar het Hans Freudenthalgebouw helaas afgebroken, waardoor het gebouw minder laagdrempelig toegankelijk is voor studenten.

Voor beide opleidingen heeft de commissie zowel sterke punten als verbeterpunten geconstateerd. Alles overwegende concludeert zij dat de programma's van beide opleidingen studenten op een adequate wijze in staat stellen om de beoogde eindkwalificaties te behalen.

Conclusie

Bacheloropleiding Wiskunde: de commissie beoordeelt Standaard 2 als **voldoende**.

Masteropleiding Mathematische Wetenschappen: de commissie beoordeelt Standaard 2 als **voldoende**.

Standaard 3: Toetsing en gerealiseerde eindkwalificaties

De opleiding beschikt over een adequaat systeem van toetsing en toont aan dat de beoogde eindkwalificaties worden gerealiseerd.

Toelichting:

Het gerealiseerde niveau blijkt uit de tussentijdse en afsluitende toetsen, de afstudeerwerken en de wijze waarop afgestudeerden in de praktijk of in een vervolgopleiding functioneren. De toetsen en de beoordeling zijn valide, betrouwbaar en voor studenten inzichtelijk.

Bevindingen

3.1.1 Systeem van toetsing en beoordeling

In de kritische reflecties staat dat de examencommissies van de Undergraduate School en de Graduate School verantwoordelijk zijn voor de kwaliteitsborging van toetsing en eindkwalificaties. In de praktijk ligt voor de beide wiskunde-opleidingen een belangrijk deel van deze taak bij de dealexamencommissie Wiskunde. De voorzitter van deze dealexamencommissie is ook lid van de examencommissie van de Graduate School, terwijl de secretaris van de dealexamencommissie lid is van de examencommissie van de Undergraduate School.

De dealexamencommissie stelt vast of de door studenten gevolgde programma's voldoen aan de eisen voor het bachelordiploma Wiskunde en het masterdiploma Mathematical Sciences, ziet toe op de kwaliteit van toetsing, stelt fraude of plagiaat vast en legt zo nodig sancties op, beslist over vrijstellingen en bepaalt het judicium. Daarnaast is een facultaire toetsadviescommissie ingesteld die de examencommissie ondersteunt bij de borging van toetskwaliteit en docenten, examencommissies en andere betrokkenen adviseert over toetsing en didactiek.

De visitatiecommissie heeft tijdens haar bezoek met vertegenwoordigers van de examencommissies en de dealexamencommissie gesproken en stelt vast dat de leden goed op de hoogte zijn van hun wettelijke taken. De personele overlap tussen dealexamencommissie en examencommissies garandeert bovendien een voortdurende wisselwerking tussen de meer formele besluiten van de examencommissies en het meer inhoudelijke takenpakket van de dealexamencommissie.

Bacheloropleiding Wiskunde

Binnen de bacheloropleiding Wiskunde hangt het eindcijfer van een cursus altijd af van de resultaten van meerdere toetsen. Naast het eindtentamen zijn kleinere toetsen of inleveropgaven geïntegreerd. Studenten die aan alle verplichtingen van een cursus hebben voldaan, maar een onvoldoende eindcijfer halen (minstens een 4,0), hebben recht op een eenmalige herkansing. De opleiding hanteert schriftelijke tentamens, inleveropdrachten en werkstukken als belangrijkste toetsvormen en maakt daarnaast ook gebruik van presentaties, mondelinge tentamens of take-home tentamens. Toetsen worden opgesteld door de docent van een cursus; de kritische reflectie meldt dat docenten het concept voor de toets vaak voorleggen aan een collega of werkcollegeleiders. De opleiding hanteert met ingang van 2013-2014 toetsmatrijzen voor de vier eerstejaarscursussen van blok 1 en 2 en zal na een evaluatie dit systeem ook voor de overige cursussen invoeren.

De commissie heeft voor een selectie van vakken ook het toetsmateriaal opgevraagd en bestudeerd. Daarnaast heeft de commissie diverse eindproducten bestudeerd van cursussen op niveau 3. Het betrof hier de werkstukken van enkele studenten die hun bacheloropleiding zonder bachelorscriptie hadden afgerond. Uit het bestudeerde materiaal concludeert de

commissie dat de verschillende toetsen de beoogde eindtermen per cursus op een adequate manier afdekken en van passend niveau zijn. De commissie waardeert de inspanningen van de opleiding om met toetsmatrijzen te gaan werken. Zij verwacht dat de kwaliteit en transparantie van de toetsen hierdoor verder zal worden verbeterd.

In de kritische reflectie staat dat de deexamencommissie met ingang van 2012-2013 is begonnen met een jaarlijks terugkerende steekproefsgewijze beoordeling van toetsen. De visitatiecommissie waardeert dit initiatief; docenten bleken echter nog niet op de hoogte van deze maatregel. Uit het jaarverslag van de deexamencommissie bleek dat de steekproef positief was uitgevallen. De deexamencommissie komt ook in actie als de OAC op basis van cursusevaluaties problemen constateert met de toetsing.

Masteropleiding Mathematical Sciences

Volgens de kritische reflectie bestaat een toets over het algemeen uit een schriftelijk tentamen, soms gecombineerd met of vervangen door mondelinge presentaties en/of praktische opdrachten. Meestal, zo stelt de kritische reflectie, wordt de toets vooraf bekeken door een tweede deskundige. Studenten die onvoldoende scores voor een tentamen maar minimaal een 4 halen, hebben recht op een herkansingsmogelijkheid.

De commissie heeft voor een selectie van vakken ook het toetsmateriaal opgevraagd en bestudeerd. Uit het bestudeerde materiaal concludeert de commissie dat de verschillende toetsen de beoogde eindtermen per cursus op een adequate manier afdekken en van passend niveau zijn.

Een behoorlijk deel van het cursusaanbod wordt verzorgd door het landelijke samenwerkingsverband Mastermath. De deexamencommissie bewaakt de kwaliteit van toetsing van deze cursussen door de tentamens bij de individuele docenten op te vragen. Haar bevindingen meldt ze aan het Regieorgaan van Mastermath. Ook voor de cursussen die studenten volgen binnen het samenwerkingsverband Stochastics and Financial Mathematics vraagt de deexamencommissie leerdoelen, evaluaties en tentamens op. De commissie steunt de deexamencommissie in haar streven naar een meer systematische uitwisseling van cursus-toets- en evaluatiegegevens binnen deze samenwerkingsverbanden.

3.1.2 Gerealiseerd eindniveau

Bacheloropleiding Wiskunde

Met ingang van het collegejaar 2012-2013 zullen alle studenten de bacheloropleiding Wiskunde afronden met een bachelorscriptie. De scriptie heeft een omvang van 7,5 EC; TWIN-studenten schrijven een scriptie met een omvang van 15 EC. Volgens de kritische reflectie blijkt het eindniveau van studenten die in de afgelopen jaren zonder scriptie afstudeerden uit het feit dat zij alle cursussen met een voldoende resultaat afgerond hebben.

De commissie acht de invoering van een verplichte bachelorscriptie een belangrijke verbetering in de borging van het gerealiseerd eindniveau, maar verbaast zich erover dat de opleiding deze maatregel niet veel eerder heeft doorgevoerd. De commissie heeft enkele kinderziekten geconstateerd rondom de invoering van de verplichte scriptie. Zo kunnen TWIN-studenten nog altijd afstuderen zonder wiskundig eindwerk. De commissie raadt de opleiding dringend aan om voor deze studenten een scriptieonderwerp voor te schrijven dat op het kruisvlak van de wis- en natuurkunde ligt of ten minste ook een duidelijke wiskundige component bevat. De grotere omvang van de scriptie biedt daartoe naar haar inzicht ook de ruimte. Op dit moment ontbreekt een beoordelingsformulier voor de bachelorscriptie. De

commissie spoort de opleiding aan haast te maken met haar voornemen om een formulier in te voeren; dat vergroot de transparantie van de beoordelingscriteria en de weging die de beoordelaars gehanteerd hebben.

De commissie heeft tijdens het bezoek met management en docenten van gedachten gewisseld over de omvang en inbedding van de bachelorscripties. De opleiding heeft hier recent over nagedacht en gaf de voorkeur aan een kleinere scriptie om zo meer ruimte te houden voor andere programma-onderdelen. De commissie respecteert deze afweging, maar wijst er wel op dat een behoorlijk deel van de studenten (veel) meer tijd in de scriptie steekt dan de voorgeschreven 7,5 EC. Dat laatste had de commissie al geconstateerd op basis van de omvang en kwaliteit van een deel van de scripties en werd tijdens het bezoek ook bevestigd door masterstudenten en alumni. Wellicht biedt een bachelor-variant op het Thesis Application Form uit de masteropleiding hier aanknopingspunten.

De commissie heeft uit de lijst met afgestudeerden 15 studenten geselecteerd die een representatieve selectie vormen van de verschillende varianten. Daarbij heeft zij ook rekening gehouden met het feit dat een deel van de studenten de opleiding zonder (wiskundige) scriptie heeft afgerond. Van deze laatste groep heeft zij de eindwerken van cursussen op niveau 3 bestudeerd als proeve van het gerealiseerd eindniveau.

