

# Inhoudsopgave

<b>I</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
1	De opbouw van deze gids	9
2	Studeren bij de Afdeling Wiskunde en Informatica	11
2.1	Studeren	11
2.2	Jaarindeling	12
2.3	Studiepunten en duur van de opleiding	12
2.4	Tentamens	13
2.5	Examens	14
2.6	Werkcolleges, huiswerk en toetsen	14
2.7	Studieplan propedeuse	14
2.8	Mentoraat	15
2.9	Studievorderingsadvies	15
2.10	Studiekosten	16
2.11	Internationalisering	16
2.12	Bibliotheek	17
2.13	Colloquia	18
2.14	Sleutelprocedure	19
2.15	Arbeidsomstandighedenwet	19
2.16	Wijzigingen, aankondigingen	20
<b>II</b>	<b>De vijfjarige opleidingen Wiskunde en Informatica</b>	<b>21</b>
3	De vijfjarige opleidingen Wiskunde en Informatica	23
3.1	Onderwijsvernieuwing	23
3.1.1	Waarom vijf jaar?	23
3.1.2	Het basisprogramma	23
3.1.3	De bovenbouw	25
3.2	De vijfjarige opleidingen Wiskunde en Technische Mechanica	27
3.2.1	De propedeuse	27
3.2.2	De hogere jaren: een vooruitblik	28
3.3	De vijfjarige opleiding Informatica	28
3.3.1	De propedeuse	28
3.3.2	De hogere jaren: een vooruitblik	29

3.4	Overgangsregeling . . . . .	30
-----	-----------------------------	----

### **III De Opleidingen Wiskunde, Technische Mechanica en Statistiek** **33**

#### **4 De opzet van de opleidingen Wiskunde, Technische Mechanica en Statistiek** **35**

4.1	Wiskunde: het vak . . . . .	35
4.2	Wiskunde: doelstelling en eindtermen van de opleiding . . . . .	36

#### **5 Het oude doctoraalprogramma Wiskunde en Technische Mechanica** **37**

5.1	Het tweedejaars programma . . . . .	37
5.2	Het derde en vierde jaar Wiskunde . . . . .	38
5.2.1	Inleiding . . . . .	38
5.2.2	Het aanbod van vakken in 1999–2000 . . . . .	38
5.2.3	Spelregels voor afstudeerpaden . . . . .	42
5.2.4	Voorbeelden van afstudeerpaden . . . . .	42
5.3	Het 5-jarig studieprogramma Technische Mechanica . . . . .	45
5.4	De verkorte opleiding na de HBO-lerarenopleiding . . . . .	47

#### **6 Afstudeerrichtingen Wiskunde en Technische Mechanica** **49**

6.1	Algebra en Meetkunde . . . . .	49
6.2	Dynamische Systemen . . . . .	50
6.3	Analyse . . . . .	50
6.4	Technische Mechanica . . . . .	51
6.4.1	Afstudeervariant Industriële Automatisering . . . . .	52
6.5	Numerieke Wiskunde . . . . .	52
6.6	Kansrekening en Statistiek . . . . .	53
6.7	Systeem- en Regeltheorie . . . . .	55
6.8	Educatief Ontwerpen . . . . .	57
6.9	Geschiedenis van de wiskunde . . . . .	57

#### **7 Het doctoraalprogramma Statistiek** **59**

7.1	Statistiek: het vak . . . . .	59
7.2	Statistiek: de opleiding . . . . .	60
7.3	Enige praktische zaken vooraf . . . . .	61
7.4	Het tweedejaars programma Statistiek . . . . .	62
7.5	Het derde en vierde jaar Statistiek . . . . .	62

#### **8 Aanvullende opleidingen** **67**

8.1	M.R.I. Masterclass . . . . .	67
8.2	De Lerarenopleiding . . . . .	67
8.3	Ontwerpersopleiding Computational Mechanics . . . . .	69
8.4	Onderzoekschool Stromingsleer . . . . .	69
8.5	Onderzoekschool DISC (Dutch Institute of Systems and Control) . . . . .	69
8.6	Computational Science . . . . .	70

<b>IV De oude doctoraalprogramma's Informatica en Technische Informatica</b>	<b>71</b>
<b>9 De opzet van de opleidingen Informatica en Technische Informatica</b>	<b>73</b>
9.1 Informatica: het vak . . . . .	73
9.2 Doelstellingen en eindtermen . . . . .	74
<b>10 Het oude doctoraalprogramma Informatica en Technische Informatica</b>	<b>77</b>
10.1 Globaal overzicht Doctoraal Programma . . . . .	77
10.2 Het basisprogramma . . . . .	78
10.3 Algemeen Vormende Vakken . . . . .	79
10.4 Bijvak . . . . .	80
10.5 Het afstuderen . . . . .	81
10.5.1 De oriëntatie . . . . .	81
10.5.2 Het doctoraalprogramma . . . . .	81
10.5.3 Verdere voorbereiding . . . . .	82
10.5.4 De afstudeerwerkgroep . . . . .	82
10.5.5 De definitieve keuze . . . . .	83
10.5.6 De afstudeeropdracht . . . . .	83
10.5.7 De externe afstudeeropdracht . . . . .	85
10.5.8 Het afstudeerverslag . . . . .	85
10.5.9 Het afstudeercolloquium . . . . .	86
10.5.10 Tijdschema voor het afstuderen . . . . .	86
10.6 Afstuderen bij Informatica . . . . .	88
10.6.1 Cluster Programmatuurkunde . . . . .	88
10.6.2 Cluster Scientific Computing and Imaging . . . . .	90
10.7 Afstuderen bij Technische Informatica . . . . .	95
10.7.1 Cluster Systeemtechnologie . . . . .	95
10.8 Overgangsregeling . . . . .	99
10.9 Informatica of Technische Informatica studeren met een HBO-diploma	100
<b>11 Overige mogelijkheden met een propedeuse Informatica</b>	<b>105</b>
11.1 Bovenbouwstudie Technische Cognitiewetenschap . . . . .	105
<b>12 Aanvullende opleidingen en overige post-doctorale activiteiten</b>	<b>107</b>
12.1 Lerarenopleiding . . . . .	107
12.2 Studiegroepen . . . . .	107
12.3 Onderzoekschool Logica . . . . .	108
12.4 Onderzoekschool BCN . . . . .	108
12.5 Onderzoekschool ASCI . . . . .	109
12.6 Post Academisch Onderwijs in de Informatica (PAO) . . . . .	109
12.7 Onderzoekschool IPA . . . . .	109
12.8 Computational Science . . . . .	110

<b>V</b>	<b>Algemeen</b>	<b>113</b>
<b>13</b>	<b>Inhoudsbeschrijving studieonderdelen</b>	<b>115</b>
13.1	Overzicht van de studieonderdelen . . . . .	115
13.2	Toelichtingen op de studieonderdelen . . . . .	121
<b>14</b>	<b>Inhoudsbeschrijving van colleges buiten de vakgroepen Wiskunde en Informatica</b>	<b>169</b>
14.1	Econometrie . . . . .	169
14.2	Alfa-informatica . . . . .	171
14.3	Faculteit der Wijsbegeerte . . . . .	171
14.4	Technische Cognitiewetenschap . . . . .	176
14.5	Universitair Centrum voor Genderstudies Groningen (UCG) . . . . .	177
14.6	Natuurkunde, Scheikunde, Sterrenkunde, Biologie . . . . .	178
14.7	Interfacultaire Vakgroep Energie en Milieu (IVEM) . . . . .	181
14.8	Journalistiek . . . . .	181
14.9	Het programma Bestuurlijke Informatica . . . . .	183
<b>15</b>	<b>Service-colleges</b>	<b>185</b>
15.1	Wiskunde . . . . .	185
15.2	Informatica . . . . .	187
<b>16</b>	<b>Organisatie en faciliteiten op onderwijsgebied</b>	<b>191</b>
16.1	Bestuur . . . . .	191
16.2	Enkele commissies . . . . .	191
16.3	Het bureau van de Afdeling . . . . .	192
16.4	Onderwijsbureau . . . . .	193
16.5	De studieadviseurs . . . . .	193
16.6	Regeling Practicumvoorziening . . . . .	194
16.7	Ombudsfunctionaris emancipatie . . . . .	195
16.8	Studentenadviesbureau Groningen (STAG) . . . . .	195
16.9	Studie Ondersteuning . . . . .	196
16.10	Studentenpsychologen . . . . .	196
16.11	Studiefinanciering . . . . .	197
16.12	Regeling inzake financiële ondersteuning van studenten in Bèta- opleidingen . . . . .	197
16.13	RC, Informatie- en communicatietechnologie . . . . .	197
16.14	Studentenoverleg . . . . .	199
16.15	Fysisch-Mathematische Faculteitsvereniging (F.M.F.) . . . . .	199
16.16	MUON Faculteitsblad . . . . .	200
16.17	Belangrijke centrale instanties . . . . .	200
<b>17</b>	<b>Examenregelingen</b>	<b>203</b>
17.1	De goedkeuring van het doctorale studieprogramma . . . . .	203
17.1.1	Examenonderdelen bij Wiskunde . . . . .	204
17.1.2	Examenonderdelen bij Informatica . . . . .	204
17.2	De aanmelding voor een examen . . . . .	205
17.3	Aanmeldings- en examendagen 1999/2000 . . . . .	206

<b>18 Examenreglementen en College van Beroep</b>	<b>207</b>
18.1 Inleiding . . . . .	207
18.2 Onderwijs- en Examenreglement . . . . .	207
18.3 Regels en Richtlijnen voor de Examens . . . . .	215
18.4 College van Beroep voor de Examens . . . . .	220
<b>19 Telefoonlijst</b>	<b>223</b>



**Deel I**

**Inleiding**



## De opbouw van deze gids

Deze gids begint met een aantal

algemene punten

met betrekking tot het studeren bij de Afdeling Wiskunde en Informatica van de RuG (hoofdstuk 2) en met betrekking tot de duur van de opleiding, die sinds de cursus 1999–2000 vijf jaar bedraagt (hoofdstuk 3). Daarna volgen de

studieprogramma's

**Propedeuse Wiskunde, Propedeuse Informatica** hoofdstuk 3

**Wiskunde** hoofdstukken 4 en 6

**Technische Mechanica** hoofdstuk 5 en § 6.4

**Statistiek** hoofdstuk 7

**Informatica en Technische Informatica** hoofdstukken 9 tot en met 10

Hierbinnen zijn ook te vinden: gegevens over **verkorte opleidingen na een HBO-opleiding** (§ 5.4 en § 10.9) en vervolgopleidingen (hoofdstukken 8, 11 en 12).

Na het programmatische deel volgen de

beschrijvingen van de vakken

Het belangrijkste deel daarin zijn de **gekleurde pagina's**, waar een toelichting wordt gegeven op de vakken die bestemd zijn voor studenten van de eerder genoemde opleidingen en die door Wiskunde en Informatica worden verzorgd. Voor **studenten Wiskunde en Informatica** zijn in hoofdstuk 14 gegevens opgenomen over vakken die bij andere opleidingen kunnen worden gevolgd, van filosofie tot milieuwetenschappen, van natuurkunde tot journalistiek. **Studenten van andere opleidingen** die geïnteresseerd zijn in het volgen van een of meer wiskunde- of informaticavakken kunnen ook in hoofdstuk 15 terecht.

Het laatste deel van de gids geeft antwoord op de nog resterende vragen die beginnen met

## wie, wat, waar, wanneer, hoe

Enige voorbeelden:

- waar kan ik met vragen over de studie terecht: bij de studieadviseurs (§ 16.5), en verder bij het Studenten Adviesbureau Groningen (STAG) (§ 16.8) en Studie Ondersteuning (§ 16.9)
- hoe vraag ik mijn diploma aan: de aanmelding voor een examen (§ 17.2)
- wat is het telefoonnummer van docent  $X$ : de Telefoonlijst (hoofdstuk 19)
- hoe zijn de studenten georganiseerd: de Fysisch-Mathematische Faculteitsvereniging (F.M.F.; § 16.15) en het studentenoverleg (§ 16.14)

De roosters voor de cursus 1999–2000 worden apart gepubliceerd, en zijn te verkrijgen bij het Onderwijsbureau (kamer IWI 36).

Natuurlijk zijn dit net niet de dingen die je wilt weten. Als je er ook met de **Inhoudsopgave** voor in de gids niet uitkomt, raadpleeg dan je studieadviseur of kom met je vraag naar het Onderwijsbureau.

De studiegids is ook in elektronische vorm beschikbaar, zie:

<http://www.cs.rug.nl/info/studiegids>

Op deze plaats zullen aanvullingen en wijzigingen op de inhoud gepubliceerd worden.

# *Studeren bij de Afdeling Wiskunde en Informatica*

De nu volgende paragrafen geven informatie over **algemene zaken**, zoals het wetenschappelijk kader waarbinnen de studies vallen, tentamens, studiepunten en dergelijke. In hoofdstuk 16 vind je informatie over **personen** en **instanties** die belangrijk kunnen zijn in verband met de studie.

## 2.1 Studeren

Studeren doe je omdat je bepaalde kennis en vaardigheden wilt opdoen. Maar het belangrijkste voor bijna iedereen die studeert is om aan anderen te kunnen bewijzen dat zij of hij dat proces succesvol heeft doorlopen. Het draait, met andere woorden, om het behalen van het diploma.

De opleidingen kennen twee diploma's, het propedeusediploma en het doctoraal diploma, die worden toegekend na het slagen voor de gelijknamige examens. De vraag is dus wat je moet doen om te slagen voor zo'n examen. In de hoofdstukken over Wiskunde, Technische Mechanica, Statistiek, Informatica en Technische Informatica staat omschreven uit welke onderdelen ('vakken') het examen bestaat. Wanneer je kennis en vaardigheden voor een vak beoordeeld zijn ontvang je een tentamenbriefje. Als alle onderdelen met goed gevolg zijn afgelegd, kun je je aanmelden voor het examen (zie §2.5). De rest is dan een formaliteit: de examencommissie gaat na of je de goede vakken gedaan hebt en of je ze allemaal gehaald hebt. Als dat zo is, dan ben je geslaagd en krijg je het bij het examen behorende diploma uitgereikt. Je wordt dus aan het eind niet 'echt' meer geëxamineerd, je ruilt alleen de tentamenbriefjes in voor het diploma.

Tijdens de studie kun je op allerlei manieren ondersteund worden. In de eerste plaats horen er, zeker in het begin van de studie, bij veel hoorcolleges werkcolleges (§2.6). Om een vak goed in je vingers te krijgen moet je je vragen bij iemand kwijt kunnen. De docent van het werkcollege is daarvoor de aangewezen persoon. Verder kun je houvast hebben aan het studieplan (§2.7), en het mentoraat (§2.8).

Aan het einde van het eerste jaar krijg je een schriftelijk advies over de voortzetting van je studie, het studievorderingsadvies (§2.9). Veel van deze zaken worden op de achtergrond gecoördineerd door de studieadviseur, met wie je ook altijd direct over je studie kunt spreken (zie §16.5 voor een nadere beschrijving van zijn taken).

Studeer vooral regelmatig, juist ook in het begin van de onderwijsperiode. Op dat moment wordt de basis voor een vak gelegd. Stel ook tentamens en bij een vak horende practica niet uit, maar doe ze direct nadat je het vak hebt gevolgd. En doe liever twee vakken goed dan vier vakken half. Mocht je achterstand oplopen, spreek daar dan over met de studieadviseur. Soms zal de studieadviseur naar aanleiding van de studievoortgang de student zelf voor een gesprek uitnodigen. Vertraging is dan meestal al ontstaan. Signaleer daarom je problemen vroegtijdig, en spreek erover.

Een overzicht van de rechten en plichten die je als student hebt zijn neergelegd in het studentenstatuut van de RuG. De meeste onderdelen van dit statuut zijn verspreid door de studiegids opgenomen. Elke student krijgt een exemplaar van het statuut thuisgestuurd. De tekst is ook te raadplegen via WWW op:

<http://www.rug.nl/cis/stud/begeleid/statuut.htm>

Exemplaren zijn verder verkrijgbaar bij het STAG (zie §16.8).

Nog een opmerking over de **terminologie in deze gids**: universitaire opleidingen en HBO-opleidingen zijn vanaf 1 september 1993 geregeld bij de ‘Wet op het hoger onderwijs en wetenschappelijk onderzoek’ (kortweg: WHW). De WHW heeft voor het hele hoger onderwijs één uniforme terminologie ingevoerd. Daarin wordt niet over ‘doctoraalfase’ gesproken, maar over ‘post-propedeutische fase’. Verder heet in de WHW het ‘doctoraalexamen’ officieel ‘afsluitend examen’. In deze gids worden de traditionele namen en de officiële namen door elkaar gebruikt.

## 2.2 Jaarindeling

Het academische jaar wordt onderverdeeld in drie trimesters (1 t/m 3), elk met een lengte van 13 of 14 weken, waarvan 9 of 10 collegeweken.

Van trimesters zijn de collegeweken bestemd voor hoorcolleges, werkcolleges, projecten en/of practica behorend bij minimaal 3 vakken. De tentamens zullen doorgaans gehouden worden in de 10de en de 11de week van het trimester.

De laatste weken van het trimester zijn vrij van colleges en oefeningen. Deze perioden kunnen door de student worden gebruikt voor zelfstudie, voor het afronden van projecten of praktisch werk en eventueel voor het afleggen van herhalingtentamens.

## 2.3 Studiepunten en duur van de opleiding

De omvang van studieonderdelen (of ‘vakken’) wordt uitgedrukt in studiepunten, afgekort sp. Een studiepunt is ongeveer een week werk, een studiejaar omvat 42 studiepunten, een trimester 14 studiepunten. Bij het berekenen van de omvang van een vak wordt rekening gehouden met de tijd die wordt besteed aan de afzonderlijke onderdelen, bijvoorbeeld: hoorcollege, werkcollege, practicum, zelfstudie en voorbereiding voor het tentamen. De zwaarte van de vakken staat vermeld bij de

inhoudsbeschrijving van dat vak (zie hoofdstuk 13).

Op grond van de WHW bestaat het propedeuse-programma uit 42 sp. en het daaropvolgende doctoraal-programma voor studenten die in 1999 met de studie beginnen 168 sp. De cursusduur is dus vanaf 1999 5 jaar. Voor studenten Technische Mechanica gelden de omvang van 42 + 168 sp. en de cursusduur van 5 jaar reeds voor studenten die in of na 1995/96 met de studie begonnen zijn. Voor de overige studenten zijn deze aantallen: 42 + 126 sp. en 4 jaar.

Het aantal behaalde studiepunten wordt door het onderwijsbureau eind september doorgegeven aan de Informatie Beheer Groep in verband met tempo- of prestatiebeurs. In juni en september ontvangt elke student in verband hiermee een overzicht van de geregistreerde studieresultaten. Studiepunten waarvoor de student een vrijstelling heeft tellen wel mee voor het diploma, maar vallen niet binnen de criteria voor de beurs en worden derhalve niet doorgegeven aan de Informatie Beheer Groep.

## 2.4 Tentamens

De stof wordt per vak getentamineerd, waarna de student een tentamenbriefje ontvangt met daarop het toegekende cijfer. Voor de interpretatie van dit cijfer wordt verwezen naar artikel 8 van de “Nadere regelingen met betrekking tot de tentamens en examens (pag. 217).” Bij sommige vakken ontvangt de student als hij in voldoende mate heeft deelgenomen aan de activiteiten die bij het vak behoren, hiervan een verklaring met in de plaats van het cijfer een T (voor ‘testimonium’).

Om aan de schriftelijke Wiskunde- en Informaticatentamens te kunnen deelnemen moet men zich op intekelijsten op de begane grond van het IWI-gebouw voor elk tentamen afzonderlijk inschrijven. De tentamendata staan vermeld in het tentamenrooster, dat apart gepubliceerd wordt. De inschrijving sluit een week voor de aanvang van het tentamen. Haalt men een onvoldoende of wil men het behaalde resultaat verbeteren, dan is het mogelijk om een herhalingstentamen af te leggen.

Indien een student meent dat hij op grond van elders genoten onderwijs reeds de kennis en vaardigheden voor een bepaald vak bezit, kan hij in overleg met de docent van dat vak bij de Examencommissie een verzoek tot vrijstelling indienen. Indien de vrijstelling wordt toegewezen, dan ontvangt de student een schriftelijke verklaring hiervan. De betreffende studiepunten tellen wel mee voor het diploma, maar niet binnen de opgave aan de Informatie Beheer Groep in verband met tempo- of prestatiebeurs.

Indien vakken van inhoud veranderen of worden afgeschaft, is er in het algemeen nog één gelegenheid om over de oude inhoud tentamen te doen. Studenten die daarna nog tentamen willen doen dienen met de betreffende docent(en) overleg te plegen over de mogelijkheid alsnog over de oude stof tentamen te doen. Vaak worden in overgangsregelingen richtlijnen gegeven hoe te handelen.

## 2.5 Examens

Heeft de student de benodigde tentamens met voldoende resultaat afgelegd, dan is het afleggen van het propedeuse- of doctoraalexamen een formaliteit die bestaat uit het in ontvangst nemen van het diploma. De procedure staat beschreven in § 17.2. Tegen beschikkingen van examencommissies dan wel examinatoren staat beroep open bij het College van beroep voor de examens (zie § 18.4).

Men kan slechts examens afleggen voor de studierichting waarvoor men staat ingeschreven. Dit betekent dat het van belang is dat degenen die tot een andere studiekeuze besluiten ('omzwaaiers') of die in twee opleidingen examen willen doen zich voor hun tweede opleiding laten inschrijven. In een dergelijk geval neme men tevens zo spoedig mogelijk contact op met de studieadviseur (zie § 16.5).

## 2.6 Werkcolleges, huiswerk en toetsen

Vele vakken kennen naast hoorcolleges begeleiding in de vorm van oefeningen (werkcolleges) of practica. Voor de oefeningen worden de studenten ingedeeld in groepen van ongeveer 20 personen. De oefeningen zijn bedoeld om de student vertrouwd te maken met de stof. Aan de hand van opgegeven vraagstukken kan de student nagaan of de betreffende collegestof voldoende is begrepen en of hij deze kan toepassen. Verder heeft de student de gelegenheid om eventuele moeilijkheden individueel of in kleine groepjes te bespreken met de docent

Soms kunnen de uitwerkingen van vraagstukken bij de begeleider worden ingeleverd, waarna men deze gecorrigeerd terugkrijgt. Verder kunnen er tijdens de colleges of oefeningen toetsen afgenomen worden. De student kan door middel van deze toetsen zijn eigen vorderingen bepalen. Bij sommige colleges zijn deze toetsen verplicht. Zowel het ingeleverde werk als de toetsen kunnen van belang zijn bij de bepaling van het eindcijfer van een vak. De precieze regeling zal door de docent aan het begin van het trimester worden meegedeeld.

## 2.7 Studieplan propedeuse

Voor het onderwijs in de propedeuse is bij de aanvang van elk trimester een studieplan voor dat trimester beschikbaar. Daarin staat voor elk vak in het blok in detail vermeld: de stof van het hoorcollege, de opgaven voor het werkcollege, de te maken opdrachten en huiswerkopgaven tijdens de practica, de aantallen uren zelfstudie die de student geacht wordt aan de vakken te besteden, en de wijze van beoordelen.

## 2.8 Mentoraat

Om ervoor te zorgen dat de eerstejaars studenten op snelle en vanzelfsprekende wijze vertrouwd raken met alle facetten van de studie is er het mentoraat. In de introductieperiode worden groepen gevormd, die met hun mentoren (derde- of hogerejaars studenten) in de eerste twee trimesters regelmatig bijeenkomen om te spreken over alles wat van belang kan zijn bij de studie: hoe moet je aan de verschillende vakken werken, hoe bereid je toetsen en tentamens voor, hoe deel je je tijd in, bij wie moet je met welke vragen terecht. Verder kan, als in alle mentorgroepen eenzelfde probleem gesignaleerd wordt (over de aansluiting van een werkcollege op het college, bijvoorbeeld), de studieadviseur proberen hieraan iets te doen. Soms kan de mentor ook helpen bij de afzonderlijke vakken.

Deelname aan de mentorgroepen is voor eerstejaars studenten verplicht. Wie van deze verplichting ontheven wil worden (studenten die al een HBO-studie gedaan hebben, bijvoorbeeld) dient contact op te nemen met de studieadviseur voor het eerste jaar.

## 2.9 Studievorderingsadvies

De studieadviseur voor het eerste jaar brengt aan het einde van het eerste jaar namens het College van Bestuur schriftelijk een studievorderingsadvies uit, met daarbij een overzicht van de tot dat moment behaalde resultaten. Als het advies niet positief is zal het met de student worden besproken.

Een student die aan het einde van het eerste jaar geen positief studievorderingsadvies heeft ontvangen mag alleen met toestemming van de examencommissie onderdelen van het afsluitend examen (d.w.z. tentamens, projecten, practica e.d. in de post-propedeutische fase) afleggen. Deze student kan een verzoek hiertoe indienen.