De scripties en de dossiers van eindwerken gaven naar het oordeel van de commissie blijk van een voldoende gerealiseerd eindniveau. De commissie vond het beduidend makkelijker om het behaalde eindniveau vast te stellen aan de hand van de scripties dan op basis van de dossiers; ook in dit opzicht beschouwt zij de verplichte scriptie als een vooruitgang. Wel viel het de commissie op dat de kwaliteit van de scripties zeer uiteenlopend was: sommige scripties bereikten een zeer hoog niveau, terwijl de commissie andere scripties als krappe voldoende beoordeelde. Van één scriptie stelde de commissie vast dat die relatief weinig wiskunde bevatte, terwijl een andere scriptie beperkte wiskundige diepgang bereikte. Soms ontbrak ook de conclusie. De wisselende kwaliteit van de scripties valt volgens de commissie vooral te verklaren uit het feit dat de opleiding nog niet expliciet heeft vastgelegd volgens welke criteria de scripties worden beoordeeld.

Masteropleiding Mathematical Sciences

In de kritische reflectie staat dat de masteropleiding Mathematical Sciences gebruik maakt van een Research Application Form bij aanvang van het afstudeerproject en een Research Assessment Form bij de beoordeling van de scriptie. Dit formulier heeft als doel om voor de student inzichtelijk te maken hoe het eindcijfer voor de scriptie is bepaald. Studenten worden in de afstudeerfase begeleid door ten minste één stafid, en door twee stafleden uit beide disciplines als zij een dubbele major wiskunde/natuurkunde volgen. Bij het afstuderen is ook een tweede beoordelaar betrokken die in overleg met de begeleider de scriptie en de afstudeervoordracht becijfert.

De commissie heeft in totaal 15 scripties bestudeerd en vastgesteld dat al deze scripties blijk geven van een voldoende gerealiseerd eindniveau. Van de meeste scripties was ook een Research Assessment Form beschikbaar; het formulier maakte de totstandkoming van het eindcijfer inderdaad inzichtelijker. Zo werd een scriptie door de opleiding lager beoordeeld dan op basis van het eindwerk door de commissie verwacht werd: de student bleek lager te scoren omdat hij diverse aanpassingslagen nodig had gehad om tot het eindproduct te komen.

De commissie heeft waardering voor het feit dat het formulier expliciet ruimte biedt om de beoordeling in enkele zinnen toe te lichten. Wel heeft zij opgemerkt dat de criteria van het beoordelingsformulier nog niet erg vastomlijnd zijn, met ook hier als gevolg dat de kwaliteit van scripties wisselt van boven verwachting tot krap voldoende. Ook onder docenten en binnen de (deel)examencommissie bleek het formulier op onderdelen discussie op te roepen. De commissie acht het nuttig als docenten met elkaar in discussie zijn en blijven over hun beoordeling en vertrouwt erop dat deze discussie zal resulteren in duidelijkere beoordelingscriteria.

Overwegingen

De commissie heeft vastgesteld dat de examencommissies en de deexamencommissie Wiskunde goed op de hoogte zijn van hun wettelijke taak. De deexamencommissie maakt sinds kort ook concreet werk van haar rol in de kwaliteitsborging van toetsen en gerealiseerd eindniveau. Ook werken beide opleidingen aan de invoering van toetsmatrijzen. Het bestudeerde toetsmateriaal van beide opleidingen was goed op orde. De commissie waardeert de inspanningen binnen de masteropleiding Mathematical Sciences om beter zicht te krijgen op de kwaliteit van toetsing van cursussen die binnen Mastermath en Stochastics and Financial Mathematics worden verzorgd.

De bacheloropleiding Wiskunde heeft met ingang van het academisch jaar 2012-2013 de bachelorscriptie tot een verplicht studieonderdeel gemaakt voor alle studenten. De commissie stelt vast dat dit laat is ten opzichte van vergelijkbare opleidingen elders in het land. Verder constateert zij dat de procedures rondom de bachelorscriptie nog beter doordacht moeten worden; zo ontbreekt nog een beoordelingsformulier en acht de commissie het wenselijk om de scriptie duidelijker in de opleiding in te bedden. TWIN-studenten kunnen nog zonder wiskundige scriptie afstuderen; de commissie stelt vast dat dit onwenselijk is met het oog op de transparantie van het behaalde eindniveau.

De bachelorscripties en de dossiers van eindwerkstukken van niveau 3-cursussen laten een voldoende eindniveau zien. Wel is de kwaliteit van de scripties wisselend, als gevolg van onduidelijkheid in de verwachtingen en beoordelingscriteria van de bachelorscriptie.

De masteropleiding Mathematical Sciences kent een fors afstudeerproject, dat naar het oordeel van de commissie goed gestructureerd wordt dankzij het Research Application Form. De 15 scripties die de commissie van deze opleiding gelezen heeft, geven blijk van een voldoende gerealiseerd eindniveau. Met name de toelichtende tekst op de beoordelingsformulieren gaf de commissie een duidelijk beeld van de totstandkoming van de beoordeling. Het formulier kan echter nog verbeterd worden op het vlak van beoordelingscriteria.

Voor beide opleidingen stelt de commissie vast dat het systeem van toetsing en beoordeling door recente maatregelen gewonnen heeft aan transparantie en kwaliteitsborging. Ook wordt binnen beide opleidingen een bevredigend eindniveau bereikt in de scripties en de dossiers van eindwerkstukken. De duidelijke verbeterpunten met betrekking tot transparantie en consistentie van beoordelingscriteria van scripties wegen voor de commissie niet op tegen haar positieve conclusies over het systeem van toetsing en beoordeling en over het gerealiseerd eindniveau.

Conclusie

Bacheloropleiding Wiskunde: de commissie beoordeelt Standaard 3 als **voldoende**.

Masteropleiding Mathematische Wetenschappen: de commissie beoordeelt Standaard 3 als **voldoende**.

Algemeen eindoordeel

De commissie heeft kennisgenomen van de beoordelingscriteria die de NVAO heeft opgesteld voor de Beperkte Opleidingsbeoordeling. Zij neemt de oordelen die zij voor de opleidingen bij de verschillende standaarden heeft gegeven in overweging, en concludeert dat voor beide opleidingen het algemene eindoordeel ‘voldoende’ is.

Conclusie

De commissie beoordeelt de *bacheloropleiding Wiskunde* als **voldoende**.

De commissie beoordeelt de *masteropleiding Mathematische Wetenschappen* als **voldoende**.

Bijlagen

Bijlage 1: Curricula Vitae van de leden van de visitatiecommissie

Prof. dr. F.J. (Frans) Keune (1945) is emeritus hoogleraar in de Algebra. Hij studeerde wiskunde met als hoofdrichting algebra en bijvak wijsbegeerte aan de Universiteit van Amsterdam. In 1972 promoveerde hij op het proefschrift 'Homotopical Algebra and Algebraic K-Theory' tot doctor in de Wiskunde en Natuurwetenschappen aan de Universiteit van Amsterdam. Sinds 1973 is hij verbonden aan de Katholieke Universiteit Nijmegen (inmiddels hernoemd tot Radboud Universiteit Nijmegen); daar werd hij in 1997 benoemd tot gewoon hoogleraar in de Algebra. Sinds zijn emeritaat in 2010 doceert hij jaarlijks nog één cursus aan deze universiteit. Keune maakte deel uit van de wiskundegroep in het Europese project Tuning Educational Structures in Europe (2000-2006). In 2004 was hij lid van de visitatiecommissie voor het universitaire wiskundeonderwijs in Vlaanderen. Keune heeft een aantal initiatieven genomen voor verbetering van het wiskundeonderwijs in het Nederlandse secundaire onderwijs.

Dr. F. (Freek) van Schagen (1944) was tot zijn pensioen in 2009 als hoofddocent (docent 1) in de Wiskunde verbonden aan de Faculteit der Exacte Wetenschappen van de Vrije Universiteit Amsterdam. Hij studeerde wiskunde aan de Rijksuniversiteit Leiden, waar hij vervolgens in 1972 promoveerde. Sinds 1970 is hij in verschillende wetenschappelijke functies verbonden geweest aan (voorlopers van) de Faculteit der Exacte Wetenschappen. Van 2001 tot 2008 was hij Opleidingsdirecteur voor de wiskunde-opleidingen van deze faculteit. Hij was mede verantwoordelijk voor het opzetten, organiseren en uitbouwen van het gezamenlijk onderwijsprogramma 'Mastermath' van de masteropleidingen Wiskunde aan de Nederlandse universiteiten. In 2011 was hij als voorzitter van de wedstrijdcommissie en wedstrijdleider betrokken bij de organisatie van de International Mathematical Olympiad in Amsterdam.

Prof. dr. A. (Andreas) Weiermann (1964) is als hoogleraar Wiskundige Logica en Theoretische Informatica verbonden aan de Universiteit Gent. Weiermann studeerde Wiskunde aan de Universität Münster, waar hij vervolgens in 1990 promoveerde en in 1994 habilliteerde. Sinds 2006 is Weiermann verbonden aan de Universiteit Gent, waar hij in 2010 werd benoemd tot hoogleraar. Weiermann heeft ruim 70 wetenschappelijke publicaties op zijn naam staan en is redacteur van het *Journal of Symbolic Logic*. Weiermann is tevens voorzitter van de Opleidingscommissie Wiskunde aan de Universiteit Gent. In 2012/2013 was hij aan deze universiteit de facultair coördinator van de opleiding wiskunde voor de onderwijsvisiteatie Wiskunde in Vlaanderen.

Dr. H.G. (Hennie) ter Morsche (1944) studeerde Wiskunde aan de Katholieke Universiteit Nijmegen. Na het behalen van zijn doctoraal in december 1967 werd hij benoemd als wetenschappelijk medewerker aan de toenmalige Technische Hogeschool Eindhoven, waar hij in 1982 promoveerde op een onderwerp uit de splinetheorie. Naast diverse technisch/wetenschappelijke publicaties heeft hij samen met co-auteurs een tweetal leerboeken geschreven: *Fourier- en Laplace transformaties* (1992) en *Splines en Wavelets* (2000). In het serviceonderwijs en later ook in het onderwijs aan wiskundestudenten heeft hij verschillende niet-curriculaire/bestuurlijke taken verricht. Eind 1985 werd hij benoemd tot Universitair Hoofddocent en in 1997 tot opleidingsdirecteur Wiskunde. Deze functie heeft hij tot bijna aan zijn pensioen eind 2009 vervuld. Voor het Europese programma ErasmusMundus heeft Ter Morsche in samenwerking met de universiteiten van Kaiserslautern (Duitsland) en Linz (Oostenrijk) met succes een masterprogramma Wiskunde ontworpen waarmee een doctoraal diploma kon worden behaald van twee van de drie deelnemende universiteiten (bi-diplomerig). Als opleidingsdirecteur Wiskunde was hij ook

nauw betrokken bij de universitaire lerarenopleiding en bij het ontstaan van Eindhovense School of Education (ESoE).

Dr. T.B.P.M. (Tjark) Tjin-A-Tsoi (1966) is algemeen directeur van het Nederlands Forensisch Instituut. Hij studeerde Natuurkunde aan de Universiteit van Amsterdam, waar hij in 1989 cum laude afstudeerde op de theoretische elementaire deeltjes fysica. In 1993 promoveerde hij op dat onderwerp aan dezelfde universiteit. Tjin-A-Tsoi werkte na zijn promotie onder andere bij Shell, Rabobank, Ernst & Young en de Nederlandse Mededingingsautoriteit (NMa). Sinds 2007 is hij als algemeen directeur in dienst bij het NFI.

R.B.O. (Rutger) Kerckamp BSc (1990) is masterstudent Applied Mathematics aan de Technische Universiteit Delft en masterstudent Econometrics and Management Science aan de Erasmus Universiteit Rotterdam. In 2011 behaalde hij cum laude het bachelordiploma Technische Wiskunde aan de Technische Universiteit Delft. Aan deze universiteit was hij onder meer student-assistent, studentlid van de Opleidingscommissie Technische Wiskunde en studentlid van de Curriculumcommissie Technische Wiskunde.

Bijlage 2: Domeinspecifiek referentiekader

Uitgangspunten

Het domeinspecifieke referentiekader is een van de maatstaven waarlangs de te visiteren opleidingen gemeten worden, en is om die reden richtinggevend bij de werkwijze van de commissie. De Kamer Wiskunde VSNU heeft als representant van de wiskunde opleidingen kaders voorgesteld voor de twee typen bacheloropleidingen *Wiskunde*, waartoe ook de opleidingen Technische Wiskunde aan de Technische Universiteiten gerekend worden, en *Business Analytics*. Ook voor de masteropleidingen binnen het wiskundedomein is een kader opgesteld. Dit is gebeurd in overleg met de Nederlandse wiskundeopleidingen. Aan de Innovatiecommissie van het Platform Wiskunde Nederland, dat bestaat uit vertegenwoordigers van het afnemend veld, is commentaar op het referentiekader gevraagd. Dit commentaar is in een appendix samengevat. De bètadecanen zullen deze kaders uiteindelijk vaststellen. De meerderheid van de opleidingen betreft wiskunde.

Het kader is gebaseerd op het in de onderwijsvisitatie 2007 gebruikte referentiekader [1]. Daarnaast is gebruik gemaakt van het rapport *Reference points for the design and delivery of degree programmes in Mathematics*, opgesteld door de Mathematics Tuning Group [2]. Voor wat betreft het verschil in niveau tussen de bachelor- en mastergraad zijn de Dublin-descriptoren als richtsnoer gehanteerd. Ideeën uit [3] zijn in [1] en [2] verwerkt en komen ook in dit kader terug.

De kaders zijn omschreven in globale eindtermen en in meer concrete eisen waaraan het curriculum moet voldoen. De eindtermen zijn geformuleerd in termen van competenties van de afgestudeerde. Dit leidt tot daarop gebaseerde eisen aan het curriculum: aan welke kennis en vaardigheden in het curriculum moet aandacht worden besteed.

De bacheloropleiding *Business Analytics* bestaat alleen aan de Vrije Universiteit Amsterdam en heeft een duidelijk ander karakter dan de overige onderzochte bacheloropleidingen. In verband daarmee is voor deze opleiding een apart kader geformuleerd.

Het referentiekader voor de masteropleidingen *Wiskunde* biedt voldoende ruimte om dit ook te hanteren voor de masteropleiding *Business Analytics* van de Vrije Universiteit.

Het spreekt vanzelf dat opleidingen met dezelfde naam niet identiek zijn; dat zou ook niet gewenst zijn. Naast bijvoorbeeld verschillen die ontstaan door verschil in onderzoeksspecialisatie van de wetenschappelijke staf van de diverse opleidingen en keuzemogelijkheden die studenten geboden worden, is er een meer structureel verschil tussen opleidingen aan algemene en technische universiteiten (in de terminologie van de QAA: ‘theory based’ en ‘practice based’). Er zijn dan ook meerdere manieren om te voldoen aan de vereisten van het referentiekader. Dat geldt in sterke mate voor de masteropleiding. Essentieel is dat de eigen inkleuring past binnen de algemene, internationaal geaccepteerde maatstaven.

Het referentiekader voor de bacheloropleidingen *Wiskunde* en *Technische Wiskunde*

- Afgestudeerden van een bacheloropleiding *Wiskunde* bezitten een grondige theoretische en praktische kennis van die onderdelen van de wiskunde die internationaal als basisdisciplines worden beschouwd en beheersen de daarbij behorende vaardigheden.
- Zij zijn breed georiënteerd op wiskundig terrein en hebben inzicht in de maatschappelijke functie van het vak.

- Afgestudeerden zijn ingevoerd in de wiskundige denkwijze en zijn vertrouwd met de voor wiskunde karakteristieke mate van abstractie en strengheid in redeneertrant.
- Afgestudeerden hebben inzicht in de manier waarop wiskunde wordt toegepast buiten de wiskunde en hebben enige ervaring opgedaan met deze toepassingen.
- Afgestudeerden hebben kennis van onderzoeksmethoden op het gebied van de wiskunde en hebben enige ervaring opgedaan met het doen van wiskundig onderzoek.
- Afgestudeerden kunnen zowel met vakgenoten als met leken over het vakgebied communiceren.
- Afgestudeerden zijn in staat een masteropleiding in de wiskunde aan een Nederlandse of buitenlandse universiteit met goed resultaat te volgen.
- Afgestudeerden zijn bekend met de mogelijke vervolgstudies en beroepen.
- Afgestudeerden bezitten een voldoende wiskundige basis voor het volgen van een eerstegraadslerarenopleiding Wiskunde.

Deze globale eindtermen laten zich vertalen in de volgende meer concrete eisen aan het curriculum:

- Het curriculum behelst een grondige kennis van de reële analyse (van één en meerdere variabelen) en de lineaire algebra, zowel in theoretisch als praktisch opzicht, vgl. [2] 6.3.1.1.
- Daarnaast behelst het curriculum de beginselen van de meeste van de volgende domeinen van de wiskunde, vgl. [2] 6.3.1 :
 - Differentiaalvergelijkingen;
 - complexe functies;
 - waarschijnlijkheidsrekening en statistiek;
 - meetkunde en topologie;
 - numerieke wiskunde;
 - algebra en getaltheorie;
 - discrete wiskunde;
 - optimalisering, systeemtheorie en besliskunde.
- In het curriculum wordt aandacht besteed aan wiskundige redeneringen en bewijzen en wordt studenten geleerd om in daarvoor in aanmerking komende situaties zelf een redenering en/of bewijs te geven.
- In het curriculum wordt aandacht gegeven aan het verwerven van de noodzakelijke vaardigheden in de verschillende vakgebieden.
- In het curriculum wordt onderricht gegeven in het doen van literatuuronderzoek, het verzamelen van wiskundige informatie via internet, wordt inzicht gegeven in de samenhang binnen de wiskunde en leren studenten onder begeleiding eenvoudig zuiver of toegepast wiskundig onderzoek te doen.
- In het curriculum wordt aandacht besteed aan wiskundige modelvorming en wordt de student geleerd om wiskundige modellen op meerdere van bovengenoemde domeinen der wiskunde bij problemen en situaties buiten de wiskunde te interpreteren en te hanteren.
- In het curriculum wordt onderwijs gegeven in minstens één hogere programmeertaal en/of minstens één wiskundig softwarepakket en wordt studenten geleerd hoe zij deze kunnen gebruiken bij het oplossen van wiskundige en toegepast wiskundige problemen.
- In het curriculum wordt aandacht besteed aan het adequaat schriftelijk en mondeling communiceren over onderdelen van de wiskunde door middel van een schriftelijk rapport en een mondelinge voordracht. De student leert daarbij gebruik te maken van moderne hulpmiddelen, waaronder een TeX-variant.