In de jaren 1997 tot en met 2000 wordt een experiment uitgevoerd rond het studievorderingsadvies. Hierin wordt bekeken of extra assistentie bij het voorbereiden van herkansingstentamens leidt tot een toename van het aantal positieve adviezen. Tevens zullen studenten die geen positief advies hebben gekregen in hun tweede jaar een individueel op te stellen verplicht studieprogramma dienen te volgen. De student legt het programma na een gesprek met de studieadviseur over zijn of haar studieplanning ter goedkeuring aan de examencommissie voor. Het programma bevat de nog af te ronden vakken uit het eerste jaar in combinatie met een aantal vakken uit het tweede jaar. ‘Verplicht’ houdt in dat de toestemming van de examencommissie, die nodig is voor het afleggen van tentamens in de post-propedeutische fase (zoals bedoeld in artikel 11 van het Onderwijs- en Examenreglement), gegeven wordt via de goedkeuring van het studieprogramma. De examencommissie zal de student geen toestemming verlenen om in andere post-propedeutische vakken tentamen te doen. De regeling geldt voor de studenten die 1997 of 1998 hebben als eerste jaar van inschrijving. Over mogelijke verlenging tot en met 1999 zal nog een mededeling gedaan worden.

## 2.10 Studiekosten

De kosten voor studiemateriaal en dergelijke zijn relatief laag. In de propedeuse en tijdens de doctoraalstudie is  $f$  600,- per jaar meestal voldoende voor verplichte boeken, dictaten, handleidingen, enzovoorts.

Sinds 1987 kent de RuG een *Prijsbeleid Studiekosten*. Deze regeling beoogt beheersing van de studiekosten, zodat die de component ‘studiekosten’ in het budget van de studiefinanciering niet te boven gaan. Men is dus niet meer geld aan studiemateriaal kwijt dan de Minister ter beschikking stelt. Voor het studiejaar 1999/2000 is dit ‘plafondbedrag’  $f$  1.161,-. Als de studiekosten in de propedeutische fase hoger zijn dan één maal dit bedrag ( $f$  1.161,-) of in de totale doctorale fase hoger dan drie maal dit bedrag ( $= f$  3483,-) of in een aanvullende opleiding hoger dan twee maal dit bedrag ( $= f$  2.332,-) kan de helft van het bedrag dat men meer kwijt is, bij de faculteit worden teruggevraagd, of is er een andere regeling getroffen.

## 2.11 Internationalisering

Internationalisering houdt onder meer in het organiseren van buitenlandse studieverblijven voor studenten. De meest voor de hand liggende manier om een verblijf in het buitenland te regelen is via formele samenwerkingsovereenkomsten. Deze overeenkomsten zijn vooral gebaseerd op wederzijdse afspraken tussen docenten, maar er zijn ook bilaterale overeenkomsten op faculteits- en universiteitsniveau, en zelfs bij de overheid, zoals in de hierna volgende tabel is weergegeven:

- De afdeling Wiskunde en Informatica heeft binnen het SOCRATES programma afspraken voor studentenuitwisseling met universiteiten in landen van de Europese Unie;
- bij de faculteit kunnen aanvragen worden ingediend voor het MARCO POLO fonds, dat is ingesteld voor financiering van studieverblijven buiten de Europese Unie;
- De RuG is aangesloten bij een uitwisselingsprogramma met de VS, ISEP.

Onderdeel van deze samenwerkingsprogramma’s is een beurzenstelsel voor subsidiëring van studentenmobiliteit.

Iedere student wiskunde en informatica krijgt in het tweede studiejaar een brief, waarin alle mogelijkheden op een rijtje worden gezet. Aansluitend daaraan kan gedetailleerde informatie over deadlines en financiën worden opgehaald bij de coördinator voor internationale studentenuitwisseling, Annemieke Beereboom (IWI kamer 32 — naast het onderwijsbureau).

Voor het regelen van een buitenlands verblijf kun je bij haar langskomen op dinsdagmiddag en donderdagmiddag, tussen 14.00 en 16.00 uur, of neem contact op voor een afspraak op een ander tijdstip: tel. (050)–3633927 (alleen ’s middags); e-mailen mag ook: [annemieke@cs.rug.nl](mailto:annemieke@cs.rug.nl)

## 2.12 Bibliotheek

De bibliotheek is een belangrijk en permanent beschikbaar hulpmiddel bij de studie. Zij is gevestigd in de bibliotheekvleugel van het WSN-gebouw, tegenover de liften in de middenhal. In deze bibliotheekvleugel zijn ook de bibliotheken Economie, Bedrijfskunde en Ruimtelijke Wetenschappen gehuisvest. Openingstijden: maandag t/m donderdag 9.00–18.30 uur, vrijdag 9.00–17.00 uur.

Direct na de entree, in de eerste zaal, vind je de **uitleen- en informatiebalie**. Hier kan je terecht voor het lenen en terugbrengen van boeken, en voor algemene vragen betreffende de bibliotheek. Voor meer specifieke informatie over de collectie Wiskunde en Informatica kan je terecht bij de bibliothecaressen van Wiskunde en Informatica, Anja Hazenberg-Dekker en Joke Bulhuis. Je kan hen vinden in de eerste zaal, eerste kamer rechts.

De **collectie** bestaat uit ca. 45.000 studie- en handboeken en ca. 460 wetenschappelijke tijdschriften. De boeken en tijdschriften van Wiskunde en Informatica staan in de tweede zaal aan de linkerkant, de lopende jaargangen van de tijdschriften staan op de eerste verdieping in de **tijdschriftenzaal**.

De **catalogus** van de bibliotheek is toegankelijk via de Online PublieksCatalogus (OPC) van de RuG: hierin zijn de titels van boeken en tijdschriften aanwezig binnen de RU-Groningen opgenomen. Je kan zoeken op diverse ingangen zoals auteursnaam, titelwoord, congresnaam etc. De boeken die in onze bibliotheek aanwezig zijn herken je aan het nummer: i500 ... (Wisk.Inf.RC). Op de plaats van ... staat ons eigen systematische plaatsingsnummer. Voor Wiskunde is dat bv. 62 bow 390, voor Informatica I 5-15. Op diverse plaatsen in de bibliotheek staan computers waarop de OPC te raadplegen is. Via de homepage van de bibliotheek (<http://www.math.rug.nl/~joke/homepage.html>) kan je toegang krijgen tot de OPC en andere catalogi.

Als je een boek wilt **lenen**, kan je het zelf uit de kast halen meenemen naar de uitleenbalie. Je moet dan wel beschikken over een geldige studentenkaart of UB-lenerspas. Met deze kaart kan je terecht in alle bibliotheken van de RuG. De uitleentermijn is 4 weken. Verlengen en reserveren kan je doen via de OPC. Bij niet tijdig verlengen of terugbrengen worden rappels verstuurd. Het eerste rappel is belast met f. 1.00 per boek; ook kan je niet meer lenen of reserveren totdat de boete is betaald. Bij volgende rappels loopt het bedrag op. **Niet uitleenbaar** zijn de collegedictaten, losbladige werken, naslagwerken, nieuwste aanwinsten, tijdschriften en standexemplaren (een verzameling hand- en studieboeken in de bibliotheek aanwezig ter inzage; vaak is een tweede exemplaar wel voor uitlening beschikbaar). Niet uitleenbare werken zijn in bibliotheek of studiezaal (ca. 100 studieplaatsen op de eerste verdieping) raadpleegbaar of je kan **fotokopieën** maken. Er staan twee kopieerapparaten in het souterrain van de bibliotheek. Kopieerkaarten kan je kopen bij de portiers van het WSN-gebouw.

Wanneer een boek of tijdschrift niet in Groningen aanwezig is, kan je het eventueel elders aanvragen via het interbibliothecair leenverkeer (**IBL**). Hieraan zijn kosten

verbonden.

Nadere informatie kan je krijgen bij de bibliothecaressen van Wiskunde en Informatica.

Adres: Bibliotheek Wiskunde & Informatica RuG  
 Landleven 5  
 Postbus 800  
 9700 AV Groningen  
 Tel. 050–3634001 (Inlichtingen)  
 Tel. 050–3633708 (Uitleenbalie)

## 2.13 Colloquia

Zaal RC 150 is gedurende het gehele jaar op maandag-, dinsdag-, doonderdag- en vrijdagmiddag gereserveerd voor colloquia, volgens de hieronder vermelde indeling:

maandag	15.30 – 17.00 uur	colloquia Informatica
dinsdag	16.15 – 17.30 uur	stafcolloquia Wiskunde
donderdag	15.15 – 17.30 uur	colloquia Statistiek en Econometrie
vrijdag	16.15 – 17.30 uur	afstudeercolloquia Wiskunde en Informatica

### Afstudeercolloquia

Voor het houden van een afstudeercolloquium moet tijdig een afspraak worden gemaakt met het Onderwijsbureau, tel. 3633977, IWI kamer 36. De afstudeercolloquia te vinden op:

<http://www.cs.rug.nl/events/afstuds.html>

### Stafcolloquia Wiskunde

Gedurende de collegeperiodes wordt elke week een colloquium gehouden, waarin onderzoekers uit binnen- en buitenland verslag doen over een onderzoeksgebied. Voor studenten kunnen de colloquia van belang zijn omdat ze een beeld geven van het werk dat volgt op het afstuderen. Ze kunnen zo bijdragen tot een oriëntatie op de keuzemogelijkheden binnen de studie. Het volgen van de aankondigingen in de UK, op de prikboarden en via WWW wordt daarom aanbevolen.

Coördinator: Prof.dr. E.G.F. Thomas.

### Colloquia Informatica

In principe is er gedurende collegeperiodes tweewekelijks op maandagmiddag een Informatica colloquium. Het primaire doel is het verbreden van de kijk op het vakgebied, voor zowel de staf, AIO's en OIO's als studenten. Deze verbreding is niet alleen voor de Informatica-staf van belang, maar evenzeer voor de studenten.

Coördinator: Dr. J. Terlouw (e-mail: [terlouw@cs.rug.nl](mailto:terlouw@cs.rug.nl)).

## Colloquia Statistiek en Econometrie

In principe wekelijks, het hele jaar door. Er komen onderzoekers (bijv. psychologen of economen) hun problemen uitleggen aan studenten.

Coördinatie: Groep Statistiek.

NB. Aan alle colloquia wordt tijdig bekendheid gegeven door aankondiging in de mededelingenrubriek van de UK, via samenvattingen op de mededelingenborden en via www op <http://www.cs.rug.nl/events/collo.html>.

## 2.14 Sleutelprocedure

Voor afstudeerders is het mogelijk buiten kantooruren gebruik te maken van de computerruimtes binnen de Afdeling Wiskunde en Informatica, d.m.v. de sleutelprocedure. Om hiervoor in aanmerking te komen kun je, in overleg met je afstudeerdocent, een verzoek indienen bij Mw. J. de Jong-Schluker, kamer IWI-128. Je krijgt dan het ‘sleutelbriefje’ waarmee je, in met een legitimatiebewijs, bij de Bewakingsdienst, Zernikelaan 1 de sleutel van het IWI-gebouw kunt ophalen.

## 2.15 Arbeidsomstandighedenwet

De Arbeidsomstandighedenwet verplicht de werkgever te zorgen voor een zo groot mogelijke veiligheid, een zo goed mogelijke bescherming van de gezondheid en het bevorderen van het welzijn bij de arbeid, voor zowel de werknemer als de student. Hiertoe is onder andere een boekje met huisregels samengesteld, waarvan alle studenten een exemplaar ontvangen aan het begin van hun studie, en is er een ARBO commissie ingesteld waar naast een aantal medewerkers van de afdeling, ook een student zitting in heeft. Voor vragen op het gebied van de ARBO kun je je richten tot Mw. J. de Jong-Schluker, kamer IWI-128. Als je ongewenste situaties wilt melden kan dat informeel bij Mw. J. de Jong-Schluker of formeel via een speciaal formulier dat o.a. in de practicumruimte te vinden is. Het is ook bij Mw. De Jong te krijgen.

Wat op het gebied van arbeidsomstandigheden vooral van belang is voor de afdeling Wiskunde en Informatica is het werken met beeldschermen. Op een aantal zaken kun je zelf letten, zoals de stand van je pols tijdens het typen (recht, en niet op de tafel geleund), na 2 uur achter een beeldscherm werken een kwartiertje pauze nemen, en niet meer dan 6 uur per dag achter het beeldscherm werken. Ontspan regelmatig je spieren. Als je last krijgt van je armen (pols- elleboog- of schoudergewricht), neem dit dan serieus en probeer er iets aan te doen. Er zijn bijvoorbeeld bij het Rekencentrum speciale polssteunen te koop (*f* 15), maar ook een boek onder je polsen kan al verbetering opleveren. Als de problemen met deze kleine hulpmiddelen niet verdwijnen, neem dan contact op met je huisarts.

## 2.16 Wijzigingen, aankondigingen

Aanvullende studie-informatie, mededelingen over tentamendata, gewijzigde of nieuwe colleges, collegetijden, afstudeerwerkgroepen, colloquia enz. zijn te vinden in de mededelingenrubriek van de *Universiteitskrant* (UK). De UK is elke week in het IWI-gebouw verkrijgbaar; de mededelingenrubriek is tevens te lezen via de www-pagina <http://www.rug.nl/rugcis/.ukmed/> en in de vitrine die hangt tussen de kamers 28 en 32. Voorafgaande aan de officiële publicatie zijn de UK-mededelingen meestal een week eerder te lezen op het prikbord tegenover het onderwijsbureau IWI-36.

**Studenten wordt sterk aangeraden deze mededelingen elke week door te kijken.**

**De meeste mededelingen verschijnen slechts één keer in de UK. Een niet gelezen mededeling vormt geen enkel excuus, maar kan wel grote consequenties hebben (het missen van een tentamen, bijvoorbeeld).**

Aankondigingen en informatie van allerlei aard zijn ook langs elektronische weg te vinden op het WingWeb (<http://www.wing.rug.nl/>). Daarnaast is er een speciale pagina voor studentenzaken (<http://www.cs.rug.nl/info/students.html>) met mededelingen en informatie over verenigingen, roosters, afstuderen, internationalisering en dergelijke.

Deze studiegids is via <http://www.cs.rug.nl/info/studiegids> te raadplegen. Wijzigingen en aanvullingen op de studiegids zullen ook op deze plaats worden meegedeeld. Ook het rooster en wijzigingen daarop zijn hier te vinden.

## Deel II

# De vijfjarige opleidingen Wiskunde en Informatica



# *De vijfjarige opleidingen Wiskunde en Informatica*

## 3.1 Onderwijsvernieuwing

### 3.1.1 Waarom vijf jaar?

**Bèta-Plus.** Tot nu toe kenden de meeste academische opleidingen een studieduur van vier jaar. Met ingang van 1 september 1999 vindt hierin een verandering plaats: de studieduur van vele exact georiënteerde opleidingen wordt uitgebreid tot vijf jaar. Om deze uitbreiding ook in Groningen te kunnen laten plaats vinden is door de faculteit Wiskunde & Natuurwetenschappen van de RUG het plan *Bèta-Plus* opgesteld. In dit plan wordt gestreefd naar een min of meer gemeenschappelijke aanpak door de faculteit van de vijf-jarige opleidingen. Vanuit het opleidingsinstituut Wiskunde en Informatica wordt heel actief meegewerkt aan de realisering van Bèta-Plus<sup>1</sup>. De kwaliteit van onze Wiskunde- en Informatica-opleidingen staat daarbij wel steeds voorop. Wiskunde en Informatica zijn beide disciplines die zich, door hun aard, wijd vertakken over vele subdisciplines en toepassingsgebieden. Daarom richten we de bijbehorende opleidingen zo in dat onze studenten na hun studie niet alleen verder kunnen in het onderzoek, maar ook in het bedrijfsleven, de industrie, of het onderwijs.

### 3.1.2 Het basisprogramma

**De basisopleiding.** De eerste drie jaren (voor de technische richtingen de eerste twee jaren) vormen de basisopleiding, die voor alle studenten gemeenschappelijk is. Je leert in die periode voldoende van het vak om een gefundeerde beslissing te kunnen nemen over het vervolg van je studie in de laatste twee jaar, die de bovenbouw van de studie volgen. Dit leren vatten we heel ruim op: het bestaat niet alleen maar uit het vergaren van kennis. We vinden het net zo belangrijk dat je vaardigheden aanleert om deze kennis toe te passen in concrete situaties, dat je je bewust bent van

---

<sup>1</sup>Op het ogenblik lopen verschillende vernieuwingen door elkaar heen. Tot september 2000 zijn er vijfjarige studierichtingen Wiskunde, Statistiek, Technische Mechanica en Informatica. Met ingang van september 2000 worden deze vervangen door Wiskunde en Statistiek, Technische Wiskunde, Informatica en Technische Informatica.

de maatschappelijke positie van je vak, dat je goed over je werk kunt communiceren, en dat je prima in teamverband kunt werken. Deze aspecten van de studie vormen een belangrijk uitgangspunt van *Bèta-Plus*, die tot stand zijn gekomen in overleg met de toekomstige werkgevers van onze studenten.

**Het eerste trimester van de propedeuse.** Elk studiejaar bestaat uit drie trimesters, perioden van veertien weken, waarvan de eerste tien weken gevuld zijn met onderwijsactiviteiten. De laatste vier weken zijn doorgaans bestemd voor zelfstandig werk.

Het eerste trimester van de propedeuse is oriënterend. Je maakt uiteraard kennis met de discipline, afhankelijk van je studierichting bij een van de vakken Oriëntatie Wiskunde of Oriëntatie Informatica. Daarnaast is er een vak Oriëntatie Natuurwetenschappen, in het kader waarvan je uit een aantal vakken kunt kiezen<sup>2</sup>. Bij de beschrijving van de propedeuses Wiskunde en Informatica in respectievelijk paragraaf 3.2.1 en 3.3.1 kun je meer hierover lezen.

Hoewel we natuurlijk hopen dat je na het eerste trimester enthousiast geworden bent voor de studie, kun je na dit eerste trimester nog zonder vertraging omzwaaien naar een andere studie binnen de bèta-faculteit.

**Werkvormen.** In de studie-opzet hebben we gekozen voor een variatie in de werkvormen. De meer traditionele vormen van onderwijs zijn het *hoorcollege*, waarbij de docent de stof uitlegt aan de hele groep studenten van een bepaald jaar, het *werkcollege*, waarbij je in kleinere groepen oefent met de stof door opgaven te maken, die je voor een deel thuis hebt voorbereid, en het *computerpracticum*, waarbij je zelf computerprogramma's maakt, of leert werken met standaardpakketten om problemen op te lossen m.b.v. de computer. Daarnaast is er *projectmatig onderwijs*, waarbij je nog veel meer zelf aan het werk gaat. Als je goed bent in de studie, moedigen we je aan om bij deze projecten uitdagende opdrachten te kiezen: zo kun je immers goed laten zien wat je waard bent!

**Communicatieve vaardigheden.** In de nieuwe studieprogramma's wordt, meer dan tot nu toe, aandacht besteed aan communicatieve vaardigheden. Bij gesprekken met toekomstige werkgevers blijkt telkens dat het goed kunnen communiceren over je vak een heel belangrijke vaardigheid is, waaraan de universitaire opleidingen tot dusverre niet al te veel aandacht besteedden. Je leert in dit verband zelf oplossingen van een probleem te presenteren, schriftelijk door er een verslag over te schrijven, of op de computer door er bijvoorbeeld een web-pagina bij te maken, of mondeling in een voordracht, eventueel ondersteund door de computer. Hoewel in principe bij alle vakken geoefend wordt in communicatieve vaardigheden, bevat het tweede jaar een studieonderdeel speciaal gewijd aan dit onderwerp.

---

<sup>2</sup>Zie voor meer informatie over deze vakken in de Studiegidsen van de betreffende Faculteiten

**Studeerbaarheid.** Ook de studeerbaarheid van de programma's krijgt erg veel aandacht: bij een goede inzet moet je de studie zonder vertraging, dus in vijf jaar, kunnen afronden. We proberen door de nieuwe opzet van onze onderwijsprogramma's te bereiken dat iedereen aan het eind van het eerste jaar alle vakken met een voldoende resultaat heeft afgesloten. Daarvoor moet je je natuurlijk allereerst zelf behoorlijk inzetten. Daar staat tegenover dat je op extra hulp kunt rekenen als je onverhoopt toch achterstand oploopt. Er zijn hiervoor speciale inhaalprogramma's in de maak, die verplicht zijn wanneer je achterstand hebt opgelopen. Je krijgt hiervoor zelfs studiepunten, al betekent dit wel dat je geen tijd zult hebben om aan sommige projecten mee te doen.

Het opleidingsinstituut streeft hier naar het *expeditiemodel*: de begeleiding van de studenten is dusdanig intensief dat aan het eind van elk trimester alle actief participerende studenten van het betreffende cohort de benodigde punten gehaald hebben waar de betreffende studieadviseur een hoofdrol speelt in deze ontwikkeling. Van belang zijn hierbij het mentorsysteem, waarin ouderejaars-studenten participeren, en het tutor-systeem, waarin gevorderde studenten een docent als tutor krijgen toegewezen. Onder de noemer *Dringend Studieadvies* worden maatregelen genomen om de studeerbaarheid te bevorderen, en met name, achterstand te voorkomen (denk aan bezemklasjes onder leiding van studentassistenten). Het basisprogramma wordt afgesloten met een voortgangstoets: om verder te gaan in de bovenbouw moet je op zijn minst de propedeuse hebben gehaald, en nog 63 studiepunten uit de rest van het basisprogramma.

### 3.1.3 De bovenbouw

Als je eenmaal in de bovenbouw aanbeland bent, zijn er verschillende varianten, waaruit je kunt kiezen: de P-variant is bedoeld voor diegenen die na het behalen van het diploma door willen gaan met wetenschappelijk onderzoek (de "P" staat voor promotie), de M-variant is bedoeld voor die studenten die "de praktijk" ingaan, en tenslotte is er de C/E variant die is opgezet met name voor die studenten die leraar willen worden. Deze varianten lichten we hieronder toe.

#### **P-varianten**

Zoals gezegd is de P-variant bedoeld voor diegenen die na het behalen van het diploma door willen gaan met wetenschappelijk onderzoek. In de praktijk betekent dit meestal dat men op grond van afspraken begint met een promotieonderzoek, dat na 4 jaren de doctors-graad oplevert. Elke afstudeerrichting kent één P-variant. De P-variant bestaat uit de volgende onderdelen:

- Onderzoek met een omvang van 21 sp, inclusief seminariumdeelname.
- Onderwijs met een omvang van 21 sp in de vorm van cursussen, projectmatig onderwijs, begeleid literatuurstudie, etc. Ongeveer de helft hiervan is specialistisch binnen de afstudeerrichting en dient ter voorbereiding op het onderzoek. Verder worden gestimuleerd:

1. Deelname aan zomerscholen, masterclasses op nationaal of internationaal niveau.
2. Studeren in het buitenland via programma's zoals Socrates.

### **M-varianten**

Om studenten optimaal voor te bereiden op de uitoefening van het vak in de praktijk worden de volgende M-varianten aangeboden.

1. Computational Science (i.s.m. Scheikunde en Natuurkunde).
2. Financiële Wiskunde (i.s.m. Economie).
3. Informatietechnologie.
4. Kunstmatige Intelligentie (i.s.m. Natuurkunde en TCW).

Het programma hangt af van de instroomrichting, en wordt nog nader uitgewerkt. Voor de feitelijke varianten zij verwezen naar *Bèta-plus*.

### **De C/E-variant**

In nauw overleg met het Centrale Instituut voor de Universitaire Lerarenopleiding UCLO is een plan voor een facultaire lerarenopleiding ontwikkeld dat in doelstelling en opzet spoort met het universitaire vernieuwingsplan voor de lerarenopleiding. Na de basistraining *Communicatieve Vaardigheden* in het tweede studiejaar (3 sp) kan de student in het derde of vierde studiejaar kiezen voor een Oriëntatie op het beroep van leraar, mede op basis van eigen ervaringen met het verzorgen van onderwijs (4 sp). De eigenlijke beroepsvoorbereiding beslaat in het vijfde studiejaar het tweede en derde trimester (28 sp), gevolgd door een beroepsbegeleiding van 15 sp na het doctoraal tijdens het eerste jaar van beroepsuitoefening. Zie de universitaire en facultaire plannen voor de lerarenopleiding. Naast of in combinatie met de lerarenopleiding kan de student kiezen voor een journalistieke afstudeerrichting, bijvoorbeeld gericht op popularisering van de bèta-wetenschappen. De Communicatie- en Educatievariant biedt de studenten ook de mogelijkheid om zich al dan niet in combinatie met de bovenbeschreven opleidingen te verbreden op het gebied van informatie, communicatie en educatie. In het eerste trimester van het vijfde studiejaar is bijvoorbeeld de mogelijkheid ingebouwd dat een bèta-student 14 sp Informatica (Informatie- en Communicatietechnologie) kan kiezen, om een voldoende basis te verkrijgen voor de toelating tot de Lerarenopleiding Informatica. In het universitaire en facultaire onderwijsvernieuwingsplan is voorzien in het opzetten van een Lerarenopleiding Informatica, als aanvulling op een lerarenopleiding in een ander bèta-vak.

Uiteraard is er in de hogere jaren een toenemende mate aandacht voor activerende werkvormen. Een belangrijk doel is de student kennis te laten maken met wetenschappelijk onderzoek. Hierdoor kunnen studenten ook hun geschiktheid voor onderzoek toetsen. Het programma omvat in ieder geval de volgende onderdelen:

- Algemeen Vormende Vakken (AV-vakken) 4 sp.
- Onderwijs ter grootte van 18 sp in de vorm van cursussen, projectmatig onderwijs, begeleid literatuurstudie, etc. Ongeveer de helft hiervan is specialistisch van aard en dient ter voorbereiding op het onderzoek.
- Doctoraalonderzoek ter grootte van 20 sp. Dit valt uiteen in:
  1. Seminarium + (begeleid) literatuuronderzoek etc. ter grootte van 6 sp. Per opleiding wordt een seminarium in het leven geroepen. Deelnemers: afgestudeerde docenten, afgestudeerden, aio / oio's.
  2. Onderzoek ter grootte van 14 sp, af te sluiten met een schriftelijke en mondelinge presentatie.

## 3.2 De vijfjarige opleidingen Wiskunde en Technische Mechanica

### 3.2.1 De propedeuse

De vernieuwde propedeuse Wiskunde (en het eerste jaar van het programma Technische Mechanica) ziet er als volgt uit:

Trimester	Pag.	Vak
1.1	150	Oriëntatie Wiskunde (4 sp.)
	140	Krommen en Oppervlakken I (4 sp.)
		Oriëntatie Natuurwetenschappen (4 sp.)
	136	Inleiding Computer Gebruik (2 sp.)
1.2	141	Lineaire Algebra I (4 sp.)
	158	Statistiek voor Betas (4 sp.)
	152	Programmeren A (2 sp.)
	180	Mechanica (2 sp.)
	154	Project Meetkunde (2 sp.)
1.3	142	Lineaire Algebra II (2 sp.)
	140	Krommen en Oppervlakken II (4 sp.)
	164	Voortgezet programmeren (4 sp.)
	147	Oneindige Processen (2 sp.)
	154	Project Numerieke Wiskunde (2 sp.)

Het eerste trimester van de propedeuse is oriënterend. Het vak Oriëntatie Wiskunde is kaleidoscopisch van aard en geeft je een vooruitblik op de rest van de studie. Bij Krommen en Oppervlakken I heb je een eerst kennismaking met differentieerbare krommen en oppervlakken (voortgezet als Krommen en Oppervlakken II in het derde trimester; beide vakken bouwen voort op de wiskunde uit het VWO). Het vak Inleiding Computergebruik is een intensieve cursus waarbij je onder andere leert als wiskundige de computer te gebruiken door middel van symbolisch rekenen en tekstverwerken. Daarnaast is er een vak Oriëntatie Natuurwetenschappen, in het kader waarvan je in ieder geval Inleiding Natuurkunde kunt kiezen. Aan het begin van de eerste onderwijsweek is er een speciale bijeenkomst waarin deze vakken

gepresenteerd worden; pas daarna moet je een keuze te maken. Alle vakken worden uitgebreider beschreven in hoofdstuk 13.

Vanaf het tweede trimester start de *programmeerlijn* met de vakken Programmeren A en B. Bij deze informaticavakken leer je hoe je computerprogramma's op een systematische manier kunt ontwerpen. Een eerste kennismaking met Statistiek vindt plaats bij Statistiek voor Bèta's; het vak Mechanica ligt ten grondslag aan vele wiskundige vondsten uit heden en verleden. In het tweede trimester wordt tevens met Lineaire Algebra I (voortgezet in het derde trimester als Lineaire Algebra II) begonnen. Een eerste kennismaking met formele wiskundige formuleringen en bewijzen vindt je bij Oneindige Processen. In het tweede en derde trimester zijn verder nog projecten voorzien over Meetkunde en Numerieke Wiskunde.

### 3.2.2 De hogere jaren: een vooruitblik

Het programma Wiskunde is nog volop in ontwikkeling. Het eerste jaar is uiteraard volledig ingevuld, maar ook voor de overige jaren is al een voorlopige blauwdruk gemaakt. In de loop van dit studiejaar werken we verder aan de invulling van de rest van het basisprogramma. Het bevat de volgende hoofdstromen:

- (I) **Algebra**
- (II) **Dynamische Systemen en Analyse**
- (III) **Systeemtheorie**
- (IV) **Statistiek en Waarschijnlijkheidsrekening**
- (V) **Technische Mechanica en Numerieke Wiskunde**

In de nog verdere toekomst ligt de ontwikkeling van de bovenbouw, die al in globale termen is beschreven in paragraaf 3.1.3. De ideeën hiervoor zijn nog erg globaal, en nog niet rijp genoeg voor publicatie in deze studiegids. Het verder uitwerken van het onderwijsprogramma is een continu proces, waarbij ook studenten betrokken zijn. We zullen jullie op de hoogte houden van de verdere ontwikkelingen.

## 3.3 De vijfjarige opleiding Informatica

### 3.3.1 De propedeuse

De vernieuwde propedeuse Informatica (en de eerste twee jaren van het programma Technische Informatica) ziet er als volgt uit:

Trimester	Pag.	Vak
1.1	136	Inleiding Computergebruik (2 sp.)
	149	Oriëntatie Informatica (4 sp.)
	167	Wiskunde I (4 sp.)
		Oriëntatie Natuurwetenschappen (4 sp.)
1.2	152	Programmeren I (8 sp.)
	129	Discrete Structuren (4 sp.)
	153	Project LaTeX/HTML (2 sp.)
1.3	153	Programmeren II (8 sp.)
	167	Wiskunde II (4 sp.)
	154	Project Programmeren (2 sp.)

Het eerste trimester van de propedeuse is oriënterend. Het vak Oriëntatie Informatica geeft je een vooruitblik op de rest van de studie. Daarnaast is er een vak Oriëntatie Natuurwetenschappen, in het kader waarvan je in ieder geval kunt kiezen uit Oriëntatie Wiskunde en Inleiding Natuurkunde. Aan het begin van de eerste onderwijsweek is er een speciale bijeenkomst waarin deze vakken gepresenteerd worden; pas daarna moet je een keuze te maken. Alle vakken worden uitgebreider beschreven in hoofdstuk 13. Vanaf het tweede trimester start de *programmeerlijn* met de vakken Programmeren I en II. Bij deze informaticavakken leer je hoe je computerprogramma's op een systematische manier kunt ontwerpen. In het begin gaat het om kleine programma's, aan het eind van het eerste jaar kun je al aardig je eigen software maken. Daarnaast zijn er twee projecten gepland, waarin je in groepjes aan een betrekkelijk open opdracht werkt. Bij achterstand zul je in plaats van deze projecten een inhaalprogramma moeten volgen.

In elk trimester is een wiskunde(-achtig) vak gepland. Wiskunde I en II bouwen voort op de wiskunde uit het VWO, Discrete Structuren bevat wiskunde die speciaal voor informatici onmisbaar is.

### 3.3.2 De hogere jaren: een vooruitblik

Het programma Informatica is nog volop in ontwikkeling. Het eerste jaar is uiteraard volledig ingevuld, maar ook voor de overige jaren is al een blauwdruk gemaakt. In de loop van dit studiejaar werken we verder aan de invulling van de rest van het basisprogramma Informatica en Technische Informatica. Het bevat de volgende hoofdstromen:

- (I) **Software- en systeemontwikkeling:** Programmeren I (inleiding imperatief programmeren, eenvoudige datastructuren), Programmeren II (specificatie/ADT's, algoritmen en datastructuren), Programmeren III (object geïntegreerd programmeren, OO-bibliotheken, OO-ontwerp van user interfaces), Software Engineering.
- (II) **Opbouw en ontwerp van computersystemen:** Computersystemen (digitale techniek, computer architectuur), Gedistribueerde Systemen (operating systems, netwerken), ICT (databases, multimedia, WWW, ergonomische aspecten van user interfaces).

- (III) **Formele systemen:** Discrete Structuren, Programmacorrectheid, Talen & Vertalers (talen en automaten, interpreters voor functionele talen, compilers en compiler-generatoren).
- (IV) **Wiskunde:** Numerieke Wiskunde, Statistiek voor Bèta's, Wiskunde I en II (analyse en lineaire algebra).
- (V) **Oriëntatie** (op de discipline, de natuurwetenschappen, de afstudeervarianten en het latere beroep).

In de nog verdere toekomst ligt de ontwikkeling van de bovenbouw, die al in globale termen is beschreven in paragraaf 3.1.3. De ideeën hiervoor zijn nog erg globaal, en nog niet rijp genoeg voor publicatie in deze studiegids. Het verder uitwerken van het onderwijsprogramma is een continu proces, waarbij ook studenten betrokken zijn. We zullen jullie op de hoogte houden van de verdere ontwikkelingen.

## 3.4 Overgangsregeling

### Algemeen

Het studieprogramma wordt ieder jaar opnieuw vastgesteld. Als het nieuwe studieprogramma verschilt van het tot nu toe geldende studieprogramma wordt een overgangsregeling gemaakt voor die studenten die het oude studieprogramma niet hebben voltooid. Voor het geval de overgangsregeling ontoereikend is, dient men zo spoedig mogelijk contact op te nemen met de studieadviseur. Voor de overgangsregelingen behorende bij eerdere wijzigingen van het curriculum wordt verwezen naar de studiegidsen van de betreffende jaren.

### Overgangsregeling Propedeuse

Het propedeuseprogramma is per 1 september 1999 gewijzigd. De volgende overgangsregeling geldt voor die studenten die voor 1 september 1999 met hun studie zijn begonnen en op 1 september 1999 de propedeuse nog niet behaald hebben.

1. De student die voor 1 september 1999 met de studie begonnen is, besluit in overleg met de studieadviseur om het propedeutisch examen volgens het oude programma (zoals omschreven in de Studiegids 1998–1999) of volgens het gewijzigde programma (zoals omschreven in de Studiegids 1999–2000) te doen. De keuze wordt aan de examencommissie meegedeeld.
2. De student die kiest voor het oude programma krijgt naast de gebruikelijke drie tentamenkansen in het cursusjaar 1998–1999 een extra tentamenkans in het cursusjaar 1999–2000. De examencommissie kan op verzoek van de student nog meer tentamenkansen toestaan.

3. De student die kiest voor het oude programma kan de examencommissie verzoeken een of meer vakken (maar in totaal voor hoogstens 14 studiepunten) te mogen vervangen door vakken uit het nieuwe studieprogramma. Het verzoek wordt ingediend via de studieadviseur, en wordt door de examencommissie ter advies voorgelegd aan de Commissie Basisonderwijs Wiskunde respectievelijk de Curriculumcommissie Informatica.
4. De student die kiest voor het nieuwe programma kan de examencommissie verzoeken vrijstelling te verlenen voor een of meerdere vakken op grond van reeds behaalde vakken uit het oude programma. Het verzoek wordt ingediend via de studieadviseur, en wordt door de examencommissie ter advies voorgelegd aan de Commissie Basisonderwijs Wiskunde respectievelijk de Curriculumcommissie Informatica.



## Deel III

De opzet van de oude opleidingen  
Wiskunde,  
Technische Mechanica  
en Statistiek



## *De opzet van de opleidingen Wiskunde, Technische Mechanica en Statistiek*

### 4.1 Wiskunde: het vak

De wereld is ondenkbaar zonder wiskunde. Techniek drijft op wiskunde, en waar zouden we zijn zonder techniek. Maar wiskunde speelt een rol in veel meer zaken dan techniek. Overal zie je tegenwoordig aandacht voor kwantitatieve gegevens, voor modelmatige beschrijvingen van de werkelijkheid. Dat kan één differentiaalvergelijking zijn die de beweging van een veer beschrijft, maar het kan ook een grote verzameling samenhangende vergelijkingen zijn (een ‘Dynamisch Systeem’) die weersvoorspellingen mogelijk maken. Je kunt gerust zeggen dat de wetenschappelijke vooruitgang van de laatste decennia, niet alleen in de natuurwetenschappen en techniek maar ook in maatschappijwetenschappen als economie en sociologie en in de medische wetenschap, zonder de inbreng van wiskunde lang niet zo groot zou zijn geweest. Discussies in het voorjaar van 1997 over het wiskunde-aandeel in de nieuwe VWO-profielen weerspiegelen dit beeld. Zelfs in het profiel Cultuur en Maatschappij zal wiskunde in de komende jaren een belangrijke component zijn.

Nogal wat onderdelen van de wiskunde worden niet ontwikkeld omdat wiskundigen daarbij praktische toepassingen voor ogen hebben, maar eerder uit intellectuele nieuwsgierigheid, omdat ze er plezier aan beleven om ze te bedenken. Vanaf het allereerste begin hebben ze het vak ook bedreven omdat het voldoening geeft om een probleem op te lossen. De zekerheid dat een redenering klopt, de omweg die je moet maken om uiteindelijk toch je doel te bereiken, dat zijn de zaken die sommige wiskundigen in leven houden (dit laatste kun je op twee manieren lezen; dat is dus met opzet zo gesteld).

Eigenlijk zou je moeten zeggen dat sommige zaken *nog* geen toepassing hebben. Want soms verandert dat op slag, en kan een zuiver theoretisch resultaat opeens zeer veel praktische waarde krijgen. Een voorbeeld: niemand had ooit gedacht dat er met het ontbinden van getallen in priemgetallen (probeer 2021), geld te verdienen zou zijn. Ontbinden in factoren deden wiskundigen al ruim voor het begin van de Christelijke jaartelling. Maar pas na 1970 bedachten de wiskundigen Rivest, Shamir en Adleman een methode om berichten te versleutelen die je alleen kunt ontcijferen als je een met het bericht meegestuurd getal in priemgetallen kunt ontbinden. Zelfs Getaltheorie heeft daardoor toepassingen, geldprijzen en records gekregen. Het record ‘ontbinden in priemgetallen van zomaar een getal’ werd op 10

april 1996 gebroken door Marijke Elkenbracht-Huizing (Centrum voor Wiskunde en Informatica, Amsterdam), die in samenwerking met een aantal andere wiskundigen, en met behulp van een netwerk van werkstations en de Cray C90 supercomputer een getal van 130 cijfers in twee priemfactoren van 65 cijfers ontbond. Volgens NRC-Handelsblad van 18 april 1996 kwam ze daarmee in aanmerking voor een premie van 13.000 dollar, uitgelooft door het bedrijf RSA Data Security.

Aan de Rijksuniversiteit Groningen heeft de wiskunde beide gezichten. Er is onderwijs en onderzoek dat toegepast en soms zelfs zeer toegepast is (statistiek, systeem- en regeltheorie, technische mechanica —ofwel mechanica van vloeistoffen en gassen— en numerieke wiskunde), maar ook wordt gewerkt aan fundamentele problemen (algebra en meetkunde, analyse, dynamische systemen). En bij dat alles is er aandacht voor de didaktiek en de geschiedenis van het vak.

## 4.2 Wiskunde: doelstelling en eindtermen van de opleiding

De opleidingen in de Wiskunde (in vier jaar leidend tot de titel *drs*) en de Technische Mechanica (in vijf jaar leidend tot de titel *ir*) hebben als doel de studenten “zodanige kennis, vaardigheid en inzicht bij te brengen . . . dat de afgestudeerde in staat is tot een zelfstandige beroepsuitoefening en eventueel in aanmerking komt voor een vervolgstudie tot zelfstandig wetenschappelijk onderzoeker, leraar of ontwerper”, aldus artikel 3 uit het Onderwijs- en Examenreglement.

Dat is een hele mond vol. In de praktijk komt het er op neer  dat je aan het eind van de opleiding de basisbegrippen en -technieken van de wiskunde beheerst;  dat je kunt abstraheren;  dat je kunt beoordelen of een wiskundig argument correct is;  dat je voor wiskundige doeleinden goed met de computer overweg kunt;  dat je in teamverband kunt werken;  dat je op de hoogte bent van enkele klassieke wiskundige problemen en hun oplossingen kent;  dat je je wiskundige kennis en ideeën schriftelijk en mondeling kunt overdragen ook aan niet-wiskundigen;  dat je bekend bent met toepassingen van de wiskunde uit verschillende gebieden en wiskundige modellen kunt opstellen;  dat je weet wat de rol van de wiskunde in de samenleving is, en welke verantwoordelijkheid wiskundigen daarbinnen hebben; en  dat je binnen je specialisatierichting zoveel diepgang hebt dat je de internationale wetenschappelijke publikaties op dat gebied kunt volgen.

## *Het oude doctoraalprogramma Wiskunde en Technische Mechanica*

De doctoraalprogramma's Wiskunde en Technische Mechanica hebben een totale studielast van 126, resp. 168 sp. Naast een verplicht deel in het tweede en derde jaar, bevat het programma ook een keuzedeel. Iedere student stelt tijdig vóór het doctoraalexamen een programma op. Hierbij wordt overleg met de studieadviseur voor het 2<sup>e</sup> tot en met het 4<sup>e</sup> jaar en/of de afstudeerdocent sterk aangeraden. Het programma wordt ter goedkeuring voorgelegd aan de examencommissie (zie § 17.1).

### 5.1 Het tweedejaars programma

Het tweedejaarsprogramma wiskunde en technische mechanica ziet er als volgt uit.

pg.	vak	hoor- college (u/week)	werk- college (u/week)	sp.	trim.
121	Algebra 2a	2	2	2	1 <sup>e</sup>
123	Analyse B	3	2	4	1 <sup>e</sup>
138	Inleiding Statistiek	4	4	4	1 <sup>e</sup>
138	Inleiding Systeemtheorie	3	2	4	1 <sup>e</sup>
132	Functietheorie 1	4	–	4	2 <sup>e</sup>
134	Gewone Differentiaalvergelij- kingen	3	2	4	2 <sup>e</sup>
145	Meetkundige Problemen	2	–	2	2 <sup>e</sup>
163	Voortgezet Programmeren	3	2	4	2 <sup>e</sup>
121	Algebra 2b	2	2	2	3 <sup>e</sup>
137	Inleiding Mathematische Fy- sica	3	2	4	3 <sup>e</sup>
137	Inleiding Numerieke Wis- kunde	4	–	4	3 <sup>e</sup>
139	Integraalrekening	3	2	4	3 <sup>e</sup>

Voor het vak Inleiding Numerieke Wiskunde moet gedurende 1 middag per week tevens aan een bijbehorend practicum worden deelgenomen. Ook bij Inleiding Statistiek, Inleiding Systeemtheorie en Voortgezet Programmeren moeten practicumopdrachten gemaakt worden. De werkwijze wordt tijdens het hoorcollege meegedeeld.

In het derde trimester stelt elke student een studieplan op voor het derde studiejaar. Het is aan te raden dit te doen in overleg met de studieadviseur van het 2<sup>e</sup> tot en met het 4<sup>e</sup> studiejaar. In de loop van mei wordt aan het opstellen van dit plan, in samenhang met de keuze van een afstudeerrichting, een voorlichtingsbijeenkomst gewijd.

## 5.2 Het derde en vierde jaar Wiskunde

Onderstaand programma is bestemd voor studenten van de lichting '95 t/m '98. Voor studenten van eerdere lichtingen geldt het programma vermeld in de studiegids 1996–97. In overleg met studieadviseur (en afstudeerdocent) is het echter voor deze studenten ook mogelijk volgens onderstaand programma af te studeren.

### 5.2.1 Inleiding

Het doctoraalexamen Wiskunde kent drie afstudeervarianten, elk met enkele specialisaties erbinen:

1. Variant Zuivere Wiskunde (Specialismen: Algebra & Meetkunde, Analyse, Dynamische Systemen).
2. Variant Toegepaste Wiskunde (Specialismen: Numerieke Wiskunde, Kansrekening & Statistiek, Systeem & Regeltheorie).  
Als andere belangrijke mogelijkheden om in een toegepast wiskundige richting af te studeren noemen we hier nog de Ingenieursopleiding Technische Mechanica (zie § 5.3) en de Studierichting Statistiek (zie hoofdstuk 7).
3. Algemene Variant (Specialismen: Educatief Ontwerpen, Geschiedenis van de Wiskunde).

Deze variant omvat ook de mogelijkheid om op minder specialistische wijze dan bij 'Zuivere' en 'Toegepaste Wiskunde' af te studeren.

Uit het aanbod van vakken maakt de student een afstudeerpad. De spelregels hiervoor worden in § 5.2.3 weergegeven, alsmede een aantal voorbeelden in § 5.2.4. Algemene spelregels zijn de verplichting van Presentatie Wiskundig Onderwerp, Analyse 5 ('Metrische Ruimten') en 4sp uit het aanbod Algemeen Vormende Vakken (AV-Vakken), het feit dat het Afstudeeronderwerp 20sp telt en dat er maximaal 10sp vrije keus is, eventueel buiten Wiskunde.

### 5.2.2 Het aanbod van vakken in 1999–2000

De basiseenheid ziet zich geconfronteerd met een reductie t.a.v. voorgaande jaren van de 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> jaars vakken. De volgende lijst van vakken vormt het geraamte, waaruit de studie opgebouwd kan worden. Door individuele docenten kan het aanbod nog

vergroot worden door het geven van zogenaamde “CAPUT”-vakken. Een lijst van dergelijke “CAPUT”-vakken zal aan het begin van het studiejaar bekend gemaakt worden. Iedere student wordt met klem geadviseerd zo snel mogelijk contact op te nemen met de studieadviseur of afstudeerdocent.

Het onderwijsaanbod is per variant onderverdeeld in een *regulier* en een *specialistisch* deel. Hieronder wordt dit aanbod gepresenteerd voor het studiejaar 1999/2000. Binnen het reguliere stuk worden vakken van algemeen belang, die meteen na de eerste twee studiejaar kunnen worden gevolgd, aangegeven met een (a).

De meeste vakken worden jaarlijks aangeboden en hebben een gewicht van 4 sp. Tenzij anders vermeld is dit de situatie (default).

### Verplicht aanbod

Presentatie Wiskundig Onderwerp (PWO) (2sp)  
Analyse 5 (‘Metrische Ruimten’)

### Zuivere Wiskunde: Regulier Aanbod

1. *Algebra & Meetkunde*  
Algebra en Meetkunde (a)
2. *Analyse*  
Lineaire Analyse (a)  
Distributietheorie (a)
3. *Dynamische Systemen*  
Dynamische Systemen (a)  
Calculus op Oppervlakken (a)

### Zuivere Wiskunde: Specialistisch Aanbod

1. *Algebra & Meetkunde*  
Riemann oppervlakken  
Elliptic curves
2. *Analyse*
3. *Dynamische Systemen*  
Storingsrekening (99/00)

### **Toegepaste Wiskunde: Regulier Aanbod**

1. *Systeem- & Regeltheorie*  
Feedback Control (a)  
Optimalisatie van Regelsystemen (a)  
Mathematical Models for Control (DISC)
2. *Numerieke Wiskunde*  
Numerieke Wiskunde (a)  
Methode der eindige elementen (99/00)
3. *Technische Mechanica*  
Partiële Differentiaalvergelijkingen (PDV) (a)  
Stromingsleer (a)  
Grenslaagstromingen
4. *Stochastiek*  
Maattheorie en Waarschijnlijkheidsrekening (a)  
Statistische Methoden (a,99/00)
5. *Studierichting Statistiek*  
Mathematische Statistiek(a)  
Toegepaste Statistiek (econometrie)

### **Toegepaste Wiskunde: Specialistisch Aanbod**

1. *Systeem- & Regeltheorie*  
System and Control Theory of Nonlinear Systems (99/00)(DISC)  
Design Methods of Control Systems (Utrecht) (DISC)
2. *Numerieke Wiskunde*  
Numerieke Stromingsleer
3. *Technische Mechanica*  
Caput Technische Mechanica I: Asymptotische Methoden (99/00)
4. *Stochastiek*  
Caput Stochastische Processen (99/00)  
Voortgezette kansrekening  
Tijdreeksanalyse  
Stochastische processen
5. *Studierichting Statistiek*  
Steekproeftheorie (econometrie)  
Statistische Kwaliteitszorg (econometrie)

### **Algemene variant: Regulier Aanbod**

1. *Educatief Ontwerpen*  
Leren & Onderwijzen (8sp)

## Algemene variant: Specialistisch Aanbod

1. *Educatief Ontwerpen*  
Basiscursus Lerarenopleiding (12sp)
2. *Geschiedenis*
  - Toegepast Symbolisch Rekenen (a,99/00)
  - Neural Networks
  - Simulatie & Implementatie
  - Wetenschappelijke Visualisatie
  - Inleiding Computational Science
  - Architectuur en Programmeren van High Performance Computers

## Aanbod Algemeen Vormende Vakken

Sinds de invoering van de twee fasen structuur zijn de natuurwetenschappelijke studierichtingen steeds sterker gericht op het vak van onderzoeker. Hierdoor is er tijdens de studie nauwelijks tijd het vakgebied in een breder perspectief te plaatsen. Met de invoering van AV-onderwijs komt er in het studieprogramma ruimte voor reflectie op het vak. Deze reflectie leidt mede tot bezinning op de eigen verantwoordelijkheid ten aanzien van het gebruik van kennis.