- In het curriculum wordt aandacht besteed aan oriëntatie op mogelijke vervolgstudies en beroepsmogelijkheden en op de maatschappelijke functie van de wiskunde.

Het referentiekader voor de bacheloropleiding Business Analytics

Een van de te visiteren opleidingen is de bacheloropleiding Business Analytics van de Vrije Universiteit Amsterdam. Deze opleiding heeft een ander karakter en andere doelen dan de klassieke en technische wiskundeopleidingen. De opleiding is “gericht op het toepassen van een combinatie van wiskundige, kwantitatieve en informatietechnologische methoden, met als doel bedrijfsprocessen te verbeteren” (studiegids, 2005-2006). Dit betekent dat de eindtermen en doelstellingen voor wat betreft de wiskunde beperkter zijn dan bij de andere opleidingen. Dat uit zich in de omvang van de te onderwijzen wiskunde: alleen die vakken worden in het curriculum opgenomen die van belang zijn voor deze specifieke doelstelling. Dat uit zich ook in de wijze van behandeling: het abstractieniveau zal niet zo hoog zijn als bij de bacheloropleidingen wiskunde en er zal minder nadruk liggen op het zelf leren bewijzen. Daarnaast omvat de opleiding ook onderdelen uit de informatica en bedrijfseconomie. De opleiding is verder uitdrukkelijk toepassingsgericht. De eisen die aan de afgestudeerden gesteld worden, en die dus bepalend zijn voor de eindtermen van de bacheloropleiding Business Analytics zijn de volgende. Afgestudeerden van een bacheloropleiding Business Analytics bezitten grondige kennis en vaardigheden van die onderdelen van de wiskunde en informatica die bij het beheersen en verbeteren van bedrijfsprocessen relevant zijn.

- Afgestudeerden zijn op de hoogte van de beginselen van de (bedrijfs)economie.
- Afgestudeerden zijn in staat binnen een multidisciplinair teamverband samen te werken aan het beheersen en verbeteren van bedrijfsprocessen, waarbij gebruik gemaakt wordt van basiskennis uit de wiskunde en informatica.
- Afgestudeerden hebben kennis van onderzoeksmethoden op het gebied van de bedrijfs-wiskunde en informatica en hebben enige ervaring opgedaan met het doen van onderzoek op dit terrein.
- Afgestudeerden kunnen zowel met vakgenoten als met leken over het vakgebied communiceren.
- Afgestudeerden zijn in staat een masteropleiding Business analytics aan een Nederlandse of buitenlandse universiteit met goed resultaat te volgen.
- Afgestudeerden hebben inzicht in de mogelijkheden van vervolgstudies en beroepen.

Deze globale eindtermen laten zich vertalen in de volgende meer concrete eisen waar het curriculum aan moet voldoen. Het behelst in ieder geval de beginselen van de volgende domeinen van de wiskunde, informatica en economie:

- Analyse;
- lineaire algebra;
- waarschijnlijkheidsrekening en statistiek;
- optimalisering, systeemtheorie en besliskunde;
- financiële wiskunde;
- programmeren;
- datastructuren en gegevensverwerking;
- accounting en financiering;
- stochastisch modelleren;
- In het curriculum wordt aandacht besteed aan wiskundige modelvorming en wordt de student geleerd om wiskundige modellen op problemen en situaties bij bedrijfsprocessen

toe te passen en te interpreteren.

- In het curriculum wordt kennis verworven van en ervaring opgedaan met diverse wiskundige softwarepakketten en programmeertalen die gebruikt worden in het bedrijfsleven bij het oplossen van kwantitatieve problemen.
- In het curriculum wordt studenten door middel van internet, projecten en bedrijfscases geleerd gegevens te verzamelen en te interpreteren en in teamverband te werken aan multidisciplinaire oplossingen voor problemen bij bedrijfsprocessen.
- In het curriculum wordt aandacht besteed aan onderzoeksvaardigheden.
- In het curriculum wordt aandacht besteed aan het adequaat schriftelijk en mondeling communiceren over het vakgebied. Vaardigheid hierin wordt opgedaan bij groepsprojecten en er wordt geoefend in schriftelijk rapporteren en het houden van mondelinge voordrachten.
- De opleiding biedt de student de mogelijkheid om zich te oriënteren op mogelijke vervolgstudies en beroepsmogelijkheden.

Het referentiekader voor de masteropleidingen Wiskunde¹

De masteropleidingen gaan uit van het kennis en vaardigheden niveau dat in de genoemde bacheloropleidingen bereikt wordt. Deze kennis en vaardigheden vormen de grondslag voor verdergaande specialisatie en verdieping. De masteropleiding bereidt deels voor op beroepen in het bedrijfsleven en de overheid (inclusief het onderwijs), deels voor op een promotietraject. Na voltooiing van dat laatste traject zal soms een wetenschappelijke loopbaan als onderzoeker/docent volgen, soms zal daarna alsnog voor een carrière bij bedrijfsleven of overheid gekozen worden. Dat betekent dat de masteropleidingen meer variatie vertonen dan de bacheloropleidingen. Soms is deze variatie gerealiseerd door op de bacheloropleiding meerdere masteropleidingen te laten aansluiten, soms gebeurt dit door binnen één masteropleiding meerdere varianten te situeren. Daarnaast is de variatie zowel binnen één masteropleiding als tussen masteropleidingen onderling, door de verdergaande specialisatie en sterkere onderzoeksoriëntatie, duidelijk groter dan bij de bacheloropleidingen.

Uit een en ander volgt dat de eisen die aan een masterdiploma gesteld moeten worden, en dus ook de eindtermen en doelstellingen van de masteropleiding globaler en minder specifiek zullen zijn dan die van de bacheloropleiding. Afhankelijk van de gekozen masteropleiding, of variant daarbinnen, kunnen verschillende accenten worden gelegd bij het bereiken van de eindtermen en doelen.

De eisen die aan de afgestudeerde wiskundigen gesteld worden, en die dus bepalend zijn voor de eindtermen voor de masteropleidingen Wiskunde, zijn de volgende:

- Afgestudeerden beschikken over een brede kennis van de wiskunde en op een of meerdere deelgebieden over specialistische kennis van hoog internationaal niveau.
- Afgestudeerden hebben zich de eigenschappen en kwaliteiten van wetenschapsbeoefenaar eigen gemaakt en zijn in staat zijn zich ook op gebieden van de wiskunde buiten hun specialisatie in te werken en zich op de hoogte te stellen van recente ontwikkelingen op een dergelijk gebied.
- Indien een afgestudeerde een masteropleiding heeft gevolgd die gericht is op het

¹ Hierbij inbegrepen de masteropleidingen Applied Mathematics, Stochastics and Financial Mathematics, Business Analytics, Mathematical Physics, Industrial and Applied Mathematics en Scientific Computing.

toepassen van wiskunde in een bepaald vakgebied buiten de wiskunde of op een bepaald maatschappelijk terrein, beschikt de afgestudeerde over voldoende kennis van dat gebied of terrein.

- Afgestudeerden hebben ervaring opgedaan met het onder begeleiding verrichten van zuiver of toegepast wiskundig onderzoek op een internationaal erkend niveau.
- Afgestudeerden zijn in staat als wiskundige met in andere richtingen opgeleiden samen te werken. Zij zijn in staat op hoog niveau schriftelijk en mondeling verslag te geven en met wiskundigen en anders opgeleiden te communiceren.
- Afgestudeerden beschikken over wiskundige kennis van voldoende diepgang en breedheid om, bij gebleken geschiktheid en belangstelling, als wiskundige bij bedrijfsleven of overheid, of als eerstegraads docent in het onderwijs werkzaam te zijn, of een – eventueel internationaal – promotietraject met succes te kunnen afronden.

Dit vertaalt zich in de volgende eisen die aan het curriculum gesteld worden:

- Het curriculum behelst meerdere geavanceerde onderdelen van de wiskunde en elke student maakt ten minste op een gebied kennis met recente ontwikkelingen.
- In het curriculum wordt passende aandacht besteed aan het zich eigen maken van resultaten uit andere disciplines binnen de wiskunde dan de eigen specialisatie en het daar adequaat mee omgaan.
- In het geval van een masteropleiding die gericht is op het toepassen van wiskunde op een bepaald gebied buiten de wiskunde bevat het curriculum voldoende onderdelen uit dat gebied in geval de student deze kennis nog niet bezit.
- Het curriculum omvat een afstudeeropdracht en/of (bedrijfs)stage waarin de student zuiver of toegepast wiskundig onderzoek verricht en daarvan door middel van een afstudeerverslag en afstudeerpresentatie op adequate wijze verslag uitbrengt.
- Het curriculum biedt studenten de mogelijkheid om, indien gewenst, onderzoek binnen een team met anders opgeleiden te verrichten. In het geval van een masteropleiding die gericht is op het toepassen van wiskunde op een bepaald vakgebied buiten de wiskunde of op een bepaald maatschappelijk terrein is dit in ieder geval een onderdeel van het curriculum.
- In de opleiding vindt voorlichting plaats over de beroepsmogelijkheden en de mogelijkheden tot promotie.

Referenties

- [1.] Rapport Visitatiecommissie wiskunde 2007
<http://www.qanu.nl/comasy/uploadedfiles/wiskunde2007def.pdf>
- [2.] *Reference points for the design and delivery of degree programmes in Mathematics*, Mathematics Tuning Group
http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/key_documents/tuningmathematicsfinal.pdf
- [3.] *The Benchmark document on Mathematics, Statistics and Operational Research*, from the UK Quality Assurance Agency for Higher Education,
<http://www.qaa.ac.uk/crntwork/benchmark/phase2/mathematics.pdf>.