Deze reflectie heeft twee kanten: 1. Verdieping: Het gaat hier om de plaats van de discipline in de wetenschap. Dit aspect wordt belicht in de Wetenschapsgeschiedenis en in de Wetenschapsfilosofie. 2. Verbreding: Wat zijn de belangrijke gevolgen van wetenschappelijke en technologische ontwikkeling in de maatschappij. Dit aspect komt aan de orde in de Ethiek en bij het beschouwen van de rol van de wetenschap in de samenleving.

In maart 1994 besloot de Faculteitsraad dat minstens 4 sp algemeen vormend onderwijs in de studie moet worden opgenomen. Als AV-onderwijs kan in elk geval gekozen worden uit het aanbod verzorgd door de Faculteit der Wijsbegeerte:

- Wetenschap in de Samenleving (2 sp., zie pag.173)
- Wetenschapsethiek (2 sp., zie pag.173)
- Wetenschapsfilosofie (2 sp., zie pag.174)
- Wetenschapsgeschiedenis (2 sp., zie pag.174)
- Wiskunde en Samenleving (2 sp., zie pag.175)

In overleg met de studieadviseur voor het 2<sup>e</sup> tot en met het 4<sup>e</sup> jaar kunnen studenten de examencommissie een doctoraalprogramma ter goedkeuring voorleggen waarin een ander vak of een andere combinatie van vakken als AV-onderwijs wordt aangemerkt. Zo is een combinatie van de vakken Wetenschapsgeschiedenis en Geschiedenis van de Wiskunde mogelijk en toegestaan.

### 5.2.3 Spelregels voor afstudeerpaden

We geven spelregels voor afstudeerpaden. Elke student neemt liefst voor aanvang van het derde jaar, doch uiterlijk vóór het derde trimester hiervan, contact op met de studieadviseur, die hem/haar helpt bij de keus van een afstudeerpad en bijbehorende afstudeerdocent. Het studieprogramma moet door afstudeerdocent en studieadviseur gefiatteerd worden.

Waarschuwing: Om studieproblemen te voorkomen is het van belang zo spoedig mogelijk een goedgekeurd studieprogramma te hebben.

Kleine variaties op de spelregels zelf zijn mogelijk in overleg met studieadviseur en afstudeerdocent en ter goedkeuring van de Examencommissie.

- Voor alle varianten zijn verplicht de vakken Presentatie Wiskundig Onderwerp (2sp), Analyse 5 ('Metrische Ruimten') (4sp) en 4sp aan AV-vakken. Het afstudeerwerk telt 20sp en er is 10sp vrije keus.
- Voor elke specialisatierichting is het betreffende reguliere stuk verplicht; daarnaast moet minimaal 4sp uit het bijbehorende specialistische aanbod gedaan worden.
- Om voldoende wiskundige breedte en inhoud in de opleiding te garanderen, geldt de verplichting, buiten het reeds gekozen reguliere stuk, minimaal 20sp (a)-vakken in het afstudeerpad op te nemen, waarvan 12sp buiten de eigen variant.

Hieronder wordt per specialisatierichting een *voorbeeld* van een afstudeerpad gegeven. Natuurlijk zijn er, binnen de spelregels, vele variaties mogelijk. Zo kunnen, tenzij anders aangegeven, wisselvakken zonder meer door een tegenhanger worden vervangen. Opgemerkt wordt dat de vrije keus binnen Wiskunde kan liggen, maar dat ook andere vakgebieden zeer wenselijk kunnen zijn. We noemen hier met name Informatica, Natuurkunde, Econometrie en Onderwijskunde.

### 5.2.4 Voorbeelden van afstudeerpaden

Deze voorbeelden dienen slechts om de gedachten te bepalen. Een aantal vakken uit deze voorbeelden wordt niet meer gegeven. Neem zo snel mogelijk contact op met studieadviseur of afstudeerdocent over vervanging en keuze van CAPUT-vakken.

#### Afstudeerpaden Variant Zuivere Wiskunde: 84-30=54 sp.

##### 1. Algebra & Meetkunde:

Regulier aanbod (8sp): Algebra & Meetkunde, Aspecten van de Algebra

Specialistisch aanbod (12sp): Symbolic Computing, Riemann oppervlakken, Werkgroep

(a)–vakken (24sp): Distributietheorie, Dynamische Systemen, Calculus op Oppervlakken, Numerieke Wiskunde, Feedback Control, Geschiedenis van de Wiskunde<sup>1</sup>

Overig (10sp): Functietheorie 2, Fast Fourier Transforms, Toegepast Symbolisch Rekenen

2. *Analyse:*

Regulier aanbod (8sp): Lineaire Analyse, Distributietheorie

Specialistisch aanbod (8sp): Lineaire PDV, Fourieranalyse

(a)–vakken (28sp): Algebra & Meetkunde, Dynamische Systemen, Calculus op Oppervlakken, Toegepast Symbolisch Rekenen, Numerieke Wiskunde, Feedback Control, Statistische Methoden

Overig (10sp): Storingsrekening, Geschiedenis van de Wiskunde, Fast Fourier Transforms

3. *Dynamische Systemen:*

Regulier aanbod (8sp): Dynamische Systemen, Calculus op Oppervlakken

Specialistisch aanbod (8sp): Chaotische Dynamica & Tijdreeksen, Hamiltoniaanse Mechanica

(a)–vakken (28sp): Algebra & Meetkunde, Toegepast Symbolisch Rekenen, Lineaire Analyse 1, Distributietheorie, Statistische Methoden, Numerieke Wiskunde, Geschiedenis van de Wiskunde

Overig (11sp): Functietheorie 2, Tijdreeksen, Meetkunde voor Natuurkundigen (natuurkunde)

Voorkeursvariatie: vervang Distributietheorie, Statistische Methoden, Numerieke Wiskunde en Tijdreeksen door Aspecten van de Algebra, Feedback Control, Optimalisering van Regelsystemen en Lineaire Analyse 2.

**Afstudeerpaden Variant Toegepaste Wiskunde: 84 - 30 = 54sp**

Opmerking: het studieprogramma voor de ingenieursopleiding Technische Mechanica is vermeld in §5.3 en dat van de studierichting Statistiek in hoofdstuk 7.

1. *Systeem- & Regeltheorie:*

Regulier aanbod (12sp): Feedback Control, Optimalisering van Regelsystemen, Mathematical Models for Systems

Specialistisch aanbod (4sp): System and Control Theory of Nonlinear Systems

(a)–vakken (28sp): Numerieke Wiskunde, PDV, Statistische Methoden, Dynamische Systemen, Stochastische Processen, Lineaire Analyse, Geschiedenis v.d. Wiskunde

Overig (10sp): Neural Networks (informatica), Simulatie en Implementatie (informatica), Practicum Regeltechniek

2. *Numerieke Wiskunde:*

---

<sup>1</sup>Here and elsewhere: tenzij al uit AVV-aanbod gekozen

Regulier aanbod (12sp): Numerieke Wiskunde, Eindige-differentiemethoden, Methode der eindige elementen

Specialistisch aanbod (10sp): Numerieke Stromingsleer, Fast Fourier Transforms, Rekenen op Supercomputers, Numerieke Methoden voor Integraalvergelijkingen

(a)–vakken (24sp): PDV, Stromingsleer, Lineaire Analyse 1, Distributietheorie, Dynamische Systemen, Computational Statistics

Overig (8sp): Fourieranalyse, Lineaire PDV,

Voorkeursvariatie: Vervang Distributietheorie, Computational Statistics, Fourieranalyse en Lineaire PDV door Wetenschappelijke Visualisatie (informatica), Toegepast Symbolisch Rekenen, Inleiding Computational Science (informatica), Architectuur en Programmeren van High Performance Computers (informatica)

### 3. *Stochastiek*:

Regulier aanbod (12sp): Statistische Methoden, Maattheorie en Waarschijnlijkheidsrekening, Stochastische Processen

Specialistisch aanbod (8sp): Voortgezette kansrekening, Caput Stochastische Processen

(a)–vakken (20sp): Mathematische Statistiek, Multivariate Analyse, Lineaire Analyse 1, Dynamische Systemen, Distributietheorie

Overig (14sp): Proefopzetten, Tijdreeksanalyse, Computational Statistics, Fast Fourier Transforms

## **Afstudeerpaden Algemene Variant**

*Nadere specificatie spelregels:*

1. Voor de specialisatierichting Educatief Ontwerpen is verplicht het reguliere en specialistische aanbod uit die richting. De 20sp (a)–vakken zijn vrij te kiezen.
2. Spelregels Geschiedenis van de Wiskunde. De specialisatierichting Geschiedenis van de Wiskunde wordt gedaan in combinatie met een andere richting. Een afstudeerpad  $x + \textit{Geschiedenis van de Wiskunde}$  ziet er als volgt uit:
  - Afstudeerpad als bij specialisatierichting  $x$ ,
  - Geschiedenisvakken bij keus (a)– en overige vakken,
  - Afstudeeronderwerp heeft historisch karakter en valt deels onder verantwoordelijkheid van Geschiedenis van de Wiskunde

### *Afstudeerpad Analyse + Geschiedenis van de Wiskunde*

Regulier aanbod (8sp): Lineaire Analyse, Distributietheorie

Specialistisch aanbod (8sp): Lineaire PDV, Fourier Analyse

(a)–vakken (20sp): Geschiedenis van de Wiskunde, Calculus op Oppervlakken, Numerieke Wiskunde, Feedback Control, Statistische Methoden

Overig (2sp): Thematisch Historische Werkgroep

3. Minder specialistisch afstudeerpad Zuivere en Toegepaste Wiskunde:

(a)–vakken (24sp zuiver en 20sp toegepast uit): Algebra & Meetkunde, Aspecten van de Algebra, Dynamische Systemen, Calculus op Oppervlakken, Lineaire Analyse 1, Distributietheorie, Feedback Control, Optimalisering van Regelsystemen, Numerieke Wiskunde, Eindige Differentiemethoden, PDV, Stromingsleer, Statistische Methoden, Stochastische Processen, Maattheorie & Waarschijnlijkheidsrekening

Overig (10sp vrij): Denk ook aan Informatica-aanbod en aan Geschiedenis van de Wiskunde, Thematisch Historische Werkgroep

Afstudeerwerk (20sp): Literatuurstudie of verdieping in software pakketten en enig afstudeeronderzoek

#### 4. Speciale afstudeermogelijkheden

Er bestaan speciale afstudeermogelijkheden op het terrein van de Operations research (Econometrie), Bedrijfskunde (Economie/Bedrijfskunde), Milieukunde (IVEM) en Journalistiek. Tijdig overleg met de hogerejaars studieadviseur is in deze gevallen dringend gewenst. Voor het aanbod van vakken in deze richtingen zie hoofdstuk 14.

## 5.3 Het 5-jarig studieprogramma Technische Mechanica

Studenten van de lichting '94 of eerder volgen een 4-jarig studieprogramma, zie studiegids 1996–'97.

Voor de studenten die in of na 1995/96 met de studie begonnen zijn heeft het Technische Mechanica programma een duur van 5 jaar. Voor deze studenten geldt het volgende programma:

### Eerste en tweede studiejaar (84 sp.)

Het studieprogramma voor het eerste en het tweede jaar (het basisprogramma) is gelijk aan dat voor de studierichting Wiskunde, met dien verstande dat het eerstejaarsvak Mechanica voor Wiskundigen verplicht is.

### Derde en vierde studiejaar (84 sp.)

#### a. *Wiskundevakken (14 sp.)*

4 sp. Metrische ruimten

2 sp. Presentatie wiskundig onderwerp

8 sp. Keuze uit het regulier/specialistisch aanbod van de specialismen binnen de Zuivere en Toegepaste Wiskunde (excl. Numerieke Wiskunde), zie §5.2.2

- b. *Technische-mechanicavakken (20 sp.)*
  - 4 sp. Partiële differentiaalvergelijkingen
  - 4 sp. Stromingsleer
  - 4 sp. Grenslaagstromingen
  - 8 sp. Caput technische mechanica I en II
- c. *Numerieke-wiskundevakken (20 sp.)*
  - 4 sp. Numerieke wiskunde
  - 4 sp. Eindige differentiemethoden
  - 4 sp. Methoden der eindige elementen
  - 4 sp. Numerieke stromingsleer
  - 4 sp. Keuze uit aanbod numerieke wiskunde
- d. *Verplichte verbreding buiten de vakgroep (8 sp.)*  
Keuze uit vakken aangeboden bij de andere technische studierichtingen (zoals bijv. het vak Fysische transportverschijnselen bij Technische Scheikunde), of vakken op het gebied van het grootschalig rekenen (Computational Science, zie § 12.8).
- e. *Algemeen Vormend Onderwijs (4 sp.)*
- f. *Vrije keuze (18 sp.)*  
De omvang van dit onderdeel laat toe dat de student (indien gewenst) een stage bij een bedrijf of bij een ander onderdeel van de RuG kan lopen. Ook biedt deze keuzeruimte de mogelijkheid tot het volgen van bedrijfskundige/bedrijfseconomische vakken, of tot verdere verdieping in de wiskunde en/of informatica.

### **Vijfde studiejaar (42 sp.)**

- g. *Literatuurstudie (6 sp.)*
- h. *Afstudeerwerk (36 sp.)*

Studenten die de opleiding Technische Mechanica willen volgen worden dringend verzocht in de loop van het tweede studiejaar contact op te nemen met een van de docenten Technische Mechanica of met de studieadviseur voor het opstellen van een studieplan voor de volgende jaren. Voor studenten van de lichting 1999 is de mogelijkheid geopend om de afstudeervariant Industriële Automatisering te volgen, die is ondergebracht bij de 5-jarige opleiding Technische Mechanica. Zie verder bij 6.4

## 5.4 De verkorte opleiding na de HBO-lerarenopleiding

Voor studenten met een diploma Wiskunde (tweede graad) van de HBO-lerarenopleiding heeft de Examencommissie een programma ingesteld dat in twee jaar leidt tot het doctoraalexamen Wiskunde of in 3 jaar tot het doctoraalexamen Technische Mechanica. Studenten die dit verkorte programma willen volgen dienen zich bij de aanvang van hun studie tot de studieadviseur voor de propedeuse te wenden (zie hoofdstuk 16.5).

De omvang van de hierna vermelde programma's kan verminderd worden indien de Examencommissie voor de doctoraalexamens – gehoord het advies van de studieadviseur – van oordeel is dat daartoe op grond van de door de student genoten vooropleiding aanleiding bestaat.

A. Formeel is de verkorte opleiding Wiskunde (respectievelijk Technische Mechanica) een volledige opleiding (42 sp. propedeuse Wiskunde & 126 sp. doctoraal Wiskunde, resp. 42 sp. propedeuse Wiskunde & 168 sp. doctoraal Technische Mechanica) met voor de helft (Technische Mechanica: 40%) van het aantal studiepunten vrijstellingen. Dit levert het volgende programma op. Studenten beginnen in de propedeutische fase en volgen daar voor Wiskunde de vakken Lineaire Algebra 2 (2 sp.) en Oneindige Processen (2 sp.) en voor Technische Mechanica de vakken Mechanica (2 sp.), Krommen en Oppervlakten 2 (4 sp.) en het project Numerieke Wiskunde (2 sp.).

Voor de resterende 38 sp. (voor Technische Mechanica 34 sp.) in het propedeuseprogramma krijgen ze vrijstellingen. Na het afronden van de hierboven genoemde vakken ontvangen de studenten het propedeusediploma Wiskunde. Hierna volgt de doctorale fase van 126 sp. (respectievelijk 168 sp.), waarvoor pro forma studenten Wiskunde 46 sp. vrijstellingen krijgen en studenten Technische Mechanica 50 sp. Deze “bonus” wordt echter pas toegekend als het totale hieronder beschreven programma is afgerond. Het programma begint met het volgende instroomprogramma van 16 sp.:

Analyse B	4 sp.
Gewone Differentiaalvergelijkingen	4 sp.
Inleiding Numerieke Wiskunde	4 sp.
Inleiding Systeemtheorie	4 sp.

De overige 64 studiepunten (TM: 102 sp.) van het programma zijn binnen de grenzen van de door de afstudeerrichting gestelde algemene voorwaarden vrij te kiezen uit de vakken, die in het tweede, derde en vierde (Technische Mechanica: en vijfde) studiejaar worden aangeboden. De maximale omvang van de vrije keuze buiten de wiskunde is hierbij 16 sp.

Op deze basis is het mogelijk om af te studeren in één van de negen afstudeerrichtingen (Algebra, Analyse, Dynamische Systemen, Kansrekening en Statistiek,

Systeem- en Regeltheorie, Numerieke Wiskunde, Technische Mechanica, Educatief Ontwerpen, en Geschiedenis van de Wiskunde). Daarbij moet de binnenkomende hbo-abituuriënt zich realiseren dat het abstractieniveau en het tempo bij de universitaire studie wiskunde aanmerkelijk hoger liggen dan bij het hbo.

Een langs deze weg verworven doctoraal diploma Wiskunde of Technische Mechanica, behaald na een tweedegraads lerarenopleiding wiskunde, geeft toegang tot de postdoctorale lerarenopleiding. De combinatie van de tweedegraads onderwijsbevoegdheid wiskunde en de afstudeerrichting Educatief Ontwerpen maakt het mogelijk om de postdoctorale lerarenopleiding in één trimester af te ronden.

Voor studenten die de verkorte opleiding volgen geldt de verplichting tot het volgen van AV-vakken ( $\geq 4$  sp., zie pag. 41); voor studenten die in de cursus 1993–1994 of eerder begonnen zijn is het volgen van AV-vakken facultatief.

Overgangsregeling: In plaats van Analyse A kan ook Analyse 3 in het programma opgenomen worden en in plaats van Analyse B ook Analyse 4.

- B. Voor studenten met een onderwijsbevoegdheid voor het vak wiskunde, die een zwaarder wiskundeprogramma hebben gevolgd dan de tweedegraads HBO-opleiding (M.O.B.; Kv; eerstegraads via deeltijdopleiding) kan de Examencommissie –gehoord het advies van de studieadviseur– een soortgelijk programma goedkeuren, dat afhankelijk van de gevolgde opleiding meer dan 84 sp. vrijstellingen kan bevatten.

# *Afstudeerrichtingen Wiskunde en Technische Mechanica*

Hieronder volgen beschrijvingen van de afstudeerrichtingen. Je doet er goed aan om je in de loop van het tweede jaar in overleg met de studieadviseur en met de docenten van de richtingen waarvoor je belangstelling hebt te oriënteren op het afstuderen. Deze oriëntatie leidt in het derde trimester tot het opstellen van een studieplan voor het derde jaar. In de loop van het derde jaar kies je een richting en stel je een afstudeerprogramma op, dat ter goedkeuring aan de examencommissie moet worden voorgelegd (zie daarover verder § 17.1).

N.B. Sommige van de te noemen vakken worden niet meer gegeven. Neem zo snel mogelijk contact op met afstudeerdocent of studieadviseur.

## 6.1 Algebra en Meetkunde

Colleges:

- Algebra (1, 2a, 2b)
- Inleiding Algebra en Meetkunde
- Aspecten van de Algebra
- Elliptic Curves
- Riemann Surfaces

Andere tot de algebra en meetkunde behorende vakken zijn bijvoorbeeld: Galoistheorie, Differentiaal–Galoistheorie, Algebraïsche getaltheorie, Algebraïsche meetkunde, Elementaire Getaltheorie, Computer Algebra, Algebraïsche krommen, Elliptische krommen.

Bij Algebra en Meetkunde sluiten vaak colleges uit de Analyse of Dynamische Systemen aan.

Een afstudeerfase kan bestaan uit (literatuur) onderzoek, het deelnemen aan de werkgroep Algebra en Meetkunde, het schrijven van een scriptie en een afstudeercolloquium.

Docenten: Dr. J. Epema, Prof.dr. M. v.d. Put, Dr. J. Top.

## 6.2 Dynamische Systemen

Dynamische systemen zijn wiskundige modellen die een beschrijving geven van toestandsveranderingen als functie van de tijd. Voorbeelden hiervan zijn de bewegingsvergelijkingen uit de mechanica. Echter ook allerlei biologische en economische systemen worden door zulke modellen beschreven. Het bijbehorende vakgebied bouwt in belangrijke mate voort op de theorie van (gewone) differentiaalvergelijkingen. Een van de essentiële gegevens is dat deze vergelijkingen meestal niet-lineair zijn, hetgeen expliciete analytische oplossingsmethoden in de weg staat. Er is daarom een theorie ontwikkeld voor de dynamica, waarin conceptueel-meetkundige aspecten een hoofdrol spelen. Deze maken het mogelijk er allerlei kwalitatieve karakteriseringen van te geven, in termen van periodieke, multi-periodieke of chaotische dynamica. Analytische aspecten spelen ook een belangrijke rol, vooral daar, waar de gevolgen worden bestudeerd van kleine verstoringen van bekende bewegingsvergelijkingen.

Het onderzoek in deze richting is mede gericht op toepassingen. Een voorbeeld is het ontwikkelen van programmatuur om ‘omslagpunten’ (verlies van stabiliteit) in de dynamica op te sporen. Dit is van belang in velerlei vakgebieden, zoals de fysica en de meteorologie. Een ander voorbeeld betreft de analyse van experimentele meetgegevens, waarbij de onderliggende bewegingsvergelijkingen niet bekend zijn. Dit deel van het onderzoek heeft ook een breed toepassingsgebied, o.a. in de fysiologie en de chemische regeling.

Kerncolleges zijn Dynamische Systemen, Calculus op Oppervlakken, Hamiltoniaanse Mechanica, Storingsrekening en Chaotische Dynamica en Tijdreeksen. Studenten die zich in deze richting willen bekwamen wordt ook sterk aangeraden de colleges (Applied) Scientific Computing te volgen.

Daarnaast komen in aanmerking de colleges op het gebied van de (Algebraïsche) Meetkunde. Verder zijn ook colleges over (Statistische) Tijdreeksen, Numerieke Wiskunde, Systeemtheorie, Partiële Differentiaalvergelijkingen en andere Analyse vakken van belang in verband met de toepassingen.

Docenten: Prof.dr. H. W. Broer en Prof.dr. F. Takens.

## 6.3 Analyse

Colleges op het gebied van:

A. Spectraaltheorie:

Lineaire Analyse 1 en 2, Fourieranalyse, Functietheorie 2.

B. Functionaalanalyse:

Lineaire Analyse 1 en 2, Distributietheorie, Lineaire Partiële Differentiaalvergelijkingen, Fourieranalyse.

Behalve de hier genoemde vakken worden als ondersteuning aanbevolen: Analyse op Variëteiten, Maattheorie en Waarschijnlijkheidsrekening.

Een afstudeerfase bestaat in het algemeen uit (literatuur) onderzoek en deelname aan een van de werkgroepen op het gebied van de analyse, het schrijven van een scriptie en het houden van een afstudeercolloquium. In de werkgroep brengt men meer gedetailleerd verslag uit van het genoemde (literatuur) onderzoek.

Docenten: Prof. dr. ir. A. Dijkma, Prof.dr.ir. H.S.V. de Snoo (Spectraaltheorie) en Prof.dr. E.G.F. Thomas (Functionaalanalyse en Harmonische analyse).

## 6.4 Technische Mechanica

De studierichting Technische Mechanica voert tot het aparte doctoraalexamen Technische Mechanica, waaraan de titel wiskundig ingenieur is verbonden. Bij deze studierichting, maar eveneens bij de afstudeerrichting Numerieke Wiskunde, wordt er primair naar gestreefd mensen op te leiden die later in de praktijk als toegepast wiskundige werkzaam kunnen zijn. Men kan hierbij denken aan de industriële laboratoria van grote ondernemingen (zoals Philips, Shell, Unilever, Akzo, D.S.M.) en aan grote researchlaboratoria (zoals NLR, WL, ECN, Marin, TNO); verder ook aan ingenieursbureaus en faculteiten van (technische) universiteiten, waar men zich bezig houdt met toepassingen van de wiskunde. Ook het leraarschap bij het VWO en HBO behoort tot de mogelijkheden.

De onderzoeksgroep Technische Mechanica concentreert zich op het brede terrein van de aero- en hydrodynamica: de stroming van gassen en vloeistoffen. Voorbeelden van onderzoek zijn:

- bio-vloeistofmechanica
- directe numerieke simulatie van turbulente stromingen
- dynamica van vloeistoffen met een vrij oppervlak
- stabiliteit van stromingen met warmtetransport
- stromingen van niet-Newtonse vloeistoffen, zoals bijvoorbeeld kunststoffen
- onderzoek van de Navier-Stokes-vergelijkingen en grenslaagtheorie

Het hierboven geschetste onderzoeksterrein is een van de belangrijkste toepassingsgebieden van Grootschalig Rekenen (zie ook §6.5). Het studieprogramma Technische Mechanica biedt dan ook voldoende ruimte voor het behalen van een certificaat van de opleiding Computational Science ( zie § 12.8).