Appendix

Samenvatting commentaar uit de commissie Innovatie PWN.

1. De commissie wijst erop dat het op ruime wijze besteden van aandacht aan- en het onderwijzen van toepassingen er toe kan leiden dat de harde wiskunde in het curriculum onder druk kan komen te staan en dat dit ook voor afgestudeerden in de toegepaste wiskunde zeer onwenselijk is.
2. De commissie ziet als gevaar van het met meerdere studenten aan wiskundeproject werken, dat wiskundig zwakkere studenten kunnen vluchten in presentatie en communicatie en de wiskundige content verwaarlozen.
3. De commissie onderschrijft het belang van het vermogen van met name de afgestudeerden in de toegepaste wiskunde om over hun vak te communiceren. Zij benadrukt dat dit altijd relatief zal zijn. “Ik kan nog steeds niet aan leken uitleggen wat mijn proefschrift voorstelde en ik zie mijzelf toch niet als de grootste nerd of theoreticus”
4. De commissie suggereert de referentiekaders voor de Bacheloropleidingen zo algemeen te formuleren dat één kader voor alle Bacheloropleidingen wiskunde volstaat.

Bijlage 3: Beoogde eindkwalificaties

Bacheloropleiding Wiskunde

De schoolbrede eindtermen, zoals verwoord in de Onderwijs en Examenregeling, zijn:

1. Met de opleiding wordt beoogd:
 - kennis, vaardigheid en inzicht op het gebied van de major en het bereiken van de eindkwalificaties genoemd in het tweede lid.
 - academische vorming. Hieronder wordt verstaan het ontwikkelen van competenties (kennis, vaardigheden en attitudes) ten aanzien van:
 - academisch denken, handelen en communiceren;
 - hanteren van relevant wetenschappelijk instrumentarium;
 - (wetenschappelijk) communiceren in de eigen taal;
 - hanteren van specifieke kennis van een vakgebied in een bredere wetenschappelijke, wetenschapsfilosofische en maatschappelijk/culturele context.
 - voorbereiding op een verdere studieloopbaan.
2. De afgestudeerde:
 - heeft kennis van en inzicht in het vakgebied van de major.
 - heeft kennis van en inzicht in de theoretische en methodologische grondslagen van de major.
 - beschikt over algemene academische vaardigheden, in het bijzonder met betrekking tot de major.
 - is in staat om kennis en inzicht op dusdanige wijze toe te passen, dat dit een professionele benadering van zijn/haar werk of beroep laat zien.
 - kan een praktijkvraag of probleem op het vakgebied herformuleren tot een duidelijke en onderzoekbare probleemstelling; de daarin vervatte begrippen op adequate wijze operationaliseren; een onderwerp zowel theoretisch als empirisch bestuderen, in onderlinge samenhang; het resultaat weergeven in een coherent betoog dat wordt afgesloten met een heldere, synthetiserende conclusie; de resultaten gebruiken voor het beantwoorden van de praktijkvraag of het bijdragen aan verheldering en zo mogelijk oplossing van het probleem; vormt een oordeel dat mede gebaseerd is op het afwegen van relevante sociaalmaatschappelijke, wetenschappelijke of ethische aspecten.
 - is in staat om informatie, ideeën en oplossingen over te brengen op een publiek bestaande uit specialisten of niet-specialisten.
 - bezit de leervaardigheden die noodzakelijk zijn om een masteropleiding aan te gaan.

De specifieke eindtermen voor de opleiding Wiskunde zijn afgeleid van bovengenoemde schoolbrede eindtermen.

Kennis en vaardigheden wiskunde:

1. De bachelor bezit basiskennis van de wiskunde en beheerst basisconcepten van de wiskunde op een internationaal erkend bachelorniveau.
2. De bachelor bezit vaardigheid in het verzamelen van wiskundige informatie via internet, zelfstandig literatuuronderzoek en eigen onderzoek.
3. De bachelor heeft actief kennisgemaakt met specifieke wiskundige denkwijzen, met name wiskundig bewijzen en wiskundige abstracties. De bachelor die de

major Wiskunde heeft gevolgd heeft vaardigheid gekregen in het zelf hanteren van deze denkwijzen.

4. De bachelor heeft actief kennis gemaakt met het gebruik van wiskundige modellen voor processen of situaties in buiten-wiskundige context, met terugkoppeling naar niet-wiskundige gebruikers; de bachelor die de major Wiskunde en Toepassingen heeft gevolgd heeft vaardigheid in het zelf hanteren van wiskunde in buiten-wiskundige situaties en heeft kennisgemaakt met een aantal wetenschappelijke disciplines waarin wiskunde een essentiële rol speelt (bijvoorbeeld economie, informatica, natuurkunde, chemie, geologie, biologie).
5. De bachelor bezit vaardigheid in het gebruik van computers en andere voor wiskunde relevante ICT-technieken.

Oriëntatie op het vakgebied:

6. De bachelor bezit een brede oriëntatie op het gebied van de wiskunde en haar toepassingen en een beeld van de voortschrijdende ontwikkeling daarin.

Academische vaardigheden:

7. De bachelor bezit vaardigheid in het schriftelijk en mondeling presenteren van wiskundige argumenten, voor doelgroepen met verschillend wiskundige niveaus.
8. De bachelor bezit een kritische houding ten aanzien van zowel de wiskunde als de gebieden waar wiskunde wordt toegepast en is in staat relevante (niet-wiskundige) maatschappelijke of ethische aspecten in zijn oordeel mee te wegen.

Vorbereiding op een vervolgstudie:

9. De bachelor heeft een goede voorbereiding op een aansluitende masteropleiding, zowel nationaal als internationaal.

Masteropleiding Mathematical Sciences

De beoogde doelen zijn geconcretiseerd in de volgende eindkwalificaties die op cursusniveau getoetst kunnen worden. Deze eindkwalificaties zijn afgeleid van de breder geformuleerde eindkwalificaties van de Graduate School, die geformuleerd zijn in de Onderwijs en Examenregeling (Bijlage B12).

De afgestudeerde van masterprogramma Mathematical Sciences:

Schoolbreed	Programmaspecifieke invulling
Kennis en inzicht	
1. Is in staat om met de kennis van tenminste één van de deelgebieden van de Natural Sciences een wezenlijke bijdrage te leveren aan het ontwikkelen en/of toepassen van wetenschappelijke concepten en methodes, veelal in onderzoeksverband.	have theoretical and practical knowledge of advanced general concepts, principles and techniques of fundamental and applied mathematics;
2. Is in staat de belangrijke recente ontwikkelingen binnen tenminste één van de deelgebieden de Natural Sciences te overzien en de implicaties van die ontwikkelingen voor vakgebied en samenleving aan te geven.	have an overview of the area of scientific research and development concerned; have the skills to communicate conclusions both written and orally, as well as the underlying knowledge, grounds and considerations, to an audience composed of specialists or non-specialists in English;
3. Is in staat om gespecialiseerde vakliteratuur op tenminste één van de deelgebieden van de Natural Sciences adequaat te hanteren en te interpreteren.	have in-depth knowledge of at least one area in the field of fundamental or applied mathematics such that the international research literature can be understood;
Toepassen kennis en inzicht	
4. Is in staat een probleem uit het domein van de Natural Sciences te vertalen in een voor	have the skills to: assimilate complex mathematical ideas and arguments;

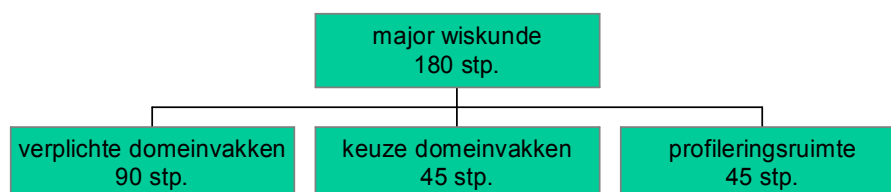
Schoolbreed	Programmaspecifieke invulling
wetenschapontwikkeling, productontwikkeling of educatie relevante en geschikte onderzoeksvraag.	identify, formulate, analyse and suggest independently possible solutions to problems in the field of mathematical sciences;
5. Is in staat bij deze onderzoeksvraag een passend onderzoeksontwerp te formuleren conform de daarbij vereiste methodologische en wetenschappelijke standaard.	have the skills to: identify, formulate, analyse and suggest independently possible solutions to problems in the field of mathematical sciences; conduct research in the field of mathematical sciences and report on it in a manner that meets the customary standards of the discipline (including correct referencing, appropriate layout and style);
6. Is in staat dit onderzoek op eigen kracht en met de vereiste zorgvuldigheid en ethische verantwoordelijkheid uit te voeren en de daarbij empirisch verkregen data of andere uitkomsten op juiste wijze te verwerken, te analyseren, te interpreteren en te evalueren.	have the skills to conduct research in the field of mathematical sciences and report on it in a manner that meets the customary standards of the discipline (including correct referencing, appropriate layout and style);
Oordeelsvorming	
7. Is in staat de uitkomsten van empirisch of theoretisch onderzoek te bediscussiëren en te verbinden met de huidige wetenschappelijke stand van zaken en literatuur.	have the skills to work together in a (possibly interdisciplinary) team of experts with different backgrounds;
8. Is in staat de relevantie aan te geven van dit onderzoek voor de oplossing van vragen en problemen op het gebied van de Natural Sciences, waar mogelijk ook vanuit een maatschappelijk standpunt.	have the skills to communicate conclusions both written and orally, as well as the underlying knowledge, grounds and considerations, to an audience composed of specialists or non-specialists in English;
9. Is in staat kritisch te reflecteren op de eigen inspanningen als onderzoeker op het gebied van de Natural Sciences vanuit een maatschappelijk perspectief.	have theoretical and practical knowledge of advanced general concepts, principles and techniques of fundamental and applied mathematics, which enables them to evaluate, in a broad perspective their own research and research of others;
Communicatie	
10. Is in staat de resultaten van onderzoek zowel schriftelijk als mondeling duidelijk over te brengen op een publiek van specialisten en niet-vakdeskundigen in een internationale context.	have the skills to communicate conclusions both written and orally, as well as the underlying knowledge, grounds and considerations, to an audience composed of specialists or non-specialists in English;
11. Is in staat effectief te functioneren in een mogelijk multidisciplinair samengesteld onderzoeksteam.	have the skills to work together in a (possibly interdisciplinary) team of experts with different backgrounds;
Leervaardigheden	
12. Bezit de vaardigheid om het eigen leer- en ontwikkelproces tijdens de studie te evalueren en zichzelf zonedig te motiveren en 'bij te sturen'.	have the skills to reflect on their own research and on research of others;
13. Heeft zich een effectieve en resultaatgerichte werkwijze eigen gemaakt die hem of haar in staat stelt om zelfstandig te functioneren op een competitieve arbeidsmarkt.	have the skills to conduct research in the field of mathematical sciences and report on it in a manner that meets the customary standards of the discipline;
14. Heeft de kwalificatie om een promotieopleiding te verkrijgen, dan wel een functie op de arbeidsmarkt.	should be able to enroll in a PhD programme in mathematics, or begin a career as a professional mathematician.

Bijlage 4: Overzicht van de programma's

Schematisch programmaoverzicht bacheloropleiding Wiskunde

Major Wiskunde

Schematisch overzicht globale opbouw:



Verplichte cursussen (7,5 EC per vak)

Code	Naam	Niveau
WISB 101	Wat is Wiskunde	1
WISB 106	Communiceren in de Wiskunde	1
WISB 114	Analyse	1
WISB 121	Lineaire algebra A	1
WISB 132	Infinitiesimaalrekening A	1
WISB 137	Infinitiesimaalrekening B	1
WISB 134	Modellen en simulatie	1
WISB 161	Inleiding Kansrekening	1
WISB 399	Kleine scriptie	3

Keuze domeinvakken (ten minste vier; 7,5 EC per vak)

Code	Naam	Niveau
WISB 211	Functies en reeksen	2
WISB 221	Groepentheorie	2
WISB 231	Differentiaalvergelijkingen	2
WISB 251	Numerieke wiskunde	2
WISB 243	Inleiding Topologie	2
WISB 311	Complexe functies	3
INFOB3DW	Discrete Wiskunde	3

Overige keuzevakken wiskunde (tenminste 37,5 EC; 7,5 EC per vak)

Code	Naam	Niveau
WISB 212	Analyse in meer variabelen	2
WISB 222	Ringen en Galoistheorie	2
WISB 241	Concrete meetkunde	2
WISB 242	Projectieve Meetkunde*	2
WISB 272	Speltheorie	2
WISB 302	Project**	3
WISB 303	Caleidoscoop 2**	3
WISB 311	Complexe functies	3
WISB 312	Maat en integratie	3
WISB 315	Functionaalanalyse	3
WISB 321	Elementaire getaltheorie	3
WISB 323	Grondslagen van de wiskunde	3
WISB 331	Hamiltoniaanse dynamische systemen	3
WISB 341	Topologie en meetkunde	3

Code	Naam	Niveau
WISB 342	Differentieerbare variëteiten	3
WISB 356	Inleiding Scientific Computing	3
WISB 361	Statistiek	3
WISB 362	Stochastische processen	3
WISB 373	Inleiding financiële wiskunde	3
WISB 377	Econometrie	3
WISB 382	Geschiedenis van de Wiskunde	3
INFOOPT	Optimalisering (Informatica)	3
ECB2VMIE	Voortgezette microeconomie (REBO)	2

* Dit vak wordt verzorgd door de Hogeschool Utrecht.

** Dit zijn contextvakken, studenten moeten minimaal één van deze vakken kiezen.

Dubbele major Wiskunde – Natuurkunde

De opleiding Wiskunde biedt samen met de opleiding Natuur- en Sterrenkunde een bachelorprogramma aan dat 2 majors heeft en leidt tot twee bachelordiploma's: één in de Wiskunde en één in de Natuur- en Sterrenkunde. Dit programma wordt ook wel het twin-nw programma genoemd. In totaal bevat het twin-nw programma 217,5 stp. De inhoud bestaat uit 6 onderdelen:

1. verplichte cursussen wiskunde (75 EC)

Wat is wiskunde?, Infinitesimaalrekening A en B, Lineaire algebra, Analyse, Inleiding Kansrekening, vier vakken uit: Groepen, Functies en reeksen, Numerieke wiskunde, Differentiaalvergelijkingen, Inleiding Topologie, Complexe functies, Discrete wiskunde.

2. verplichte cursussen natuurkunde (45 EC)

Klassieke en relativistische mechanica, Elektromagnetisme: theorie en praktijk, Golven en optica: theorie en praktijk, Data acquisitie en toegepaste analyse, Statistische Fysica en Kwantummechanica .

3. keuze in de wiskunde (15 of 22,5 EC)

Keuze vrij uit het bacheleraanbod van Wiskunde. Als de bachelorscriptie bij Wiskunde wordt gedaan kies je voor 15 EC uit de keuzevakken van Wiskunde, anders voor 22,5 EC.

4. keuze in de natuurkunde (30 of 37,5 EC)

Te kiezen uit de lijst majorgebonden keuzevakken natuurkunde. Als de bachelor-scriptie bij Wiskunde wordt gedaan kies je voor 37,5 EC uit de keuzevakken van Natuurkunde, anders voor 30 EC.

5. scriptie (15 EC)

Kan bij Wiskunde of Natuurkunde worden gedaan. Als de student de scriptie bij Natuurkunde doet, dient hij/zij 22,5 EC Wiskunde keuzevakken te doen en 30 EC keuzevakken Natuurkunde. Als de scriptie bij Wiskunde wordt gedaan, moet de student 37,5 EC keuzevakken bij Natuurkunde volgen en 15 EC keuzevakken Wiskunde.

6. profilering (30 EC)

Dubbele major Wiskunde-Informatica

De opleiding Wiskunde biedt samen met de opleiding Informatica een bachelorprogramma aan dat 2 majors heeft en leidt tot twee bachelordiploma's: één in de Wiskunde en één in de Informatica. Dit programma wordt ook wel het twin-wi programma genoemd. In totaal bevat het twin-wi programma 217,5 EC. De inhoud bestaat uit 4 onderdelen:

1. verplichte cursussen wiskunde (82,5 EC)

Wat is wiskunde?, Infinitesimaalrekening A en B, Lineaire algebra, Modellen en simulatie, Analyse, Inleiding kansrekening, vier uit: Groepen, Differentiaalvergelijkingen, Functies en reeksen, Inleiding Topologie, Numerieke Wiskunde, Complexe functies, Discrete wiskunde.

2. verplichte cursussen informatica (75 EC)

Imperatief/Game programmeren, Informatica introductieproject, Databases, Datastructuren, Functioneel programmeren, MSO, Computerarchitectuur en netwerken, Graphics, Softwareproject/Gameproject.

3. keuze in de wiskunde (22,5 EC)

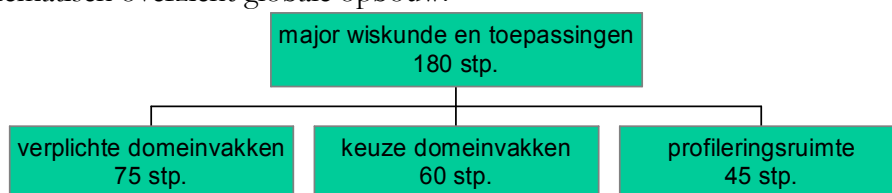
4. bachelorscriptie wiskunde (7,5 EC)

5. keuze in de informatica (30 EC)

Alle Informatica keuzevakken dienen op niveau 3 te zijn.