Docenten: Prof.dr.ir. H.W. Hoogstraten, Prof.dr.ir. A.E.P. Veldman en Dr.ir. R.W.C.P. Verstappen.

Degenen die overwegen in de Technische Mechanica af te studeren, wordt aangeraden in de loop van het tweede jaar contact op te nemen met Prof.dr.ir. H.W. Hoogstraten, tel. 050-3633992.

### 6.4.1 Afstudeervariant Industriële Automatisering.

Voor studenten van de lichting 1999 is de mogelijkheid geopend om de afstudeervariant Industriële Automatisering te volgen. Deze variant is ondergebracht bij de 5-jarige opleiding Technische Mechanica en leidt zodoende tot het diploma van wiskundig ingenieur. Ten tijde van het samenstellen van deze studiegids was de ontwikkeling van het curriculum Industriële Automatisering nog niet geheel afgerond. In de loop van het cursusjaar 1999-2000 zullen er hieromtrent nadere mededelingen verschijnen.

De afstudeervariant Industriële Automatisering richt zich op de verschillende aspecten van het automatiseren van industriële productieprocessen. Het is een multidisciplinair programma waarin natuurkunde, electrotechniek, wiskunde, (technische) informatica, werktuigbouwkunde en bedrijfswetenschappen worden gecombineerd, speciaal gericht op het ontwerp, de organisatie en het management van industriële productieprocessen. Een belangrijk element in de opleiding is de samenwerking met de opleiding Mechatronica aan de Universiteit van Bremen. In de latere studie jaren wordt een intensieve uitwisseling van studenten tussen Groningen en Bremen voorzien. Ook zal er worden samengewerkt met de Faculteit Werktuigbouwkunde van de Hanzehogeschool te Groningen.

Het ligt in de bedoeling dat studenten die een (eventueel enigszins aangepaste) propedeuse hebben behaald in de opleidingen wiskunde, informatica of (technische) natuurkunde in hun tweede studiejaar met de variant Industriële Automatisering kunnen beginnen.

Voor nadere informatie over de stand van zaken kan men contact opnemen met prof.dr.ir. H.W. Hoogstraten (Technische Mechanica) of prof.dr.ir. L. Spaanenburg (Technische Informatica).

## 6.5 Numerieke Wiskunde

Van oudsher worden binnen de technische en natuurwetenschappen veel problemen geformuleerd als een mathematisch model. Tegenwoordig wordt ook binnen andere disciplines bij de formulering van problemen zo frequent gebruik gemaakt van wiskundige hulpmiddelen dat gesproken wordt over de mathematisering van de samenleving.

In het algemeen kan de oplossing van de geformuleerde wiskundige problemen niet in een gesloten vorm worden gegeven. De Numerieke Wiskunde verschaft de methoden en technieken om de oplossing numeriek (d.w.z. in getalsvorm) voldoende nauwkeurig te benaderen. Steeds efficiëntere algoritmen, snellere computers en grotere geheugens maken het mogelijk om al veel verschijnselen met een hoge mate van realiteit en betrouwbaarheid te simuleren, vandaar dat in vele vakgebieden ‘computational’ varianten zijn ontstaan.

De toenemende mogelijkheden om op grond van berekeningen quantitative uitspra-

ken te doen hebben de vraag naar nieuwe, nog krachtiger methoden, geschikt voor veel rekentijd verslindende toepassingen, verder vergroot. Voor het ontwikkelen van nieuwe methoden is, naast kennis van bestaande methoden, ook voldoende inzicht nodig in de specifieke probleemstelling en kennis omtrent de mogelijkheden om te komen tot een efficiënte computerimplementatie.

De afstudeerrichting Numerieke Wiskunde biedt colleges aan die ingaan op de algoritmische aspecten van de hierboven geschetste ontwikkelingen. Een goede indruk van een van de belangrijkste toepassingsgebieden (de stromingsleer) kan worden verkregen via de colleges aangeboden door Technische Mechanica.

Numerieke Wiskunde speelt een centrale rol binnen Computational Science. Afstuderen in de Numerieke Wiskunde maakt het mogelijk om met een geringe extra inspanning een certificaat van het programma Computational Science te behalen (zie § 12.8).

Voorbeelden van onderzoek bij Numerieke Wiskunde zijn:

- numeriek oplossen van partiële differentiaalvergelijkingen,
- oplossen van stelsels differentievergelijkingen,
- bepalen van eigenwaarden voor grote ijle matrices,
- discretisaties op onregelmatige roosters,
- implementatie aspecten van numerieke algoritmen op supercomputers.

Docenten: dr. E.F.F. Botta en dr.ir. F.W. Wubs.

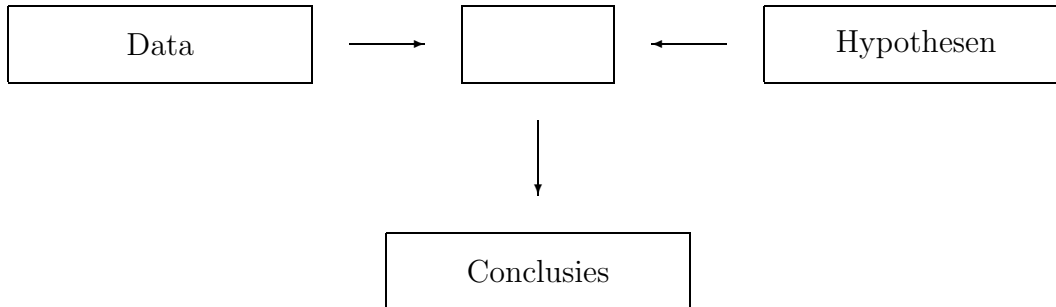
## 6.6 Kansrekening en Statistiek

Hier gaat het meestal om het ontwikkelen en onderzoeken van wiskundige modellen voor de beschrijving van toevalsprocessen in Natuur, Techniek en Maatschappij. Daarbij komt het hele spectrum van zuivere wiskunde tot concrete toepassingen aan bod. Een bijzonderheid is dat de beschouwingen in de praktijk steeds zullen moeten worden gebaseerd op een eindige hoeveelheid waarnemingsgegevens. Daar vloeien onzekerheden uit voort die op een of andere manier ook in kaart moeten worden gebracht.

In de **kansrekening** ligt de nadruk op het ontwerpen van modellen van toevalsprocessen en het bestuderen van de gevolgen van de in het model verwerkte veronderstellingen. Een belangrijk toepassingsgebied is, naast de statistiek, de optimalisering: kies de waarden van instelbare parameters zo, dat de gemiddelde opbrengst van het proces maximaal wordt. De wiskundige modellen uit de stochastiek bevatten vaak allerlei parameters die uit data moeten worden geschat.

In de **mathematische statistiek** gaat het primair om algemene aspecten van het bewerken van statistisch waarnemingsmateriaal. Soms gaat het enkel om het beschrijven van de data. In andere gevallen wil men iets meer. Door de eindigheid van de data ontstaan dan statistische onzekerheden die zich met behulp van de kansrekening laten bepalen. Cruciale vragen zijn: (1) hoe moet een experiment worden

opgezet, (2) welke data zijn relevant, (3) welke modellen moeten worden gepostuleerd, (4) wat is de juiste vorm van eventuele conclusies (zie figuur), (5) wanneer mag een statistische hypothese bewezen worden geacht?



Terwijl in de kansrekening het accent ligt op de beoefening van de wiskunde, ligt het accent bij de mathematische statistiek op de samenwerking met hen die de data leveren.

Van afstudeerders in de mathematische statistiek wordt verwacht, dat zij minstens 1 jaar lang deelnemen aan de **werkgroep statistische consultatie**. Hier worden vroegere en recente klantenproblemen besproken, statistische pakketten toegelicht en publicaties besproken.

Informatie over de Studierichting Statistiek, die een specifieke opleiding tot statisticus biedt, in samenwerking met de vakgroep Econometrie en andere groepen, staat in hoofdstuk 7.

## Colleges

A. Jaarlijks verzorgde basiscolleges:

1. Inleiding Stochastiek (4 sp., 1<sup>e</sup> of 2<sup>e</sup> jaar)
2. Inleiding Statistiek (4 sp., 1<sup>e</sup> of 2<sup>e</sup> jaar)
3. Mathematische (of voortgezette) Statistiek (4 sp., 3<sup>e</sup> jaar, voorkennis A2)
4. Maattheorie en Waarschijnlijkheidsrekening (4 sp., 3<sup>e</sup> jaar)

B. Om het jaar te verzorgen colleges:

1. Inleiding Stochastische Processen (4 sp., voorkennis A1)
2. Voortgezette Waarschijnlijkheidsrekening (4 sp., voorkennis A4)
3. Multivariate Analyse (4 sp., voorkennis A2)
4. Statistische Methoden (4 sp., voorkennis A2)
5. Tijdreeksen (2 sp., voorkennis A3)
6. Caput Statistiek, met als onderdeel Computational Statistics (4 sp. De Bruin en Knijpstra)
7. Caput Stochastische Processen (4 sp., voorkennis B1)

C. Werkgroep Statistische Consultatie en Toegepaste Kansrekening (2 uur per week, 2 sp. per voordracht):

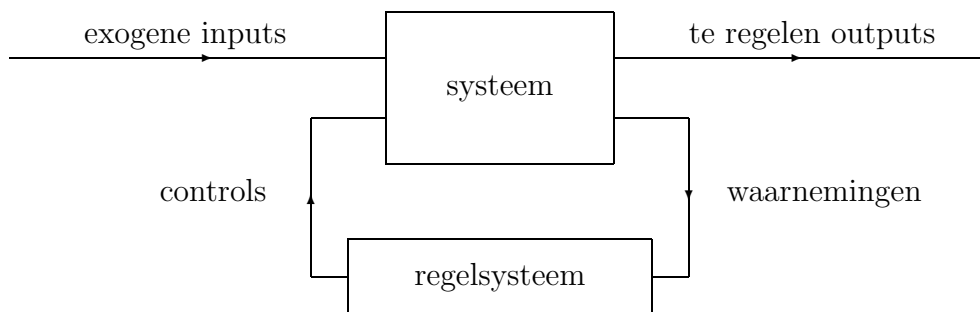
Afstudeeronderwerpen in de waarschijnlijkheidsrekening gaan over het uitwerken van theorie naar aanleiding van een concreet onderwerp. In de statistiek ligt het accent vaak op het bewerken van concrete data, bijvoorbeeld medische gegevens over het vóórkomen van bepaalde afwijkingen bij patiënten of hoe het deze patiënten vergaat, gegevens uit de fysische anthropologie over de evolutie van de mens, gegevens uit de experimentele neurologie, gegevens over het productieproces van nachtkijkers, enz.

Docenten: Prof.dr. H.G. Dehling, Dr. T. Mikosch en Prof dr W. Schaafsma

## 6.7 Systeem- en Regeltheorie

Systeem- en Regeltheorie kan, ruw gesproken, in twee elkaar overlappende deelgebieden worden opgesplitst:

1. **Systeemtheorie.** Typische problemen die hier aan de orde komen zijn o.a.: de realisatietheorie (het verband tussen, en algoritmen voor, het representeren van input/output systemen in toestandsruimte vorm), systemen op variëteiten, regelbaarheid, waarneembaarheid, vele aspecten van stochastische systemen en oneindig dimensionale systemen, systeemidentificatie, enz.
2. **Regeltheorie en regeltechniek.** Een regelsysteem is een mechanisme (vaak een algoritme geïmplementeerd door middel van een microprocessor) dat automatisch uit de waarnemingen de gewenste regelvariabelen selecteert.



Het ontwerp van regelsystemen kan gebeuren op basis van klassieke regeltheorie (Nyquist, poolbanen, frequentie-domein technieken), optimale regeltheorie (Kalman filteren, LQG control,  $H_\infty$  control, Pontryagin's minimum principe, stochastische regeltheorie), multivariabele theorie (poolplaatsing, waarnemers, storingsisolatie, tracking, ontkoppelen), of adaptieve regeling. Over het algemeen hebben deze problemen vooral technologische toepassingen. Ook vallen er daarnaast een aantal economische toepassingen te signaleren.

**Colleges**

- Inleiding Systeemtheorie (4 sp., verplicht 2<sup>e</sup> jaars vak)
- Reguliere vakken (jaarlijks gegeven)
  1. Optimalisering van Regelsystemen (4 sp.)
  2. Feedback Control (4 sp.)
- Specialisatie vakken (jaarlijks of twee-jaarlijks gegeven).
  1. Mathematical Models for Control (1<sup>e</sup> trimester, 4 sp.)
  2. Design Methods for Control Systems (2<sup>e</sup> trimester, 4 sp.)
  3. System and Control Theory of Nonlinear Systems (3<sup>e</sup> trimester, 4 sp.)

De eerste drie cursussen in het lijstje van specialisatie vakken worden in Utrecht gegeven, in het kader van de Onderzoekschool DISC (Dutch Institute for Systems and Control - zie elders in deze gids voor het volledige cursusprogramma van DISC).

**Aangeraden Vrije-keuze vakken**

De volgende vakken zijn relevant voor afstudeerders in de Systeem- en Regeltheorie, en kunnen eventueel gebruikt worden als invulling voor de 14 studiepunten Vrije keuze:

*Econometrie vakken:*

- Dynamisch Programmeren
- Tijdreeksanalyse

*Wiskunde vakken:*

- Dynamische Systemen
- Fourieranalyse
- Lineaire Analyse 1
- Maattheorie en Waarschijnlijkheidsrekening
- Tijdreeksen

*Informatica vakken:*

- Informatietheorie
- Simulatie en Implementatie
- Neural Networks

**Natuurkunde vakken:**

- Digitale regelsystemen.

Studenten die in Systeem- en Regeltheorie denken af te studeren wordt verzocht om in een vroeg stadium een van de docenten (Curtain, Trentelman en Willems) te benaderen om hun programma te bespreken.

## 6.8 Educatief Ontwerpen

In de afstudeerrichting “Educatief Ontwerpen” wordt systematisch onderzoek gedaan naar knelpunten in het onderwijs in de wiskunde of de informatica, gekoppeld aan het ontwerpen en uitvoeren van educatieve activiteiten, die moeten leiden tot verbetering of vernieuwing van dat onderwijs.

De afstudeerrichting begint met de onderdelen “Presentatie van een wiskundig onderwerp” en “Leren en onderwijzen van wiskunde en informatica”. Deze onderdelen geven een brede inleiding op wiskunde in onderwijssituaties en zijn daarom van belang voor alle studenten die verwachten in situaties terecht te komen waarin ze over wiskunde moeten praten of schrijven. Deze onderdelen hebben een totale studielast van 10 sp.

Studenten, die geïnteresseerd zijn in het (verbeteren van) onderwijs in de wiskunde en informatica, kunnen een afstudeeronderwerp bij de didactiekwerkgroep kiezen. Onder de titel “Educatief ontwerpen” gaan zij bijvoorbeeld een nieuw of problematisch onderwerp met het oog op het onderwijs doordenken, een onderwijsplan ontwerpen, lesmateriaal ontwikkelen, het gegeven onderwijs evalueren en conclusies trekken met het oog op brede toepasbaarheid. Het kan daarbij gaan om het schrijven van een dictaat (hbo of wo), het maken van een computerpracticum bij een bestaand stuk onderwijs, het schrijven van een leerlingentekst bij een nieuw onderwerp voor het voortgezet onderwijs, enzovoort. Het afstudeeronderwerp kan ook inventariserend van aard zijn (b.v. onderzoek naar de aansluiting tussen havo-vwo wiskunde en hbo-wo wiskunde), probleemgericht (b.v. knelpuntenonderzoek statistiekonderwijs wiskunde A) of meer fundamenteel (b.v. onderzoek naar oplossingsprocessen van leerlingen in de basisvorming bij wiskundige problemen).

De omvang van de afstudeerfase bedraagt 20 sp. Een combinatie met een andere afstudeerrichting binnen de wiskunde en informatica kan leiden tot een groot afstudeeronderwerp met meer studiepunten. Het eindproduct is een verslag met een mondelinge en schriftelijke presentatie voor de doelgroep, waarvoor het afstudeerwerk interessant is. De begeleiding is in handen van de leden van de didactiekwerkgroep en de docenten, waarmee wordt samengewerkt.

Docenten: Drs. M.G.W. Bos, Ir. J. Buitink, Dr. A. van Streun.

## 6.9 Geschiedenis van de wiskunde

Geschiedenis van de wiskunde kan een belangrijke bron van inspiratie en motivatie zijn voor wiskundig werk. Veel wiskundige begrippen zijn beter te doorgronden als de context bekend is waarin ze ontstaan zijn. Hetzelfde geldt voor stellingen. Meestal is een stelling de oplossing van een probleem, en kennis van het probleem en van het oplossingsproces draagt bij tot inzicht in de inhoud en het belang van de stelling. Ook het aspect dat de wiskunde door mensen gemaakt is, en wel in zeer uiteenlopende omstandigheden, is studie waard, die kan bijdragen tot de standpuntbepaling van de hedendaagse wiskundige. Voor het onderwijzen van wiskunde is kennis van de geschiedenis zelfs zeer relevant. Weten hoe een bepaalde theorie

ontstaan is en hoe de acceptatie van die theorie tot stand gekomen is, weten wie er achter de stelling van Pythagoras, het binomium van Newton, . . . zaten, verruimt de didactische mogelijkheden van de docent.

Voor studenten, die in 1998 of eerder met de studie begonnen zijn is afstudeerwerk op het gebied van de geschiedenis van de wiskunde mogelijk in de vorm van een Afstudeerpad in de Algemene variant. Het houdt in dat het afstudeerpad gevolgd wordt bij een andere specialisatie (bijvoorbeeld Analyse), dat het college Geschiedenis van de Wiskunde (a) en de Thematisch Historische Werkgroep in het programma opgenomen zijn, en dat het afstudeeronderwerp een historisch karakter heeft. Verder wordt in de vrije keuzeruimte een vak gedaan bij de vakgroep Geschiedenis van de Letterenfaculteit of een historisch gericht vak bij Filosofie (minstens 3 sp.). Voor studenten, die in 1999 met de studie beginnen, wordt de regeling m.b.t. het afstuderen op een nader moment bekend gemaakt.

Docent: Dr. J.A. van Maanen

## *Het doctoraalprogramma Statistiek*

### **7.1 Statistiek: het vak**

Statistiek speelt een prominente rol in wetenschap en samenleving. Wanneer men de grenzen van het weten bereikt, krijgt het benutten van cijfermatige gegevens om meer aan de weet te komen een groot gewicht. Statistiek gaat in op de vraag hoe conclusies kunnen worden getrokken op basis van onvolledig en onnauwkeurig cijfermateriaal en wat dan de kwaliteit van die conclusies is. Concrete problemen zijn bijvoorbeeld het voorspellen van de waarde van aandelenportefeuilles, het nagaan of het productieproces van theezakjes goed loopt op basis van kleine steekproeven, het schatten door de Gasunie van het risico op zeer koude dagen, het voorspellen van het aantal bloeddonoren, het zoeken naar verbanden in grote databestanden, etc.

De statistische theorie bedient zich van de wiskunde en de kansrekening om de methoden te beschrijven en te analyseren volgens welke men bepaalde gegevens zou kunnen bewerken. Vaak moet men daartoe veronderstellingen maken over welk (kanstheoretisch) model de gegevens gegenereerd zou kunnen hebben, bijvoorbeeld dat de gegevens “een onafhankelijke steekproef vormen uit een normaal verdeelde populatie”. Dit model past vaak goed bij de lengtes van vrouwen of mannen. Wil je de theorie toepassen dan ontkom je niet aan het gebruik van de computer voor het maken van statistische analyses en voor het maken van de rapportage. In de toepassingen heb je vaak te maken met mensen die de statisticus inschakelen om hen met raad en daad bij te staan bij het bewerken en interpreteren van cijfers maar ook bij het opzetten van een enquête of een experiment.

Aan de Rijksuniversiteit Groningen wordt in de doctorale opleiding Statistiek aandacht besteed aan de theorie maar ook aan het doen van toepassingen en wat daarmee samenhangt. De aparte opleiding bestaat in Groningen sedert 1992. Voorheen kon men zich in de statistiek bekwamen via afstudeerrichtingen. De statistische wetenschap als zodanig is echter al meer dan 300 jaar oud.

## 7.2 Statistiek: de opleiding

De doctorale opleiding Statistiek is een bovenbouwstudie die zich van de afstudeerrichting Kansrekening en Statistiek bij Wiskunde onderscheidt doordat ze een eigen doctoraalprogramma heeft (met bijvoorbeeld meer toepassingsgerichte onderwerpen) en doordat op het diploma Statistiek als opleiding vermeld staat en niet Wiskunde. Je kunt tot de opleiding Statistiek worden toegelaten als je een propedeuse Wiskunde of Econometrie aan de Rijksuniversiteit Groningen hebt behaald. De postpropedeutische fase duurt drie jaar en leidt tot de titel Drs<sup>1</sup>.

De volgende eindtermen zijn relevant voor de studierichting Statistiek.

Eindtermen qua kennis

1. Iedere afgestudeerde statisticus dient voldoende kennis te bezitten van statistiek, wiskunde en informatica om op een verantwoorde wijze statistische modellen te kunnen construeren (resp. te kiezen uit bestaande modellen). Hij/zij dient in staat te zijn statistische technieken te ontwikkelen (resp. te kiezen uit bestaande technieken) om op een eveneens verantwoorde wijze dergelijke modellen te evalueren en inzicht te verkrijgen in de onzekerheden eventueel met behulp van een computer.
2. Aan het eind van de studie dient men voor een aantal belangrijke onderdelen van de statistiek in staat te zijn recente literatuur te begrijpen.
3. Een statisticus dient inhoudelijk kennis te bezitten van tenminste één vakgebied, waarop statistiek wordt toegepast, op een dusdanig niveau dat hij/zij goed kan communiceren met deskundigen op het betreffende vakgebied.

Eindtermen qua attitude

4. Een zeer essentieel kenmerk van een statisticus is de multidisciplinaire instelling. Hij of zij moet in staat en bereid zijn de grenzen van het eigen vakgebied te overschrijden. Zich inleven in de problemen en achtergronden van de mensen die statistiek willen gebruiken, zich nuttig maken en in een team kunnen samenwerken dat zijn de eigenschappen die moeten worden aangeleerd.
5. Maatschappelijk verantwoordelijkheidsbesef. De statisticus dient inzicht te hebben in en kennis te hebben van de rol van de wetenschap in het algemeen en van de statistiek in het bijzonder. Hij of zij dient zich bewust te zijn van de beperktheid van de mogelijkheden van de statistiek bij het maken van toepassingen. Hij of zij moet de reikwijdte van de conclusies kunnen overzien en aan de gebruiker duidelijk maken wat de kwaliteit is van de conclusies en hoe onzeker deze vaak zijn.
6. De statisticus dient kritisch te staan tegenover de informatie die hem of haar wordt aangereikt. Hij of zij behoort zich inzicht te verschaffen in de kwaliteit en betrouwbaarheid van de informatie.

---

<sup>1</sup>Voor studenten, die per september 1999 als eerstejaars beginnen geldt een vijfjarige studieduur (dus een postpropedeutische fase van vier jaar). Deze studenten dienen zo snel mogelijk contact op te nemen met de studieadviseur.

Eindtermen qua vaardigheid

7. Rapporteringsvaardigheid. De statisticus moet in staat zijn tot een zorgvuldige, schriftelijke en mondelinge verslaggeving. Hij of zij moet niet-statistici duidelijk kunnen maken wat de probleemstelling is, hoe het probleem is aangepakt, hoe het is opgelost, welke veronderstellingen er zijn gemaakt en wat de beperkingen zijn van de conclusies.
8. Een statisticus dient te kunnen omgaan met een pc maar ook met een mainframe. Hij of zij beheerst actief een hoge programmeertaal en is vertrouwd of kan snel vertrouwd raken met gangbare statistische software-pakketten. Hij of zij moet inzicht hebben in numerieke problemen.
9. Een statisticus dient goed te kunnen omgaan met databestanden.
10. Een statisticus dient zijn vakkennis goed op peil te houden; daartoe moet hij of zij op de hoogte zijn van de belangrijkste literatuurbronnen op het vakgebied.

### 7.3 Enige praktische zaken vooraf

De studierichting statistiek wordt gedragen door de Werkgroep Statistiek. Formeel is de opleiding ondergebracht bij de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen. De Werkgroep Statistiek is een samenwerkingsverband tussen de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen en de Faculteit der Economische Wetenschappen. De leden van deze werkgroep komen uit de vakgroepen Wiskunde en Econometrie. Bij deze studierichting wordt ernaar gestreefd de studenten een brede visie op de Statistiek en haar toepassingen, met een bijzondere verdieping in minstens één toepassingsgebied, te geven. Voorbeelden van zulke toepassingsgebieden zijn: econometrie, psychometrie, chemie, biometrie, medische antropologie en demografie.