Major Wiskunde en Toepassingen

Schematisch overzicht globale opbouw:



Verplichte cursussen (7,5 EC per vak)

Code	Naam	Niveau
WISB 101	Wat is Wiskunde	1
WISB 106	Communiceren in de Wiskunde	1
WISB 114	Analyse	1
WISB 121	Lineaire algebra	1
WISB 132	Infinitesimaalrekening A	1
WISB 137	Infinitesimaalrekening B	1
WISB 134	Modellen en simulatie	1
WISB 161	Kansrekening	1
WISB 399	Kleine scriptie	3

Keuze domeinvakken (ten minste vier; 7,5 EC per vak)

Code	Naam	Niveau
WISB 211	Functies en reeksen	2
WISB 231	Differentiaalvergelijkingen	2
WISB 251	Numerieke wiskunde	2
INFOB3OPT	Optimalisering	3
WISB 311	Complexe functies	3
INFOB3DW	Discrete Wiskunde	3

Keuze toepassingsvakken (minimaal 15 EC en maximaal 37,5 EC per gekozen cluster, minstens twee en maximaal drie clusters):

Cluster basis natuurkunde (opleiding Natuur- en Sterrenkunde)

Naam	Code	EC
Relativistische en klassieke mechanica	NS-106B	7,5
Elektromagnetisme: theorie en praktijk	NS-107B	7,5
Golven en optica: theorie en praktijk	NS-108B	7,5

Cluster theoretische natuurkunde (opleiding Natuur- en Sterrenkunde)

Naam	Code	EC
verplicht: basis natuurkunde		22,5
Statistische fysica	NS-203B	7,5
Kwantummechanica	NS-202B	7,5

Cluster klimaat (opleiding Natuur- en Sterrenkunde)

Naam	Code	EC
verplicht: basis natuurkunde		22,5
Oceaan en Klimaat	NS-153B	7,5
Atmosfeer en Klimaat	NS-154B	7,5
Klimaat, Straling en Thermodynamica	NS-255B	7,5
Hydrodynamica en turbulentie	NS-254B	7,5
Klimaatdynamica	NS-363B	7,5

Cluster computationele fysica (opleiding Natuur- en Sterrenkunde)

Naam	Code	EC
verplicht: basis natuurkunde		15
Fouriertheorie	NS-232B	7,5
Numerieke methoden voor fysici	NS-256B	7,5

Cluster modellen in de aardwetenschappen (opleiding Aardwetenschappen)

Naam	Code	EC
verplicht: Systeem aarde	GEO1-1101	7,5
Fysische hydrologie	GEO2-4203	7,5
Vloeistofmechanica 1	GEO3-4307	7,5
Hands on GIS	GEO3-4308	7,5
Environmental modelling	GEO3-4302	7,5

Cluster processen in de vaste aarde (opleiding Aardwetenschappen)

Naam	Code	EC
verplicht: Systeem aarde	GEO1-1101	7,5
Deformatie en metamorfose van de korst	GEO2-1209	7,5
Lithosfeerdynamica	GEO2-1206	7,5
Inleiding seismologie en seismiek	GEO3-1312	7,5
Geodynamica	GEO3-1313	7,5
Programmeren en modelleren van aardse processen	GEO3-1320	7,5

Cluster technische kunstmatige intelligentie (opleiding Informatica/CKI)

Naam	Code	EC
Inleiding logica	CK1W0010	7,5
Inleiding adaptieve systemen	CK1W0008	7,5
Inleiding intelligente systemen	INFOIIS	7,5
Logica voor AI	INFOLAI	7,5
Automatisch redeneren	INFOAR	7,5
Logische complexiteit	CK3W3071	7,5

Cluster graphics (opleiding Informatica)

Naam	Code	EC
Imperatief programmeren	INFOIMP	7,5
Graphics	INFOGR	7,5
Inleiding beeldverwerking	INFOIBV	7,5
Driedimensionaal modelleren	INFODDM	7,5

Cluster gegevenstechnologie (opleiding Informatica)

Naam	Code	EC
Imperatief programmeren	INFOIMP	7,5
Functioneel programmeren	INFOFP	7,5
Databases	INFODB	7,5
Zoekalgoritmen	INFOZA	7,5

Cluster algoritmie (opleiding informatica)

Naam	Code	EC
Datastructuren	INFODS	7,5
Algoritmie	INFOAL	7,5
Optimaliseren en complexiteit	INFOOPT	7,5

Cluster logica/taalkunde (opleiding Wijsbegeerte/CKI)

Naam	Code	EC
Logica voor filosofen	WB1BD4052	7,5
Inleiding taalkunde	CK1W0012	7,5
Inleiding logica	CK1W0010	7,5
Natuurlijke taalverwerking	CK2W0004	7,5
Semantiek	CK3W3077	7,5

Cluster economie (opleiding Wiskunde/Utrecht School of Economics)

Naam	Code	EC
Microeconomie (wiskunde)	WISB 271	7,5
Econometrics	ECB2METRIE	7,5
Voortgezette microeconomie	ECB2VMIE	7,5
Macroeconomie	ECB1MACR	7,5
Monetaire economie	ECB3MONE	7,5
Microeconomie van financiële markten	ECB3ME	7,5

Cluster wiskundige methoden in de economie (opleiding Wiskunde)

Naam	Code	EC
Microeconomie	WISB 271	7,5
Speltheorie	WISB 272	7,5
Inleiding financiële wiskunde	WISB 373	7,5
Discrete Wiskunde (vanaf 2011-2012)	INFOB3DW	7,5
Econometrie	WISB 377	7,5

Cluster theoretische biologie (opleiding Biologie)

Naam	Code	EC
Toegepaste biostatistiek	B-B2TBS05	7,5
Theoretische ecologie	B-B2THEC05	7,5
Computationale Biologie	B-B3COMB10	7,5
Niet-lineaire systemen	B-B3NLS05	7,5

Cluster fysische chemie/ moleculestructuur (opleiding Scheikunde)

Naam	Code	EC
Fysische en anorganische chemie	SK-BFYAN08	7,5
Vaste stoffen en oppervlakken	SK-BVAOP	7,5
Structuuranalyse	SK-BSTRU	7,5
Advanced structures	SK-BASSM	7,5
Molecular modelling	SK-BMOWI	7,5

Cluster wiskunde en educatie (opleiding Wiskunde/CD-bèta)

Naam	Code	EC
verplicht: Overdragen van de Wiskunde	WISB 291	7,5
verplicht: Oriëntatie op de educatieve praktijk	AS-305B	7,5
Concrete meetkunde	WISB 241	7,5
Geschiedenis van de Wiskunde	WISB 381	7,5
Caleidoscoop 2	WISB 303	7,5

Schematisch programmaoverzicht Mathematical Sciences

Het programma, met een omvang van 120 EC, bestaat uit drie onderdelen:

Cursussen uit het domein Wiskunde 58-73 EC
 Overige cursussen (optioneel) maximaal 15 EC
 Afstudeerproject 47 EC

De cursussen uit de eerste categorie kunnen gekozen worden uit:

- Lokale mastercursussen.
- Cursussen uit het aanbod van MasterMath.
- Cursussen uit het aanbod van Stochastics and Financial Mathematics.
- Cursussen op masterniveau van andere opleidingen of universiteiten.

De optionele cursussen uit de tweede categorie kunnen te maken hebben met beroepsvoorbereiding of het wegwerken van deficiënties op het gebied van wiskunde of een ander vakgebied. De bevoegdheid om een pakket cursussen goed te keuren ligt bij de dealexamencommissie.

Bij inschrijving in de master Mathematical Sciences kiest de masterstudent één van de volgende specialisaties:

1. Algebraic geometry and number theory
2. Applied analysis
3. Differential geometry and topology
4. Logic
5. Probability and statistics
6. Pure analysis
7. Scientific computing
8. History of mathematics

Bij elke specialisatie is een aantal vakken verplicht. Deze vakken worden allemaal gegeven binnen MasterMath of als lokaal vak. Dit zijn (de getallen corresponderen met bovenstaande lijst):

1. Algebraic Geometry, Algebraic Number Theory, p-adic Numbers, Elliptic Curves, Diophantine Equations, Modular Forms, Analytic Number Theory, Riemann Surfaces.
2. Dynamical Systems en tenminste één uit: Functional Analysis, Fourier Analysis and Distribution Theory, Partial Differential Equations, Introduction to Numerical Bifurcation Analysis, Mathematical Biology.
3. Tenminste twee uit: Homotopy Theory, Homological Algebra, Sheaf Theory, Knot Theory, Quantum groups and Knot theory, Category Theory, Simplicial sets, K-theory and vector bundles. Tenminste twee uit: Analysis on Manifolds, Symplectic Geometry, Foliation Theory, Riemannian Geometry, Lie groups, Semisimple Lie Algebras, Differential Topology. Tenminste één uit: Algebraic Geometry, Riemann surfaces, Elliptic Curves. Tenminste één uit: Functional Analysis, Distribution Theory, Fourier Analysis and Distributions, Dynamical Systems.
4. Tenminste vier uit: Model Theory, Proof Theory, Computability Theory, Intuitionism, Category Theory, Topos Theory, Peano Arithmetic and Gödel Incompleteness, Set Theory, Type theory and λ -calculus, Master student seminar in een gespecialiseerd onderwerp in de wiskundige logica. Tenminste drie uit de specialisaties Algebraic geometry and number theory of Differential geometry and topology.
5. Measure theoretical probability. Tenminste twee uit: Stochastic processes, Time series, Applied statistics.
6. Lie groups, of Lie algebra's en Differentiable manifolds, of Dynamical systems.
7. Tenminste drie uit: Laboratory class Scientific Computing, Numerical Linear Algebra, Numerical PDEs (Time-dependent), Numerical PDEs (Stationary), Parallel algorithms, Wavelets and Fourier Transforms. Tenminste één uit: Modelling and Simulation (Physics), Computational Biology, Simulation of Ocean, Atmosphere, and Climate, Computational Materials Science.
8. History of Classroom Mathematics of een equivalente mastercursus.

Bijlage 5: Kwantitatieve gegevens over de opleidingen

Instroom-, doorstroom- en uitstroomgegevens

Uitval

Cumulatieve uitval *bacheloropleiding Wiskunde*, in procenten

Cohort	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Uitval na 1 jr	24	22	34	27	29	35
Uitval na 2 jr	30	36	44	40	35	
Uitval na 3 jr.	31	42	45	41		
Totaal 1e jrs	87	102	133	128	127	151

De uitval in het tweede jaar is volgens eigen berekeningen van de opleiding echter lager dan de formele cijfers doen vermoeden. De opleiding wiskunde biedt verschillende bachelorprogramma's aan: Wiskunde, Wiskunde & Toepassingen en de dubbele bachelorprogramma's Wiskunde en Natuurkunde en Wiskunde en Informatica. Een student kan op een later moment in zijn studie vaak zonder verlies van studiepunten overstappen van Wiskunde naar Wiskunde & Toepassingen of vice versa, of besluiten om slechts met een van de twee bachelors verder te gaan wanneer hij met een dubbele bachelor is begonnen. Een dergelijke overstap wordt echter als uitval van de opleiding in de cijfers verwerkt. Als uitval wordt beperkt tot studiestakers (en studenten die overstappen of binnen twee jaar de bacheloropleiding afronden niet worden meegeteld), zijn de cijfers als volgt:

Cohort	2006	2007	2008	2009	2010
Cumulatieve uitval na 2 jaar	26	31	38	31	31

De uitval kan uitgesplitst worden door naar het aantal studiestakers te kijken en naar het aantal negatieve adviezen dat aan het eind van het eerste jaar geven werd aan de niet-stakers:

Studiestakers in het eerste jaar en negatieve adviezen na het eerste jaar, in absolute aantallen

Cohort	2008	2009	2010	2011
Stakers in 1e jaar	18	20	19	21
Negatieve adviezen	15	16	6	16
Percentage stakers+negatief advies	25	28	20	26
Total 1e jaars	133	128	127	151

Rendementen

Omdat de instroom voor het overgrote deel uit studenten met als vooropleiding VWO bestaat (95%), zijn de rendementcijfers niet uitgesplitst naar vooropleiding.

Cumulatief rendement *bacheloropleiding Wiskunde*, in percentage herinschrijvers na 1 jaar. Totale instroom

Cohort	2006	2007	2008	2009
Rendement na 3 jaar	35	25	38	42
Rendement na 4 jaar	52	58	67	
Rendement na 5 jaar	64	66		
Rendement na 6+ jaar	73			
Totaal herinschrijvers na 1 jaar	66	80	88	93

Diplomarendementen en omvang cohort *masteropleiding Mathematical Sciences* in %

Cohort	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Diploma na 2 jaar	31	43	24	37	35		
Diploma na 3 jaar	62	75	57	60			
Diploma na 4 jaar	66	75	73				
Diploma na 5 jaar	66	75					
Omvang cohort	29	28	37	35	31	46	51

Docentkwaliteit

Docentkwaliteit *bacheloropleiding Wiskunde*

Graad	MA	PhD	BKO
Percentage	100	64	51

Docentkwaliteit *masteropleiding Mathematical Sciences*

Graad	MA	PhD	BKO
Percentage	100	96	77

Gerealiseerde docent-studentratio

Op 1 juni 2013 was het totaal aantal bachelorstudenten Wiskunde 369, het totaal aantal studenten van de masteropleiding Mathematical Sciences was 112 en het totaal aantal beschikbare fte onderwijs was 13,7. De student-docent ratio is door de instelling voor beide opleidingen berekend onder de aanname dat de verhouding tussen onderwijs voor de bacheloropleiding en voor de masteropleiding gelijk is aan de verhouding van het aantal studenten van de respectievelijke opleiding.

Student-docent ratio

Ratio aantal studenten t.o.v. aantal fte onderwijsgeevenden in de opleiding	35,1
--	------

Gemiddeld aantal contacturen per fase van de studie

Bacheloropleiding Wiskunde

Contacturen

Studiejaar	1	2	3
Contacturen	17,5	16	16

Masteropleiding Mathematical Sciences

Contacturen per week

Studiejaar	1	2
Contacturen	8	3,5

Bijlage 6: Bezoekprogramma

Dinsdag 10 september 2013

11.30 uur	Commissievoorbereidingen en lunch
14.30 uur	Lokaal onderwijsmanagement
15.15 uur	Bachelor studenten
16.00 uur	Master studenten
16.45 uur	Pauze / Intern overleg
17.15 uur	Alumni

Woensdag 11 september 2013

8.45 uur	Examencommissie en Studieadviseur
9.30 uur	Docenten
10.30 uur	Opleidingsadviescommissie
11.00 uur	Openbaar spreekuur
11.45 uur	Commissieoverleg plus lunch
13.15 uur	Departementaal en Facultair (onderwijs)management
14.00 uur	Commissieoverleg
16.30 uur	Presentatie eerste bevindingen + borrel Bibliotheek Wiskunde

Delegatiedeelnemers

- Inhoudelijk verantwoordelijken
 - Prof. dr. R. Bisseling, onderwijsdirecteur Wiskunde
 - Dr. J. van de Leur, programmaleider Master Mathematical Sciences
 - Dr. M. Ruijgrok, onderwijsmanager Wiskunde
- Bachelor studenten
 - Françoise Perrick
 - Sander van der Post
 - Edzard Scherpbier
 - Jetze Zoethout
 - Misha Belitser
 - Erlanga Shaltiël
- Master studenten
 - Bart de Leeuw
 - Nick Lindemulder

- Davide Taviani
- Bram Wage
- Kirsten Wang
- Felix Beckebanze

- Alumni
 - Daan Pelt, promovendus CWI
 - Bart Post, Master TU/e
 - Mevr. Annelie Vink, promovenda RIVM
 - Rob van den Hengel, stichting HIV monitoring, A'dam
 - Mevr. Leonie van den Berge, Rabobank, Utrecht

- Examencommissie + studieadviseur
 - Prof. dr. F. Beukers, voorzitter Examen Commissie Wiskunde
 - Dr. J. van Oosten, secretaris Examencommissie Wiskunde
 - Dr. A.G. Henriques, lid Examencommissie Wiskunde
 - Dr. G.M.H. Engels, voorzitter Examencommissie Bèta-Bachelor
 - Dr. C. de Mello-Donega, voorz. Examencommissie Bèta-Master
 - Mevr. drs. M.M. Brands, studieadviseur

- Docenten
 - Dr. M. Bootsma
 - Prof. dr. J.P. Hogendijk
 - Prof. dr. Y.U. Kuznetsov
 - Dr. J. Stienstra
 - Dr. G. Sleijpen
 - Dr. P.A. Zegeling

- Opleidings(advies)commissie
 - Dr. G.R. Cavalcanti, lid Opleidingsadviescommissie Wiskunde (voorzitter a.i.)
 - Dr. H. Hanszmann, lid Opleidingsadviescommissie Wiskunde
 - Drs. S.D. Ramawadh, lid Opleidingscommissie Wiskunde
 - Prof. dr. L.W. Jennekens, vz Opleidingscommissie Bèta-Bachelor
 - Mevr. M. (Maaïke) Hoogeboom, student
 - R. (Roel) Lambers, student
 - J. (Jurriaan) F. Parie, student

- Management
 - Prof. dr. L.A.C.J. Voeselek, vice-decaan Onderwijs
 - Prof. dr. E.P. van den Ban, hoofd departement Wiskunde
 - Dr. G.W. Heil, voorzitter Board of Studies Undergraduate School, hoofd Onderwijs en Studentenzaken
 - Prof. dr. H. de Swart, voorzitter Board of Studies Graduate School of Natural Sciences
 - Prof. dr. R. Bisseling, onderwijsdirecteur Wiskunde

Bijlage 7: Bestudeerde afstudeerscripties en documenten

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

Bacheloropleiding Wiskunde:

3470857	0410985	3535398	3471543	3221067
3345130	3413659	3350398	3470997	3350339
3242927	3477002	3471047	3484793	3368017

Masteropleiding Mathematical Sciences:

3020118	9904697	3141713	3235858	3118487
0455156	3118363	3248860	3134806	3117723
3233626	3034518	3555526	3027104	3220672

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

- scriptiereglementen en richtlijnen voor het maken van werkstukken;
- stagereglementen/handleidingen;
- tentamen- en examenreglement;
- recente verslagen Opleidingscommissie, Examencommissie, onderwijsjaarverslagen, bachelor-masterovergangs-regelingen;
- college-, onderwijs- en curriculumevaluaties, studententevredenheidsmonitor(en), et cetera;
- verslagen/rapporten facultaire onderwijscommissies;
- verslagen/rapporten relevante ad-hoccommissies;
- voorlichtingsmateriaal;
- alumni-enquêtes,
- materiaal over de studieverenigingen.

Verder heeft de commissie van een selectie van cursussen al het beschikbare materiaal over het afgelopen cursusjaar opgevraagd. Het betreft het materiaal van de volgende cursussen:

Bacheloropleiding Wiskunde:

- Lineaire Algebra A
- Communiceren in de Wiskunde
- Modellen en Simulatie
- Differentiaalvergelijkingen
- Kansrekening
- Project
- Inleiding niet-lineaire dynamische systemen

Masteropleiding Mathematical Sciences:

- Numerical Linear Algebra
- Computability Theory
- Perturbation Theory
- Galois theory and fundamental groups