Aan het eind van de studie dient er een afstudeeronderzoek gedaan te worden, waarin een case uit de praktijk centraal staat. Dit kan plaatsvinden in het kader van een stage bij een onderzoeksinstelling of een bedrijf. Van de afstudeerders wordt verwacht dat ze gedurende de laatste twee jaren van hun studie aan de Werkgroep Statistische Consultatie deelnemen.

Het doctoraalprogramma heeft een totale studielast van 126 sp. Naast een verplicht deel in het tweede en derde jaar, bevat het programma ook een quasi-verplicht gedeelte. Iedere student stelt tijdig vóór het doctoraalexamen een programma op. Hierbij wordt overleg met de studieadviseur voor het 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> jaar en/of de afstudeerdocent sterk aangeraden. Het programma wordt ter goedkeuring voorgelegd aan de examencommissie (zie § 17.1).

De vakken die studenten Statistiek volgen volgens het doctorale programma worden merendeels verzorgd door de vakgroepen Wiskunde en Econometrie. Deze maken ook deel uit van de doctorale programma's voor Wiskunde en/of Econometrie. Voor het collegerooster van de opleiding Statistiek moet men dus uitgaan van de collegeroosters voor Wiskunde en Econometrie.

## 7.4 Het tweedejaars programma Statistiek

Het tweedejaarsprogramma statistiek kent twee varianten afhankelijk van de propedeuse (Econometrie of Wiskunde) met de bedoeling om de studenten tijdens dit jaar op een gelijk niveau te brengen. In het onderstaande schema staat het programma vermeld. De letter “E” geeft aan dat het vak wordt verzorgd door de Vakgroep Econometrie. De letter “W” duidt erop dat het betreffende vak door de Vakgroep Wiskunde wordt gegeven.

### eerste trimester

propedeuse Econometrie			propedeuse Wiskunde		
E	Statistiek 2a	3 sp.	W	Inleiding Statistiek	4 sp.
E	Wiskunde 4	3 sp.	W	Analyse B	4 sp.
E	Informatica I	3 sp.	W	Inleiding Systeemtheorie	4 sp.
W	Inleiding Systeemtheorie	4 sp.		Toepassingsgebied	2 sp.
		—————			—————
		13 sp.			14 sp.

### tweede trimester

propedeuse Econometrie			propedeuse Wiskunde		
E	Statistiek 2b	3 sp.	E	Operationeel Onderzoek 1	4 sp.
W	Functietheorie 1	4 sp.	W	Functietheorie 1	4 sp.
E	OR 1	4 sp.		Toepassingsgebied	2 sp.
W	Gewone Differentiaal- vergelijkingen	4 sp.	W	Gewone Differentiaal- vergelijkingen	4 sp.
		—————			—————
		15 sp.			14 sp.

### derde trimester

W	Mathematische Statistiek	4 sp.
E	Actvariaat	2 sp.
W	Integraalrekening	4 sp.
	Toepassingsgebied	4 sp.
		—————
		14 sp.

## 7.5 Het derde en vierde jaar Statistiek

Het studieprogramma voor het derde en vierde jaar Statistiek omvat 84 sp. en bestaat uit de volgende onderdelen:

- a. Verplicht programma (28 sp.)

Maattheorie en waarschijnlijkheidsrekening (W)	(4 sp.)
Statistische Methoden (W)	(4 sp.)
Stochastische Processen (W)	(4 sp.)
Voortgezette Waarschijnlijkheidsrekening (W)	(4 sp.)
Toegepaste Statistiek (E)	(4 sp.)
Multivariate Analyse (W)	(4 sp.)
Computational Statistics (E,W)	(4 sp.)

b. Keuze uit lijst van hoofdvakken (totaal  $\geq 12$  sp.)

Financiële Wiskunde II	(4 sp.)
Proefopzetten (W)	(4 sp.)
Steekproeftheorie (E)	(4 sp.)
Tijdreeksanalyse (E,W)	(4 sp.)

c. Keuze uit lijst van verwante vakken zoals:

Actuariaat 1 (E)	(4 sp.)
Actuariaat 2 (E)	(4 sp.)
Stochastisch programmeren (E)	(4 sp.)
Numerieke Methoden en Transformaties (E)	(4 sp.)
Econometrie 1,2 (E)	(2 × 4 sp.)
Micro Econometrie (E)	(4 sp.)
Theoretische Econometrie (E)	(4 sp.)
Operations Research 2 (E)	(4 sp.)
Lineaire Analyse 1 (W)	(4 sp.)
Inleiding Numerieke Wiskunde (W)	(4 sp.)
Analyse 5 (W)	(4 sp.)

d. Toepassingsgebied (14 sp.)

Gedurende het derde en vierde jaar moeten 14 sp. aan een toepassingsgebied, buiten Wiskunde, Informatica of Econometrie besteed worden.

e. Werkgroepen (6 sp.)

Studenten dienen gedurende 3 trimesters aan de Werkgroep Statistiek deel te nemen en 3 voordrachten te houden, waarvan minimaal 1 over een case-study en 1 over een theoretisch onderwerp.

f. Afstudeerproject (20 sp.)

Het collegeaanbod is aan verandering onderhevig. Studenten die overwegen in de Statistiek af te studeren, wordt aangeraden zo spoedig mogelijk na het behalen van de propedeuse contact op te nemen met Prof.dr. H.G. Dehling.

*Docenten:* Prof. dr. P.A. Bekker, Prof.dr. H.G. Dehling, Dr. R. H. Koning, Dr. T. Mikosch, Dr. K. Nevels, Prof. dr. W. Schaafsma, Prof. dr. drs. A.G.M. Steerneman, Prof. dr. T.J. Wansbeek.

Algemeen Vormend Onderwijs wordt geïntegreerd aangeboden. De reflectie op de rol van de wetenschappelijke discipline Statistiek vindt plaats binnen de vakken

Toegepaste Statistiek, Multivariate Analyse en de Werkgroep Statistische Consultatie. Het toepassingsgebied illustreert hoe statistiek een rol speelt in de samenleving. In het kader van de Financiële Wiskunde is een speciale keuze van vakken onder C gewenst. (Men neme contact op met Dr. Mikosch.)

## Opmerkingen

### 1. Algemeen

Een algemene regel is dat het studieprogramma dat een student dient te volgen het studieprogramma is volgens de studiegids van het cursusjaar waarin de student zich voor het eerst laat inschrijven voor de opleiding statistiek.

### 2. Werkgroepen

De werkgroepen worden wekelijks gehouden, het hele jaar door, elk 2 uren per week, de werkgroep statistiek/stochastiek maakt gebruik van in het derde jaar te verkrijgen basiskennis en zal in het algemeen dus slechts in het vierde studiejaar kunnen worden gevolgd. Het idee is dat men participeert en per spreekbeurt 2 eenheden scoort. Het doel van de **werkgroep statistische consultatie** is te laten zien hoe mooi het kan zijn om met anderen, eventueel in dienst van anderen, statistische methoden te ontwikkelen (en toe te passen) om allerlei (waarschijnlijkheids)theoretische constructies aan te passen aan de werkelijkheid zoals die zich slechts zeer gedeeltelijk in de data openbaart. “Er is van alles mogelijk zolang het maar met statistiek heeft te maken”. In het Caput Toegepaste Kansrekening (voorheen Werkgroep Statistiek/Stochastiek) kunnen moeilijke onderwerpen aan de orde komen zoals: neurale netwerken, sequente analyse, theorie voor het construeren van optimale proefopzetten, semi-parametrische methoden, robuuste statistiek, U, L, R en M statistics, statistische aspecten van stochastische processen en systemen, vernieuwingstheorie, resampling techniek (bootstrapping, jackknife), stochastische differentiaalvergelijkingen.

### 3. Het afstudeerproject

In het programma voor het vierde cursusjaar zijn 20 eenheden gereserveerd voor het uitvoeren van een afstudeerproject dat min of meer statistisch van aard moet zijn. Zowel theoretische als praktische afstudeerprojecten behoren tot de mogelijkheden. Het is echter wel de bedoeling dat een deel van de motivatie afkomstig is uit een of ander toepassingsgebied. Over de probleemstelling, de gevolgde aanpak en de resultaten moet een scriptie worden geschreven bij voorkeur in de engelse taal. Bovendien moet er een colloquium worden gehouden over het project. In principe is het mogelijk dat het afstudeerproject wordt uitgevoerd in het kader van een stage.

### 4. Gebruik computerruimte

Afstudeerders kunnen buiten kantooruren gebruik maken van de computerruimte van het IWI. Voor de te volgen procedure wordt verwezen naar § 2.14

### 5. Tweejaarlijkse vakken

Een aantal vakken worden slechts één keer in de twee jaren gegeven. Docenten zijn bereid enige support te bieden als studenten het vak door middel van zelfstudie willen doen in het jaar dat het vak niet wordt aangeboden.

**6. Beschrijving van de vakken**

De vakken verzorgd door de vakgroep Wiskunde staan beschreven in deze studiegids. Voor de vakken verzorgd door de vakgroep Econometrie wordt verwezen naar de Faculteitsgids 99–00 van de Faculteit der Economische Wetenschappen. Deze beschrijvingen moeten worden opgevat als deel van de beschrijvingen in deze studiegids.

**7. Vragen**

Mochten er vragen of problemen zijn dan kunt U terecht bij H.G. Dehling, W. Schaafsma (vakgroep Wiskunde) en A.G.M. Steerneman (vakgroep Econometrie), of de studieadviseurs.

**8. Collegerooster**

Het is verstandig het collegerooster van Econometrie op te vragen.



## Aanvullende opleidingen

### 8.1 M.R.I. Masterclass

*Het Mathematical Research Institute (MRI)* is een onderzoeksschool gedragen door de vakgroepen Wiskunde van de Universiteiten van Groningen, Nijmegen, Twente en Utrecht. Als één van de activiteiten organiseert het MRI elk jaar een aantal Masterclasses (MC), die als voorbereiding op een AIO-schap gezien kunnen worden en onder meer bedoeld zijn om buitenlandse studenten aan te trekken. In het kader van de MC worden doctoraalcolleges van hoog niveau gegeven door docenten uit de vier participerende universiteiten. Voor hogerejaars studenten en jonge AIO's is het zeker interessant om (een deel van) dit unieke programma te volgen. Meer informatie over het MC programma 1998/99 inclusief een korte inhoudsbeschrijving van colleges kan men vinden op WWW: <http://www.math.ruu.nl/mri>

De hieronder volgende informatie over toelating tot de MC is bedoeld voor studenten die full-time een MC willen volgen. Het is ook mogelijk om alleen enkele colleges te volgen.

Studenten die belangstelling hebben om in de cursus 1998–1999 aan een masterclass mee te doen dienen hierover tijdig met hun afstudeerdocent te spreken. Informatie over het programma van volgend jaar kan aangevraagd worden bij

Marian Brands (secretary MRI),  
University of Utrecht, Mathematical Institute,  
P.O. Box 80.010,  
3508 TA Utrecht,  
The Netherlands  
(tel: 31-30-2531472, fax: 31-30-2518394, e-mail: [mri@math.ruu.nl](mailto:mri@math.ruu.nl)).

### 8.2 De Lerarenopleiding

Studenten die de eerstegraads bevoegdheid wiskunde willen behalen, moeten na het doctoralexamen wiskunde of informatica de lerarenopleiding volgen (die volgens de WHW een “aanvullende opleiding” is) met een omvang van 42 sp. Zij worden

dan bevoegd voor het lesgeven in wiskunde in het havo–vwo en het hbo. Deze bevoegdheid kan eventueel worden aangevuld tot een bevoegdheid voor informatica in het hbo. Tijdens de studie kunnen zij de voorbereidende Basis cursus Lerarenopleiding Wiskunde (zie 14.2) doen, die recht geeft op enkele vrijstellingen tijdens de postdoctorale lerarenopleiding.

## Toelating

Afgestudeerden in de wiskunde, de informatica, de econometrie of andere disciplines worden tot de tweede fase toegelaten, als zij voldoen aan de vakeisen en het predoc-torale college Leren en Onderwijzen van Wiskunde en Informatica hebben gevolgd. Een verzoek om toelating kan men richten aan Dr. A. van Streun.

Het uitgangspunt voor de vakeisen is dat de aanstaande wiskundeleraar over voldoende wiskundige achtergrond moet beschikken om zowel de meer abstracte wis-kunde (bijvoorbeeld de analyse van wiskunde B op het vwo) als de meetkunde, de toegepaste wiskunde (statistiek, lineair programmeren, toegepaste algebra) en computertoepassingen te kunnen onderwijzen.

Het vereiste programma omvat globaal gesproken:

- een **basispakket** aan analyse en lineaire algebra met een omvang van 30 studie-punten;
- een **verbreding** van 20 studiepunten naar keuze uit: toegepaste wiskunde, sta-tistiek, meetkunde, informatica, presentatie wiskundig onderwerp en geschiedenis van de wiskunde
- een **verdieping** van vakken uit de wiskunde, informatica of econometrie ter omvang van 8 studiepunten

## De opleiding zelf

Centraal in de lerarenopleiding staat de hoofdstage in één school, het schoolpracti-cum. De instituutsactiviteiten zijn voor een deel bedoeld om de stage te ondersteu-nen en voor een ander deel reiken zij kennis en vaardigheden aan die nog niet in de stage maar wel in het beroep noodzakelijk zijn.

De opleiding heeft een duidelijk postdoctoraal karakter met een grote mate van eigen verantwoordelijkheid voor de doctorandi. De stage bestaat o.a. uit het geheel zelfstandig lesgeven in een aantal klassen, terwijl de instituutsactiviteiten worden afgerond met een zelfstandig uit te voeren onderzoek.

### 8.3 Ontwerpersopleiding Computational Mechanics

‘Computational Mechanics’ is een gecoördineerde tweede-fase ontwerpersopleiding van de drie Technische Universiteiten en de Rijksuniversiteit Groningen. De twee jaar durende voltijdse opleiding, bedoeld voor eerste-fase afgestudeerden, leidt op tot hoogwaardig functioneren in een team van industriële ontwerpers en heeft een multidisciplinair karakter. Deelnemers aan de opleiding worden aangesteld als Assistent in Opleiding (AIO). Toelating tot de opleiding kan slechts plaats vinden na selectie.

De opleiding duurt twee jaar. Het eerste jaar is programmatisch van opzet: verbreding en verdieping van de kennis in de mechanica (van gassen, vloeistoffen en vaste stoffen), toegepaste wiskunde, informatica en bedrijfskunde. Het tweede jaar omvat de eigenlijke ontwerpopdracht: de uitwerking van een probleemstelling uit de industriële praktijk. Nadere inlichtingen zijn te verkrijgen bij prof.dr.ir. H.W. Hoogstraten of prof.dr. A.E.P. Veldman.

### 8.4 Onderzoekschool Stromingsleer

Het J.M. Burgerscentrum is de Nederlandse onderzoekschool op het gebied van de stromingsleer. Zij is door de KNAW erkend in 1991, en wordt gevormd door onderzoeksgroepen van de Technische Universiteiten in Delft, Twente en Eindhoven en de Rijksuniversiteit Groningen.

AIO’s bij de groepen Numerieke Wiskunde en Technische Mechanica kunnen toegelaten worden tot deze onderzoekschool. Daarmee zijn ze in de gelegenheid deel te nemen aan het omvangrijke tweede-fase onderwijsprogramma dat door het J.M. Burgerscentrum wordt aangeboden. Nadere informatie is te verkrijgen bij prof.dr.ir. H.W. Hoogstraten of prof.dr. A.E.P. Veldman. Voor zaken betreffende het AIO-overleg kan men terecht bij ir. drs. J. Gerrits (de JMBC AIO-coördinator bij de RuG).

### 8.5 Onderzoekschool DISC (Dutch Institute of Systems and Control)

De onderzoekschool DISC (Dutch Institute of Systems and Control) verzorgt een tweede-fase onderwijsprogramma. Alhoewel in eerste instantie bedoeld voor AIO’s en OIO’s, zijn deze cursussen ook te volgen door derde of vierde jaars eerste fase studenten, en dan vooral voor diegenen die in de Systeem- en Regeltheorie willen afstuderen.

In 1999–2000 worden de volgende cursussen gegeven

1. **Stochastic Signal Processing in systems and control** (1e trimester)  
Docenten: M. Gevers, P.M.J. van den Hof
2. **Mathematical models of systems** (1e trimester)  
Docenten: A. Bagchi, A.W.. Heemink
3. **Design methods for control systems** (2e trimester)  
Docenten: H. Kwakernaak
4. **Model predictive control** (2e trimester)  
Docenten: A.C.P.M. Backx, T.J.J. Van den Boom
5. **Fuzzy and neural control** (2e trimester)  
Docenten: R. Babuska, H. Hellendoorn
6. **System and control theory of nonlinear systems** (3e trimester)  
Docenten: H. Nijmeijer, A.J. van der Schaft
7. **Computer algebra in systems theory** (3e trimester)  
Docenten: B. Hauzon, R.Z.M. Peeters
8. **Modeling and control of rigid mechanical systems** (3e trimester)  
Docenten: S. Stramigiolie, H. Bruyninckx

Voor inhoudsbeschrijvingen van deze cursussen verwijzen we naar de informatiegids van DISC. Deze is te verkrijgen bij J.C. Willems en H.L. Trentelman.

## 8.6 Computational Science

Zie § 12.8.

## Deel IV

# De oude doctoraalprogramma's Informatica en Technische Informatica



## *De opzet van de opleidingen Informatica en Technische Informatica*

### **9.1 Informatica: het vak**

Hoe zou de wereld er nu uitzien als het vakgebied informatica niet bestond en er geen computers zouden zijn? Zonder informatica zouden we het niet alleen moeten doen zonder pc, maar ook heel veel andere apparatuur, zoals wasmachines, zakjapanners, CD-spelers, TV-toestellen, telefooncentrales en vliegtuigen zitten vol apparatuur die zonder de informatica nooit op de markt gekomen zou zijn. Stel je eens voor hoe we zonder computers onze financiële transacties zouden moeten regelen, hoe al die treinen zonder vertraging en ongelukken van het ene naar het andere station zouden moeten rijden, . . .

Kortom, de wereld kan niet meer zonder informatica. Computers en computertoepassingen vind je overal (weet je bijvoorbeeld dat in een simpel electrisch scheerapparaat al meer “computer” zit dan in de allereerste thuiscomputertjes?).

Dat we overal computers en computertoepassingen tegenkomen, wil niet zeggen dat we alles al over computers weten. Zo hebben we lang gedacht dat automatisering niets anders was dan het automatisch laten verrichten van handelingen, die eerst door een mens werden gedaan. Met de huidige computers en computertechnieken is echter veel meer mogelijk en zullen we ons veel meer moeten richten op wat zo’n computer allemaal kan: handelingen (“door de hand verricht”) worden berekeningen (“door de computer verricht”) en deze laatste lijken vaak niet meer op de vroegere handelingen: ook allerlei nieuwe “berekeningen” kunnen nu worden gedaan, waardoor nieuwe dimensies worden toegevoegd aan de informatiesystemen.

Bovendien zijn we nog lang niet aan de grenzen van het kunnen van computers (die bovendien elk jaar nog sneller en complexer worden).

Het vakgebied informatica houdt zich dan ook primair bezig met ontwikkelen van nieuwe technieken, die in allerlei andere disciplines een rol kunnen spelen. De informatica-wetenschap is nog jong. De eerste echte electronische computer werd in 1939 getoond en John von Neumann kwam in 1946 met het programmeerconcept dat nu nog steeds wordt gebruikt. Informatica studeren is pas sinds 1981 in Nederland mogelijk (daarvoor was het vaak een afstudeerrichting binnen de wiskunde).

## 9.2 Doelstellingen en eindtermen

De opleidingen Informatica en Technische Informatica hebben een deel van de doelstellingen gemeenschappelijk; daarnaast zijn er specifieke doelstellingen voor de afzonderlijke opleidingen. De doelstellingen van deze opleidingen worden vertaald in de eindtermen. Evenals bij de doelstellingen onderscheiden we bij de eindtermen zowel gemeenschappelijke eindtermen als specifieke eindtermen.

### Gemeenschappelijke doelstellingen

De doelstellingen van de opleidingen in Groningen vallen uiteen in kennis, vaardigheden en houding. De opleidingen Informatica en Technische Informatica hebben de volgende doelstellingen gemeen.

Zoals geldt voor iedere wetenschappelijke opleiding dient een afgestudeerde in staat te zijn zelfstandig de wetenschap te beoefenen en de wetenschappelijke kennis beroepsmatig toe te passen. Hij moet inzicht hebben in de belangrijkste fundamenteën van de informatica en in staat zijn de wetenschappelijke literatuur op waarde te schatten om zo zijn kennisniveau bij te houden.

Een afgestudeerde dient door abstractie en modelvorming in staat te zijn door te dringen tot de kern van een probleem om zo te herkennen of bestaande oplossingen toepasbaar zijn, of vast te stellen dat nieuwe oplossingen ontwikkeld dienen te worden. Hij dient in staat te zijn oplossingen zowel in algemene als in formeel wiskundige bewoordingen te beschrijven. Hij dient derhalve een goede beheersing te hebben van woord en geschrift, en ook in staat te zijn in een multidisciplinair teamverband te functioneren.

Ten slotte dient een afgestudeerde bekend te zijn met de maatschappelijke, ethische en sociale aspecten van het toepassen van informatica in de praktijk.

### Specifieke doelstellingen van de opleiding Informatica

De opleiding Informatica heeft als doelstelling het opleiden van deskundigen die voldoen aan het volgende profiel:

- Een afgestudeerde informaticus heeft specialistische kennis van theorieën, methoden en technieken op één van de volgende deelterreinen van de informatica: formele grondslagen, ontwerp en verificatie van programma's—zowel sequentiële als parallelle—, ontwerp en analyse van efficiënte algoritmen, grootschalig rekenen.
- De afgestudeerde informaticus heeft ervaring met het ontwerp en gebruik van domeinspecifieke algoritmen en gereedschappen. Daarbij is de afgestudeerde in staat aan de bijbehorende randvoorwaarden (theoretische onderbouwing, experimentele rechtvaardiging) te voldoen.

- Een afgestudeerde informaticus heeft ervaring met het toepassen van deze specialistische kennis bij het oplossen van problemen uit toepassingsgebieden zoals kennistechnologie, beeldinformatica en computational science.

De opleiding in de Informatica is meer gericht op de fundamentele dan op de technologische aspecten van het vakgebied.

### **Specifieke doelstellingen van de opleiding Technische Informatica**

De opleiding Technische Informatica heeft als doelstelling het opleiden van deskundigen die voldoen aan het volgende profiel:

- Een afgestudeerde technisch informaticus heeft specialistische kennis van theorieën, methoden en technieken op één van de volgende deelterreinen van de informatica en haar toepassingen: het ontwerpen van systemen (integratie van software en hardware), software en requirement engineering en experimentele technieken.
- Een afgestudeerde technisch informaticus heeft ervaring met alle aspecten van informatietechnologisch ontwerp en onderzoek (analyse, domeinspecifieke theorievorming, formalisering, implementatie). De afgestudeerde is in staat aan de domeinspecifieke randvoorwaarden (tijdsaspecten, productgerichtheid) te voldoen.
- Een afgestudeerde technisch informaticus heeft ervaring met het toepassen van deze specialistische kennis bij het oplossen van problemen uit met name de industriële praktijk. De afgestudeerde heeft uitgebreide ervaring met het hanteren van de relevante gereedschappen.

De opleiding in de Technische Informatica is meer gericht op de technologische dan op de fundamentele aspecten van het vakgebied.

### **Gemeenschappelijke eindtermen**

- De afgestudeerde heeft een brede kennis van de informatica, met name van
  - \* formele grondslagen;
  - \* ontwerp en analyse van efficiënte algoritmen, programma's (sequentieel en parallel) en software;
  - \* ontwerp en verificatie van hardware;
  - \* organisatie van computersystemen en netwerken.
- De afgestudeerde kan problemen uit de informatica analyseren, een specificatie van de oplossing geven, en deze oplossing zo mogelijk realiseren (in de vorm van een algoritme of programma, of van een implementatie in software of hardware).

- De afgestudeerde heeft ervaring met het doelmatig gebruiken van gereedschappen<sup>1</sup> die voor het oplossen van informaticaproblemen beschikbaar zijn.
- De afgestudeerde is in staat mondeling en schriftelijk duidelijk te communiceren over het vakgebied en zijn toepassingen.
- De afgestudeerde is in staat de literatuur op het vakgebied kritisch te lezen en te beoordelen op correctheid, bruikbaarheid en relevantie.
- De afgestudeerde is in staat in teamverband en projectmatig te werken..
- De afgestudeerde heeft oog voor de maatschappelijke aspecten van de toepassing van de informatica, en de eigen verantwoordelijkheid daarin.

### **Specifieke eindtermen voor Informatica**

Naast de algemene eindtermen, die voor beide opleidingen gelden, onderscheiden we de volgende specifieke eindtermen.

- De afgestudeerde informaticus heeft inzicht in wetenschappelijke relevantie van probleemstellingen en resultaten, en in de validiteit van de wetenschappelijke methode.
- De afgestudeerde informaticus moet een bijdrage kunnen leveren aan wetenschappelijke inzichten op een deelgebied van de informatica (waaronder de formele grondslagen, ontwerp en verificatie van programma's—zowel sequentiële als parallelle—, ontwerp en analyse van efficiënte algoritmen, grootschalig rekenen).
- De afgestudeerde informaticus moet wetenschappelijke resultaten en inzichten kunnen toepassen op concrete problemen uit de informatica (met name op het gebied van kennistechnologie, computational science of beeldinformatica) of verwante vakgebieden (natuurwetenschappen en medische toepassingen).

### **Specifieke eindtermen voor Technische Informatica**

- De afgestudeerde technisch informaticus heeft ervaring met projectmatig werken, en kan in een multidisciplinair teamverband functioneren bij het oplossen van praktijkproblemen.
- De afgestudeerde technisch informaticus heeft oog voor beleidsmatige vragen bij de toepassingen van de informatica in bedrijven en instellingen (gevolgen voor de organisatie).
- De afgestudeerde technisch informaticus kan een bijdrage leveren aan wetenschappelijke inzichten op het gebied van de informatietechnologie en haar toepassingen in de industrie (embedded systems, industriële automatisering, neurale netwerken).

---

<sup>1</sup>Men denke aan compilers, stellingbewijzers, visualisatiesoftware, case-tools en domeinspecifieke software en hardware

## *Het oude doctoraalprogramma Informatica en Technische Informatica*

Na de propedeuse volgt de doctoraalopleiding. Voor Informatica en Technische Informatica bestaat dit uit een verplicht en gemeenschappelijk basisprogramma (§ 10.2) van ongeveer anderhalf jaar en twee verschillende afstudeertrajecten van eveneens ongeveer anderhalf jaar. Het tweede studiejaar (dus het eerste jaar van het doctoraalprogramma) bestaat geheel uit onderdelen van het verplichte basisprogramma en dient als voorbereiding voor en oriëntatie op het afstudeertraject. De opleidingen zijn in deze fase nog vrij breed. Na deze fase heb je voldoende kennis en vaardigheden om je te specialiseren.

Het doctoraalprogramma heeft een omvang van drie studiejaar met een omvang van 42 studiepunten per jaar (in totaal 126 sp.). Er wordt van de student verwacht dat hij elk trimester een aantal vakken loopt met een totale waarde van gemiddeld 14 sp. en dat hij binnen datzelfde trimester de bijbehorende tentamens doet en de eventuele practica afwerkt.

### **10.1 Globaal overzicht Doctoraal Programma**

Gedurende het tweede studiejaar volgt de student uitsluitend verplichte vakken van het basisprogramma (§ 10.2). Dit studiejaar dient als oriëntatie op het afstudeertraject. Aan het einde van dit studiejaar bezoekt de student een door de studieadviseur georganiseerde voorlichtingsbijeenkomst over dit onderwerp (zie § 10.5.1).

Studenten die in het derde studiejaar vakken willen volgen waarbij Inleiding Numerieke Wiskunde als voorkennis noodzakelijk is, bijvoorbeeld Werkgroep Numerieke Methoden voor Integraalvergelijkingen of Eindige-Elementenmethoden, kunnen in het tweede studiejaar Inleiding Numerieke Wiskunde en in het derde studiejaar Functioneel Programmeren volgen.

De student kan zich in dit jaar meer specialiseren en het accent van zijn opleiding in een bepaalde richting leggen. Tijdens het gehele derde studiejaar besteedt de student de helft van zijn tijd aan het verplichte basisprogramma (§ 10.2) en de andere helft aan het afstudeertraject. De keuze voor het afstudeertraject legt tevens de keuze voor de opleiding Informatica of Technische Informatica vast.

Elke student neemt voor aanvang van het derde jaar contact op met de studieadviseur, die hem/haar helpt bij de keuze van een studieprogramma en bijbehorende afstudeerdocent. Het studieprogramma moet door afstudeerdocent en studieadviseur gefiatteerd worden.

Waarschuwing: Om studieproblemen te voorkomen is het van belang zo spoedig mogelijk een goedgekeurd studieprogramma te hebben.

Het vierde jaar wordt geheel in beslag genomen door de voorbereiding op het afstuderen en het afstuderen zelf. Tijdens het eerste en tweede trimester volgt de student de laatste colleges en legt in de laatste vakken tentamen af.

Het tweede trimester wordt deels en het derde trimester wordt geheel in beslag genomen door de afstudeeropdracht. Voor de formele gang van zaken zie hoofdstuk 17. Voor een goed verloop van de afstudeeropdracht is het gewenst dat er zoveel mogelijk, zeker gedurende het laatste trimester, fulltime aan gewerkt wordt. Het volgen van colleges en afleggen van tentamens dient voorafgaande aan het afstuderen dan ook zo goed als afgerond te zijn.

## 10.2 Het basisprogramma

Het basisprogramma is opgebouwd uit vier lijnen, te weten: programmeren, computers en systemen, fundamentele informatica, en wiskunde, die elk bestaan uit op elkaar aansluitende vakken rond hetzelfde thema. Deze vier lijnen zie je in de colleges van elk trimester terug.

Het verplichte basisprogramma Informatica en Technische Informatica dat de studenten in het 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> jaar van hun opleiding volgen heeft een omvang van (ten minste) 63 sp. en ziet er als volgt uit.

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.
122	Algoritmen en Datastructuren	4	2	1 <sup>e</sup>
147	Object Georiënteerd Programmeren	3	2	1 <sup>e</sup>
156	Signalen & Systemen	4	2	1 <sup>e</sup>
123	Architectuur en Programmeren van Parallele en High Performance Systemen	4	2	2 <sup>e</sup>
142	Logisch Programmeren	3	2	2 <sup>e</sup>
148	Operating Systems Laboratorium	3	2	2 <sup>e</sup>
160	Talen en Automaten	4	2	2 <sup>e</sup>
128	Datacommunicatie en Netwerken	4	2	3 <sup>e</sup>

*vervolg op volgende bladzijde*

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.
132	Functioneel Programmeren	3	2	3 <sup>e</sup>
152	Programmacorrectheid	3	2	3 <sup>e</sup>
157	Softwareproject	4	2	3 <sup>e</sup>
161	Technische AI	4	2	3 <sup>e</sup>
151	Practicum Vertalerbouw	2	3	1 <sup>e</sup>
163	Vertalerbouw 1	4	3	1 <sup>e</sup>
128	Databases	4	3	2 <sup>e</sup>
137	Inleiding Numerieke Wis- kunde	4	3	3 <sup>e</sup>
157	Software Engineering	3	3	3 <sup>e</sup>

### 10.3 Algemeen Vormende Vakken

De student dient (volgens een facultaire richtlijn) ten minste 4 studiepunten aan algemeen vormend onderwijs (AV-Vakken) te besteden.

Sinds de invoering van de twee fasen structuur zijn de Natuurwetenschappelijke Studierichtingen steeds sterker gericht op specialismen binnen het eigen vakgebied. Door deze ontwikkeling is er tijdens de opleiding nauwelijks tijd het vakgebied in een breder perspectief te plaatsen. Met de verplichte invoering van Algemeen Vormend Onderwijs (AV-Vakken) komt er in het doctoraalprogramma ruimte voor reflectie op het vak. Deze reflectie leidt mede tot bezinning over de eigen verantwoordelijkheden ten aanzien van het gebruik van kennis.

Deze reflectie op het vakgebied heeft twee kanten:

- Verdieping: Het gaat hier om de plaats van de discipline in de wetenschap. Dit aspect wordt belicht in de Wetenschapsgeschiedenis en in de Wetenschapsfilosofie.
- Verbreding: Wat zijn de belangrijke gevolgen van wetenschappelijke en technologische ontwikkeling in de maatschappij. Dit aspect komt aan de orde in de Ethiek en bij het beschouwen van de rol van de wetenschap in de maatschappij.

Als AV-vakken kunnen worden gekozen:

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.	99–00	00–01
134	Geschiedenis van de Wis- kunde	4	3 of 4	1 <sup>e</sup>	✓	✓
179	Inleiding Ontwikkelingsge- schiedenis der Techniek	2	3 of 4	1 <sup>e</sup>	✓	✓

*vervolg op volgende bladzijde*

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.	99–00	00–01
174	Wetenschapsfilosofie	2	3 of 4	1 <sup>e</sup>	✓	✓
172	Informatica en Ethiek	2	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	✓
173	Wetenschap in de Samenleving	2	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	✓
174	Wetenschapsgeschiedenis	2	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	✓
135	IT-Beroepspraktijk	2	3 of 4	3 <sup>e</sup>	✓	✓
172	Informatica en Samenleving	2	3 of 4	3 <sup>e</sup>	✓	✓
173	Wetenschapsethiek	2	3 of 4	3 <sup>e</sup>	✓	✓

Vakken uit de universitaire gids van Algemeen Vormende Vakken (AVV) mogen in dit kader ook opgenomen worden. Studenten en docenten mogen voorstellen indienen om andere vakken op te nemen in deze lijst van AV-vakken. Voor voorstellen dient men contact op te nemen met de onderwijscoördinator (G. Vegter).

## 10.4 Bijvak

Een bijvak is een **samenhangende** groep van vakken van buiten de (Technische) Informatica, met een totale studielast van tenminste 16 sp. Om de samenhang en studeerbaarheid te garanderen is het verstandig om contact op te nemen met de daarvoor aangewezen contactpersonen bij de andere studierichtingen. Een bijvak wordt als examenonderdeel (zie § 17.1.2) op de doctoraalbul vermeld. De bijvakken *Wiskunde* of *Bedrijfskunde* worden bijvoorbeeld regelmatig op de doctoraalbullen aangetroffen.

Hieronder volgt een summier overzicht van enkele mogelijkheden. Gedetailleerde informatie is te verkrijgen bij de vermelde contactpersoon en bij de bijvakfaculteit/-afdeling.

- Wiskunde: Wiskunde biedt vele mogelijkheden voor het volgen van een bijvak. Verdere inlichtingen zijn te verkrijgen bij de studieadviseur (dr. J. Top, zie § 16.5).
- Bedrijfskunde, Technische Bedrijfswetenschappen (TBW): Het doctoraalprogramma wordt in onderling overleg samengesteld, mede afhankelijk van de belangstelling van de student. Nadere inlichtingen zijn te verkrijgen bij de studiecoördinator van TBW (dr. P.J. Lont, tel. 363 7089/3921).
- Psychologie: Aangeraden wordt in overleg met dr. P.H. de Vries, tel. 363 6454, een passende cursusselectie c.q. een passend project of werkstuk te kiezen.
- Technische Cognitiewetenschap (TCW): De mogelijkheden van een bijvak Technische Cognitiewetenschap staan vermeld in de studiegids Technische Cognitiewetenschap, te verkrijgen bij de studieadviseur TCW (drs. T.C. Andringa, tel. 363 7155).
- Alfa-Informatica: De mogelijkheden van een bijvak Alfa-Informatica staan vermeld in de studiegids Alfa-Informatica. Nadere inlichtingen zijn te verkrijgen bij de studieadviseur Alfa-Informatica (dr. G. Bouma, tel. 363 5937).

## 10.5 Het afstuderen

### 10.5.1 De oriëntatie

Aan het einde van het tweede studiejaar vindt de jaarlijkse afstudeervoorlichting van (Technische) Informatica plaats. Tijdens deze voorlichting wordt een overzicht gegeven van de variëteit aan afstudeermogelijkheden die ter beschikking staan. In grote lijnen staan de afstudeerrichtingen ook in de studiegids vermeld; de voorlichting vult dit overzicht aan met actuelere informatie, terwijl verder nog de mogelijkheid bestaat tot het stellen van vragen. Op het publicatiebord van de studieadviseur (IWI-18) kan men actuele informatie vinden over zowel intern als extern afstuderen.

### 10.5.2 Het doctoraalprogramma

Aan het begin van het derde studiejaar (voor HBO-doorstromers eerste studiejaar) moet je in grote lijnen je keuze hebben bepaald. Vóór 31 oktober dien je een voorlopig doctoraalprogramma in dat past bij de door jou gekozen afstudeerrichting. De procedure voor het indienen van dit programma vind je in § 17.1. De studieadviseur spoort in november van het derde studiejaar de studenten die nog geen doctoraalprogramma hebben ingediend aan tot het maken van een keuze.

Naast het verplichte basisprogramma bestaat het doctoraalprogramma uit een afstudeertraject dat als volgt is ingericht:

- **verplichte vakken:** Deze vakken dient de student verplicht te volgen om in een bepaalde afstudeerrichting te mogen afstuderen (zie § 10.6–10.7).
- **gestuurde keuzeruimte:** Deze vakken kiest de student in overleg met de afstudeerdocent.
- **vrije keuzeruimte:** Bij een omvang van de vrije keuzeruimte van minstens 16 studiepunten bestaat de mogelijkheid om een bijvak (zie § 10.4) te volgen. Soms is het mogelijk door de combinatie van een aantal vakken uit de categorie verplichte vakken of de gestuurde keuzeruimte met de vrije keuzeruimte een bijvak te construeren. Neem voor advies contact op met de studieadviseur (J.H. Jongejan, zie § 16.5).
- **afstudeeropdracht:** zie § 10.5.6.

Aan het begin van het 3<sup>e</sup> studiejaar is het noodzakelijk de betrokken afstudeerdocenten persoonlijk te benaderen om een gedetailleerd inzicht te krijgen in de mogelijke opdrachten en de daarvoor benodigde voorkennis. Een goed gebalanceerd doctoraalprogramma is niet alleen zinvol om goed beslagen aan de afstudeeropdracht te beginnen, maar ook om bij de latere sollicitatie (bij het bedrijfsleven, de overheid etc.) een aantrekkelijke kandidaat te zijn. Daarom stelt de student in overleg met de betrokken afstudeerdocent voor de gestuurde keuzeruimte een specifiek samenhangend pakket samen; hij weet immers het beste welke voorbereiding er in de door jouw

gekozen specialisatie gevraagd wordt. Enkele opdrachten zullen op de publikatieborden te lezen zijn, maar regelmatig blijken er toch wel meer mogelijkheden te zijn om de persoonlijke interesse af te stemmen op het binnen de (Technische) Informatica lopende onderzoek. En dit inzicht krijg je natuurlijk alleen van de afstudeerdocent zelf!

### **10.5.3 Verdere voorbereiding**

Gedurende de laatste twee studie jaren is het zinvol om regelmatig de Informaticacolloquia en afstudeercolloquia (zie § 2.13) bij te wonen. Je kunt misschien niet alles zo direct begrijpen, maar dit geldt vaak ook voor de aanwezige stafleden. Het geeft je wel een goed beeld van de breedte van de (Technische) Informatica als werkterrein, terwijl de diverse voordrachtstechnieken (en de regelmatig voorkomende presentatiefouten) je tevens voorbereiden op je eigen afstudeercolloquium.

Het is nuttig ook enige aandacht aan de functie van de 160 Uurs Opdracht te besteden. Deze opdracht is in feite het eerste grotere project waarbij de student op eigen benen staat. Je kunt het daarom ook zien als een zinvolle voorbereiding tot het afstuderen. Evenals het overgrote deel van de hoorcolleges dient de 160 Uurs Opdracht in ieder geval voor het begin van de afstudeeropdracht te zijn afgerond om een optimaal effect te bereiken.

### **10.5.4 De afstudeerwerkgroep**

Om studenten voor te bereiden op en te begeleiden bij het werk dat in die fase verricht wordt, bestaan er enkele afstudeerwerkgroepen. Gevorderde doctoraalstudenten worden voorafgaande en tijdens het afstuderen aangemoedigd deel te nemen aan één of meer werkgroepen die door de verschillende onderzoeksgroepen georganiseerd worden. Behalve het feit dat dit studiepunten kan opleveren, heeft dit het positieve effect dat al in een vroeg stadium geoefend kan worden in het geven van voordrachten en/of het lezen en begrijpen van vakliteratuur. De afstudeerwerkgroep is niet verplicht doch sterk aanbevolen. Deelname kan gezien worden als voorbereiding op de eigenlijke afstudeeropdracht. Bij voldoende belangstelling is er de mogelijkheid dat de begeleidende docenten nieuwe afstudeerwerkgroepen starten.

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.	99–00	00–01
165	Werkgroep Artificial Intelligence & Evolutionary Computing	2	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	✓
165	Werkgroep Parallel and High Performance Computers	3	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	niet

In elke groep worden onderwerpen bestudeerd die aansluiten bij lopend onderzoek en wordt van de studenten verwacht dat zij deelproblemen zelfstandig bewerken. De werkwijze van de groepen kan sterk verschillen. Gedurende één of meerdere trimesters zijn er bijeenkomsten. Allereerst wordt de nodige voorkennis opgebouwd, vervolgens worden de onderwerpen nader belicht en uitgediept. De deelnemende studenten nemen een deel van de stof voor hun rekening door er een voordracht over te houden of een scriptie over te schrijven. Over de voortgang van het onderzoek wordt in de werkgroep gerapporteerd.

### 10.5.5 De definitieve keuze

Ongeveer een jaar voor het afstuderen heb je je definitieve keuze met betrekking tot het afstudeeronderwerp gemaakt. Dan is het tijd om je aan te melden bij de afstudeerdocent. Deze overlegt met je de begindatum en de vorm van de begeleiding. In het overleg met de afstudeerdocent komt natuurlijk een aantal potentiële afstudeeronderwerpen aan de orde. Aan de eventuele wensen van de student m.b.t. de keuze van het onderwerp wordt zoveel mogelijk tegemoet gekomen. Het onderwerp zelf hoeft hiermee niet specifiek vastgelegd te zijn. Je zult je werk mogelijkverwijs verrichten in een onderzoeksgroep waarbinnen ook de dagelijkse begeleiding plaatsvindt, en deze groep zit niet stil terwijl jij je voorbereidt. Goed overleg zal noodzakelijk blijken, en daarom zul je kort voor de begindatum van afstuderen definitieve afspraken met je afstudeerdocent(en) over de afstudeeropdracht moeten maken.

### 10.5.6 De afstudeeropdracht

De afstudeeropdracht wordt begeleid door minstens één docent van (Technische) Informatica. De primaire verantwoordelijkheid voor de begeleiding van de afstudeeropdracht berust bij deze docent.

De afstudeeropdracht kan in één van de volgende vormen gegoten worden:

- Het doen van onderzoek (hierbij kan gedacht worden aan inschakeling van de student bij lopend onderzoek of het intern verrichten van onderzoek in opdracht van of in samenwerking met een bedrijf of (semi-)overheidsinstelling).
- Het werken op een externe afstudeerplaats (bijv. inschakeling van de student bij onderzoek in een bedrijf of (semi-)overheidsinstelling).

- Het verrichten van literatuuronderzoek. In deze variant moet de student niet alleen een aantal boeken en artikelen bestuderen, maar hij moet ook in staat zijn de bestudeerde materie kritisch te beoordelen. Daarbij valt te denken aan het vergelijken en beoordelen van een aantal algoritmen en beschrijvingsmethoden, van specifieke aspecten van een aantal operating systems, van optimalisatietechnieken bij de constructie van vertalers, etc..

Met de afstudeerdocent worden voorafgaand aan de eigenlijke afstudeeropdracht de nodige afspraken gemaakt. Op zijn minst worden de volgende zaken geregeld:

- Vastgelegd worden: het aantal te behalen studiepunten, de begindatum, een ruwe schatting van de einddatum en een ruwe tijdsplanning. Er dient voldoende tijd gereserveerd te worden voor de verslaglegging.
- De afstudeeropdracht wordt zo goed mogelijk, liefst door de student zelf, gespecificeerd. Ook wordt het kader aangegeven waarin het onderzoek past ('relevantie').
- Er wordt gecontroleerd of de voorkennis van de student toereikend is. Zo nodig is deze op peil gebracht in de periode voorafgaande aan de eigenlijke afstudeerfase.
- Er worden duidelijke afspraken gemaakt tussen de student en de afstudeerdocent, met name over tussentijdse evaluaties. Bij het werken op een externe afstudeerplaats wordt ook de tijdelijke werkgever hierin betrokken, ook al berust de eindverantwoordelijkheid bij de docent.

Zowel de student als de docent dient bij een langdurige afwezigheid ten gevolge van bijvoorbeeld congresbezoek, ziekte of vakantie de ander daarvan zo vroeg mogelijk in kennis te stellen. Bij afwezigheid van de student wordt de afstudeeropdracht opgeschort.

Soms zal je gevraagd worden om een verklaring te ondertekenen waarin je je bereid verklaart de geldende gedragsregels te volgen en waarmee je afstand doet van het intellectuele eigendomsrecht op het mede door jouw inspanning te bereiken resultaat. Dit betekent niet dat jij als uitvinder geen vergoeding zult ontvangen voor het gebruik van je ideeën, maar wel dat je niet zomaar kunt gaan handelen met de ontwikkelde bedrijfsinformatie.

Op de eerste dag van het afstuderen ga je naar het onderwijsbureau (zie § 16.4) om de nodige formaliteiten af te handelen. Hier wordt onder andere een checklist uitgereikt. Met deze checklist ga je langs een aantal personen binnen (Technische) Informatica om jouw inbedding voor de periode van het afstuderen te regelen. Deze checklist breng je daarna weer terug naar het onderwijsbureau. Een paar weken voor het afstuderen moeten wederom een aantal formaliteiten afgehandeld worden. Met de checklist in de hand maak je wederom zo een rondje.

De afstudeeropdracht wordt beoordeeld op basis van de volgende criteria: schriftelijke verslaggeving, mondelinge verslaggeving, werkuitvoering, innovatiegehalte en functioneren binnen de onderzoeksgroep, het bedrijf of de instelling.

Afstudeerders kunnen buiten kantooruren gebruik maken van de computerruimten van het IWI. Zie § 2.14 voor de sleutelprocedure.

### 10.5.7 De externe afstudeeropdracht

In overleg met de afstudeerdocent of de studieadviseur (J.H. Jongejan, zie § 16.5) is het mogelijk de afstudeeropdracht buiten (Technische) Informatica te verrichten. Dit kan betekenen dat de student bij andere onderdelen van de RuG zijn werkzaamheden verricht, maar ook dat hij de afstudeeropdracht bij een bedrijf of een (semi-)overheidsinstelling verricht. Bij extern afstuderen is er een directe externe begeleider vanuit het bedrijf of de instelling waar de afstudeeropdracht plaatsvindt. Daarnaast is er een interne afstudeerdocent (van (Technische) Informatica); deze draagt de primaire verantwoordelijkheid voor de begeleiding van de afstudeeropdracht. Voor afstudeeropdrachten in het buitenland kan contact opgenomen worden met mevr. A.M. Beereboom (zie paragraaf 2.11). Verdere inlichtingen zijn te verkrijgen bij de studieadviseur of de afstudeerdocent.

Een deel van § 10.5.6 zal niet geldig zijn bij extern afstuderen. Er zij echter met nadruk op gewezen, dat ook in dergelijke gevallen de begeleidingsstructuur zinvol is. Extra geldt dan nog de noodzaak om (ditmaal formeel geregeld) een regelmatig (bij voorkeur tweewekelijks) contact met de RuG-afstudeerdocent te laten plaatsvinden. De student moet er rekening mee houden dat er in het bedrijfsleven striktere gedragscodes gelden dan binnen de universitaire wereld. Het gebruik van de faciliteiten van het bedrijf voor andere doeleinden dan waar ze voor bedoeld zijn (privé-gebruik) wordt meestal niet getolereerd.

### 10.5.8 Het afstudeerverslag

Het afstudeerverslag is een schriftelijke blijk van de praktische en theoretische bekwaamheid van de student op het moment van afstuderen. Dit is natuurlijk wat anders dan een logboek of een meetrapport. Gebruikelijk is een omvang van 40 tot 70 bladzijden (niet geteld zijn daarbij de bijlagen). Voor de uiteindelijke beoordeling is de kwaliteit van het verrichte werk van meer belang dan omvang en hoeveelheid bestede tijd.

Het verslag begint in ieder geval met een nederlandstalige en een engelstalige samenvatting (de abstract), die de doelstelling, de werkmethode en de belangrijkste resultaten bevatten. Deze abstract wordt later ook gebruikt voor jaarverslagen en soortgelijke overzichten van de onderzoeksinspanning en dient dus concreet en zo veel mogelijk jargonloos te zijn.

Voor een goede begeleiding is het vaak van belang dat het afstudeerverslag reeds tijdens het traject in conceptdelen bij de afstudeerdocent(en) ingeleverd wordt. Daarnaast zullen diverse delen daarvan reeds in het kader van de dagelijkse begeleiding binnen de onderzoeksgroep aan de orde zijn geweest.

### 10.5.9 Het afstudeercolloquium

Het afstudeercolloquium is de laatste proeve van bekwaamheid binnen de opleiding (Technische) Informatica en telt als zodanig mee in de uiteindelijke beoordeling. De voordracht is geen samenvatting van het afstudeerverslag maar een presentatie voor een geschoold lekenpubliek. In ieder geval dient de voordracht begrijpelijk te zijn voor derde-jaars studenten. De student dient zelf zijn afstudeercolloquium te organiseren. Een zaal kan via het Onderwijsbureau Wiskunde (IWI 36) gereserveerd worden. De voordracht wordt bijtijds in de *UniversiteitsKrant* en binnen (Technische) Informatica aangekondigd; hiervoor dient de student eveneens contact op te nemen met het Onderwijsbureau Informatica (IWI 36). Daarnaast staat het de student vrij derden uit te nodigen.

Het afstudeercolloquium wordt vaak in kleine kring voorbereid in een proefvoordracht. De proefvoordracht vindt in overleg één week voor de feitelijke uitvoering plaats.

### 10.5.10 Tijdschema voor het afstuderen

Dit tijdschema gaat uit van een student die de opleiding in precies vier jaren voltooit. Voor studenten met studievertraging is aangegeven hoeveel weken voor het afstudeercolloquium welke actie ondernomen moet worden. HBO-doorstromers volgen hetzelfde schema, echter in plaats van het 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> studiejaar lezen zij 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> studiejaar.

studie- jaar	maand tot aan afron- ding studie	aantal weken	
2 <sup>e</sup>	mei juni-sept.		Voorlichting over afstuderen (§ 10.5.1). Oriëntatie afstudeerrichtingen; eerste kennismaking met de afstudeerdocent(en) en afstemming van het doctoraalprogramma op de afstudeerrichting (§ 10.5.2).
3 <sup>e</sup>	sept.		U volgt in het 1 <sup>e</sup> trimester van het 3 <sup>e</sup> studiejaar uw eerste keuzevakken. Een foutieve keuze van deze vakken leidt zeer waarschijnlijk tot <b>studievertraging!</b> De afstudeerrichtingen stellen eisen aan de gevolgde keuzevakken.
	okt.		Voor <b>31 oktober</b> indienen van het voorlopige doctoraalprogramma (§ 10.5.2 en § 17.1).
	nov.		De studieadviseur roept alle 3 <sup>e</sup> jaars en doorstroomstudenten op die nog geen voorlopig doctoraalprogramma ingediend hebben.
4 <sup>e</sup>	begin sept.	42	Zoeken van afstudeeropdracht en een afstudeerdocent (§ 10.5.5). Vanaf dit moment kan de student deelnemen aan afstudeerwerkgroepen (§ 10.5.4).
	eind okt.	34	U maakt definitieve afspraken met de afstudeerdocent(en) over uw afstudeeropdracht.
	eind nov.	30	Indien het definitieve doctoraalprogramma niet in overeenstemming is met het voorlopige doctoraalprogramma, moet je een definitief doctoraalprogramma indienen (§ 17.1).
	eind nov.	30	Twee trimesters voor het afronden van de studie begint de student met de afstudeeropdracht. Gedurende het eerste trimester werkt de student zowel aan zijn afstuderen als aan het behalen van de laatste vakken (§ 10.5.6).
	half maart	14	De laatste vakken zijn met goed gevolg afgelegd.
	half mei	5	Op een <b>aanmeldingsdag</b> (zie § 17.3) aanmelden voor het doctoraalexamen bij het onderwijsbureau (zie § 16.4).
	begin juni	3	Eindbespreking conceptverslag. Vaststellen van de datum, reserveren van een zaal en aankondigen van het afstudeercolloquium. Het is gebruikelijk om afstudeercolloquia in de <i>UniversiteitsKrant</i> aan te kondigen.
	half juni	1	Proefvoordracht; inlevering afstudeerverslag
	eind juni	0	Afstudeercolloquium gevolgd door beoordeling

## 10.6 Afstuderen bij Informatica

### 10.6.1 Cluster Programmatuurkunde

Afstudeerdocenten: W.H. Hesselink, J.H. Jongejan, J.E. Jonker, R. Smedinga, G.R. Renardel de Lavalette en J. Terlouw.

#### Afstudeerrichting Fundamentele Informatica

Binnen alle takken van de Informatica leidt het verlangen naar betrouwbaarder systemen vroeg of laat tot formalisering, gebaseerd op fundamentele concepten. Het bestuderen van deze concepten en het leren gebruiken en ontwerpen van de bijbehorende formele methoden is dus een lange-termijn investering (die overigens wel enige affiniteit tot wiskundig denken en bewijzen vereist). De afstudeerrichting Fundamentele Informatica is hiertoe bij uitstek geschikt. Hij leidt met name op voor banen in het onderzoek, b.v. bij universiteiten (AIO-plaatsen) of onderzoeksinstituten van grote bedrijven, of het onderwijs, b.v. leraarsopleidingen, andere vormen van HBO, of bijscholing van informatiedeskundigen.

Onderdeel	Omvang
<b>Verplichte vakken</b>	10 sp.
<b>Gestuurde keuzeruimte</b>	17 sp.
<b>Vrije keuzeruimte</b>	16 sp.
<b>Afstudeeropdracht</b>	20 sp.

Voor de beschrijving van de onderdelen zie § 10.5.2.

Verplichte vakken:

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.	99–00	00–01
127	Concurrency	3	3	1 <sup>e</sup>	✓	✓
144	Mechanische Verificatie	3	3	3 <sup>e</sup>	✓	✓
155	Semantiek van Formele Talen	4	3	3 <sup>e</sup>	✓	✓

Vakken aanbevolen voor de gestuurde keuzeruimte:

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.	99–00	00–01
125	Caput Logica	3	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	niet
126	Caput Theoretische Informatica	3	3 of 4	1 <sup>e</sup>	niet	✓
131	Embedded Systems	3	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	o.v.b.

*vervolg op volgende bladzijde*

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.	99-00	00-01
133	Geavanceerde Algoritmen	4	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	✓
167	Wiskundige Informatica	3	3 of 4	2 <sup>e</sup>	niet	✓

### Afstudeerrichting Systeemprogrammatuur

Alle takken van informatica maken in meer of mindere mate gebruik van de computer. Daarmee bedoelen we meestal meer dan de machine: verschillende software componenten vormen een wezenlijk bestanddeel om doeltreffend met een computer te kunnen werken. We denken hierbij bijvoorbeeld aan: het Operating System, dat ons het werken met de hardware vergemakkelijkt, bijv. door gelijktijdig gebruik door meerdere personen mogelijk te maken; een Compiler, die ons programma's in een hogere (abstractere) notatie laat schrijven en zorg draagt voor de vertaling naar machine-niveau; een Database Management Systeem, dat ons in staat stelt grote hoeveelheden gegevens op een gestructureerde manier te beheren en te manipuleren.

De genoemde software vormt het aandachtsgebied van de systeemprogrammering. Het bestuderen van dit soort software en leren specificeren en ontwerpen ervan vereist overzicht, abstractie-vermogen en handigheid in het programmeren en wijzigen van grote programma's. Vaak zijn (delen van) deze programma's door anderen geschreven.

Deze afstudeerrichting is geschikt voor studenten die verder willen als software engineer (i.h.b. bij de constructie van grote, ondersteunende software systemen) en ook voor studenten die geïnteresseerd zijn in onderzoek op dat gebied, zoals dat plaatsvindt bij universiteiten en bij de onderzoeksafdelingen van grote bedrijven en instellingen. Daarnaast biedt deze richting een goede basis voor een baan in het informatica-onderwijs. Voor de beschrijving van de onderdelen zie § 10.5.2.

Onderdeel	Omvang
<b>Verplichte vakken</b>	7 sp.
<b>Gestuurde keuzeruimte</b>	16 sp.
<b>Vrije keuzeruimte</b>	20 sp.
<b>Afstudeeropdracht</b>	24 sp.

Verplichte vakken:

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.	99-00	00-01
155	Semantiek van Formele Talen	4	3	3 <sup>e</sup>	✓	✓
183	Systeemontwikkelingstheorie	3	3	2 <sup>e</sup>	✓	✓

Vakken aanbevolen voor de gestuurde keuzeruimte:

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.	99–00	00–01
127	Concurrency	3	3	1 <sup>e</sup>	✓	✓
131	Embedded Systems	3	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	✓
151	Practicum Simulatie en Implementatie	2	3	3 <sup>e</sup>	niet	✓
156	Simulatie en Implementatie	2	3 of 4	2 <sup>e</sup>	niet	✓
183	Systeemontwikkelingspraktijk	4	3	3 <sup>e</sup>	✓	✓
161	Telematicasystemen	4	3	2 <sup>e</sup>	✓	o.v.b
163	Vertalerbouw 2	3	3	3 <sup>e</sup>	niet	✓

### 10.6.2 Cluster Scientific Computing and Imaging

Afstudeerdocenten: H. Bekker, R. Moddemeijer, N. Petkov, J.B.T.M. Roerdink en G. Vegter.

#### Afstudeerrichting Scientific Computing and Imaging

In veel takken van wetenschappelijk en technisch onderzoek zijn in toenemende mate computationele technieken geïntroduceerd ter aanvulling van, en soms als alternatief voor, gangbare methoden van onderzoek.

Computersimulaties, zowel groot- als kleinschalig, zijn voor onderzoekers zeer belangrijk. Ze kunnen soms dure experimenten voor een groot deel vervangen, of aanknopingspunten bieden in situaties waarin experimenteren onmogelijk is. Ze worden ook gebruikt om theorieën te toetsen en stimuleren zo de theorievorming. Enerzijds worden voor natuurwetenschappelijke en technische problemen *rekenmodellen* ontworpen, die vervolgens worden toegepast in simulaties. Scientific computing houdt zich bezig met het ontwerpen en analyseren van dergelijke modellen.

Anderzijds zien we in de natuurwetenschappen en de techniek een toenemend gebruik van *symbolische rekenmethoden*, waarbij berekeningen leiden tot exacte resultaten in symbolische vorm, in tegenstelling tot de veelal benaderde resultaten van numerieke rekenmethoden. Als toepassingsgebieden zijn te noemen robotica, geometric modeling en CAD/CAM, beeld- en signaalverwerking, biomedische wetenschappen, wiskunde (chaos-theorie, stromingsleer), natuurkunde (niet-lineaire mechanica, quantum-velden theorie) en scheikunde (moleculaire dynamica, ontwerp van materialen).

Een belangrijke component van scientific computing is de Beeldinformatica (Computer Imaging), waarmee de vakgebieden beeldbewerking, computer vision, patroonherkenning en computer graphics worden aangeduid. Terwijl de eerste twee gebieden zich bezig houden met de bewerking van beelden teneinde de beeldkwaliteit te verbeteren, dan wel gewenste informatie uit de beelden te verkrijgen (bv. voor

objectherkenning), is het doel van het laatste gebied de synthese van beelden. De hoeveelheid data die bewerkt moet worden is vaak zo groot dat het gebruik van grootschalige en/of parallelle rekenmethoden onontbeerlijk is, bv. in robot vision, medical imaging, zoeken in grote beeld-databanken of visualisatie in virtual reality omgevingen.

Grootschalige rekenmodellen vergen vanwege hun omvang en complexiteit een deskundige aanpak. Hetzelfde geldt voor de symbolische rekenmethoden, die vaak zijn gebaseerd op niet-triviale resultaten uit de wiskunde en informatica. Kennis op het gebied van computer-architectuur, programmeren, visualisatie en de wiskunde van het ontwerpen en analyseren van modellen is daarbij onontbeerlijk. Anderzijds is enige affiniteit gewenst met de wetenschappelijke en technische disciplines waarin deze rekenkundige of symbolische rekenmodellen worden toegepast.

Na het afstuderen bestaat de mogelijkheid om het *studieprogramma Computational Science* te volgen (zie § 12.8). Studenten die hiervoor kiezen wordt aanbevolen om tijdens de samenstelling van het doctoraalprogramma hiermede rekening te houden. Vakken behaald tijdens de Informatica studie kunnen nogmaals voor het studieprogramma Computational Science worden opgevoerd.

Onderdeel	Omvang
<b>Verplichte vakken</b>	10 sp.
<b>Gestuurde keuzeruimte</b>	14 sp.
<b>Vrije keuzeruimte</b>	11-19 sp.
<b>Afstudeeropdracht</b>	20-28 sp.

Voor de beschrijving van de onderdelen zie § 10.5.2.

Verplichte vakken:

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.	99-00	00-01
133	Geavanceerde Algoritmen	4	3	2 <sup>e</sup>	✓	✓
136	Inleiding Computational Science	3	3	3 <sup>e</sup>	✓	✓
166	Wetenschappelijke Visualisatie	3	3	1 <sup>e</sup>	✓	✓

Vakken aanbevolen voor de gestuurde keuzeruimte:

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.	99-00	00-01
124	Beeldbewerking	3	3 of 4	1 <sup>e</sup>	✓	niet
127	Computer Graphics	3	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	niet
127	Computer Vision	3	3 of 4	2 <sup>e</sup>	niet	✓

*vervolg op volgende bladzijde*

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.	99–00	00–01
133	Fuzzy Logic	4	3 of 4	1 <sup>e</sup>	✓	✓
178	Fysische Systemen	4	3	3 <sup>e</sup>	✓	✓
145	Neural Networks	4	3 of 4	1 <sup>e</sup>	✓	✓
180	Neuroinformatica	2	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	✓
146	Numerieke Wiskunde	4	3 of 4	1 <sup>e</sup>	✓	✓
151	Practicum Simulatie en Implementatie	2	3	3 <sup>e</sup>	niet	✓
180	Signaalanalyse	4	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	✓
156	Simulatie en Implementatie	2	3 of 4	2 <sup>e</sup>	niet	✓
160	Systolic Parallel Processing	3	3 of 4	1 <sup>e</sup>	niet	✓
162	Toegepast Symbolisch Rekenen	4	3	2 <sup>e</sup>	✓	niet
164	Wavelets in Signaal- en Beeldbewerking	3	3	3 <sup>e</sup>	✓	niet
165	Werkgroep Parallel and High Performance Computers	3	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	niet

### Interdisciplinair afstuderen

Bij elk van de afstudeerrichtingen Informatica en Technische Informatica bestaat de mogelijkheid dat de afstudeeropdracht buiten Informatica verricht wordt, bijvoorbeeld elders in de universiteit of bij een bedrijf of overheidsinstelling. Wij spreken dan van extern afstuderen. Bij het extern afstuderen bij Informatica of Technische Informatica gelden de regelingen zoals geformuleerd in §10.5.7. Er is een afstudeerdocent vanuit Informatica verantwoordelijk voor de begeleiding. Er worden geen aanvullende eisen aan het doctoraalprogramma gesteld.

Hiernaast bestaat de mogelijkheid tot interdisciplinair afstuderen in de Informatica. Voor de verschillende interdisciplinaire afstudeerrichtingen gelden aparte regelingen. Het gaat in alle gevallen om extern afstuderen. Aan het doctoraalprogramma worden duidelijke eisen gesteld zodat de student naast het Informatica onderwijs een significante hoeveelheid vakken van de andere studierichting volgt. Wend je tot de studieadviseur als je belangstelling hebt voor een van deze mogelijkheden.

### Afstudeerrichting Journalistiek

Afstudeerdocent: in overleg met de studieadviseur (J.H. Jongejan, zie § 16.5).

In het kader van de opleiding Informatica kan de afstudeerrichting Journalistiek gevolgd worden bij de Faculteit der Letteren van de Rijksuniversiteit Groningen. Deze afstudeerrichting heeft het karakter van een bovenbouwstudie (zie ook § 14.8).

De student volgt in het 3<sup>de</sup> en 4<sup>de</sup> jaar naast het verplichte deel van het doctoraalprogramma Informatica (21 sp.) een aangepast afstudeertraject:

- a. 32 (+4) sp. Journalistiek
  - b. 20 sp. afstudeeropdracht
  - c. 11 sp. Informatica (keuze)
- (totaal: 63 sp.)

Het Algemeen Vormend Onderwijs binnen het verplichte deel van het Informatica curriculum dient ingevuld te worden met 4 extra studiepunten Journalistiek.

De afstudeeropdracht vindt plaats op voorstel van de afstudeerrichting Journalistiek, onder primaire verantwoordelijkheid van Informatica en onder gezamenlijke begeleiding.

Het individuele doctoraalprogramma wordt samengesteld in overleg met de onderwijscoördinator van de afstudeerrichting Journalistiek en de studieadviseur Informatica en ter goedkeuring aangeboden aan de Examencommissie voor de Doctoraal-examens Wiskunde en Informatica.

Nadere inlichtingen over deze variant zijn te verkrijgen bij de studieadviseur Informatica en bij de onderwijscoördinator van Journalistiek (H.B.M. Wijfjes, tel. 363 5269).

### **Afstudeerrichting Energie- en Milieukunde**

Afstudeerdocent: in overleg met de studieadviseur (J.H. Jongejan, zie § 16.5).

In het kader van de opleiding Informatica kan de afstudeerrichting Energie- en Milieukunde gevolgd worden bij de Interfacultaire Vakgroep Energie- en Milieukunde van de Rijksuniversiteit Groningen (IVEM). Deze afstudeerrichting heeft het karakter van een bovenbouwstudie (zie ook § 14.7).

De student volgt in het 3<sup>de</sup> en 4<sup>de</sup> jaar naast het verplichte deel van het doctoraalprogramma Informatica (21 sp.) een aangepast afstudeertraject:

- a. 18 sp. Cursussen Energie- en Milieukunde
  - b. 26 sp. Afstudeeropdracht
  - c. 19 sp. Informatica (keuze)
- (totaal: 63 sp.)

De afstudeeropdracht vindt plaats op voorstel van het IVEM, onder primaire verantwoordelijkheid van Informatica en onder gezamenlijke begeleiding.

Het individuele doctoraalprogramma wordt samengesteld in overleg met de onderwijscoördinator IVEM en de wiskunde/informatica-afgevaardigde in de facultaire contactcommissie Milieuwetenschappen en ter goedkeuring aangeboden aan de Examencommissie voor de Doctoraal-examens Wiskunde en Informatica.

Nadere inlichtingen over deze variant zijn te verkrijgen bij de studieadviseur Informatica en bij de studieadviseur IVEM (drs. M.R. Berger, tel. 363 4603).

### **Afstudeerrichting Bestuurlijke Informatica**

Afstudeerdocent: in overleg met de studieadviseur (J.H. Jongejan, zie § 16.5).

In het kader van de opleiding Informatica kan de afstudeerrichting Bestuurlijke Informatica gevolgd worden bij de Faculteit Bedrijfskunde van de Rijksuniversiteit Groningen.

De student volgt het verplichte deel van het doctoraalprogramma Informatica (63 sp.). De student volgt daarnaast een aangepast afstudeertraject:

- a. 18 sp. (Technische)Bedrijfskundevakken
  - b. 20 sp. Afstudeeropdracht
  - c. 25 sp. Informatica (keuze)
- (totaal: 63 sp.)

De afstudeeropdracht vindt plaats op voorstel van de Bedrijfskunde, onder primaire verantwoordelijkheid van Informatica en onder gezamenlijke begeleiding. De samenstelling van het doctoraalprogramma dient in overleg met Bedrijfskunde plaatst te vinden.

Neem hiervoor contact op met:

de studiecoördinator van TBW (dr. P.J. Lont, tel. 363 7089/3921).

### **Afstudeerrichting Cognitieve Informatica**

Afstudeerdocent: in overleg met de studieadviseur (J.H. Jongejan, zie § 16.5).

In het kader van de opleiding Informatica kan de afstudeerrichting Cognitieve Informatica gevolgd worden. De student volgt daarnaast een aangepast afstudeertraject ter grootte van 63 sp.

Het afstudeeropdracht vindt plaats in overleg met Technische Cognitiewetenschappen, onder primaire verantwoordelijkheid van Informatica en onder gezamenlijke begeleiding.

Het individuele doctoraalprogramma wordt samengesteld in overleg met de studieadviseur Informatica en studieadviseur TCW (drs. T.C. Andringa, tel. 363 7155) en ter goedkeuring aangeboden aan de Examencommissie voor de Doctoraalexamens Wiskunde en Informatica.

## 10.7 Afstuderen bij Technische Informatica

### 10.7.1 Cluster Systeemtechnologie

Afstudeerdocenten: S. Achterop, J.A.G. Nijhuis en L. Spaanenburgg.

De afstudeercluster Systeemtechnologie stuurt aan op een duidelijke profilering van Technische Informatica t.o.v. Informatica. Studenten die afstuderen bij de cluster dienen een duidelijk herkenbaar doctoraalprogramma te hebben, die niet door een ruime vrije keuze gelijkgesteld kan worden aan een doctoraalprogramma dat in een van de andere (Informatica) afstudeerrichtingen zou passen. Daarom wordt de studenten dringend geadviseerd voor de invulling van de gestuurde en vrije keuzeruimte vroegtijdig te overleggen met één van de afstudeerdocenten.

### Afstudeerrichting Systeemarchitectuur

Een van de meest uitdagende ontwikkelingen van deze tijd is de groeiende complexiteit van informatie-systemen gepaard met de voortschrijdende integratie binnen applicatie-gebieden zoals de telecommunicatie. Een populair voorbeeld is de wildgroei op het Internet en de komst van de Intranetten. Ook kleine apparaten zoals koffiezetmachines en middelgrote producten zoals auto's zijn al complexe multicomputer systemen geworden. Deze ontwikkeling kan slechts beheersbaar zijn vanuit een strakke discipline die grote verscheidenheid aan theoretische informatica concepten verenigt tot één praktisch toepasbare ontwerpmethodiek met systeembetrouwbaarheid als doel.

Afstuderen in systeemarchitectuur is dus het begin van een loopbaan als informatie-architect. In samenwerking met vooraanstaande industriële research-centra in Nederland, zoals KPN Research en NSA, maar ook buitenlandse instituten en bedrijven, zoals ZFI-Karlsruhe en Sun Microsystems, wordt theorie en praktijk in combinatie beoefend. Daarbij komt een ruim arsenaal van ontwikkel-, verificatie- en verbeteringstechnieken aan de orde. Het geheel vormt een methodiek die wordt onderzocht, onderwezen en beoefend met een open oog voor de praktische bruikbaarheid.

Aan één kant van dit kwaliteitsspectrum staan de formele bewijsmethoden, die op een algebraïsche grondslag de mogelijkheid bieden om zwak gekoppelde, eventueel redundante processen met zekerheid te laten communiceren. Dit komt bijvoorbeeld voor in de telefonie, waar mensen met draagbare telefoons over vaste steunstations willen overleggen vanuit zich met grote snelheid verplaatsende en flink storende vervoersmiddelen.

Aan de andere kant van het kwaliteitsspectrum staan de koppelingsafspraken op basis van een geabstraheerde systeemarchitectuur, de referentie-modellen. In open gedistribueerde systemen zorgen goede referentie-modellen ervoor dat met software van verschillende plumeau toch werkende communicatie tot stand gebracht kan worden.

De beoogde functionaliteit is in principe geprogrammeerd. Voor veel consumenten toepassingen veroorzaken kosten, snelheid en vermogen de noodzaak een deel van de functionaliteit in hardware te realiseren. De grens tussen hardware en software zal daarbij steeds verschuiven, zodat de ontwerpmethodiek op principes gebaseerd moet zijn die voor beide terreinen geldig zijn. De informatie-architect zal dan deze ‘embedded systemen’ vanuit zijn informatica-optiek beoefenen.

Onderdeel	Omvang
<b>Verplichte vakken</b>	14 sp.
<b>Gestuurde keuzeruimte</b>	14 sp.
<b>Vrije keuzeruimte</b>	9 sp.
<b>Afstudeeropdracht</b>	26 sp.

Voor de beschrijving van de onderdelen zie § 10.5.2.

Verplichte vakken:

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.	99–00	00–01
127	Concurrency	3	3	1 <sup>e</sup>	✓	✓
131	Embedded Systems	3	3	2 <sup>e</sup>	✓	o.v.b.
155	Real-Time Systemen	4	3	3 <sup>e</sup>	✓	o.v.b.
161	Telematicasystemen	4	3	2 <sup>e</sup>	✓	o.v.b.

Vakken aanbevolen voor de gestuurde keuzeruimte:

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.	99–00	00–01
124	Beeldbewerking	3	3 of 4	1 <sup>e</sup>	✓	niet
126	Caput Technische Informatica	3	3	3 <sup>e</sup>	✓	✓
133	Fuzzy Logic	4	3 of 4	1 <sup>e</sup>	✓	✓
133	Geavanceerde Algoritmen	4	3	2 <sup>e</sup>	✓	✓
145	Neural Networks	4	3 of 4	1 <sup>e</sup>	✓	✓
151	Practicum Simulatie en Implementatie	2	3	3 <sup>e</sup>	niet	✓
180	Signaalanalyse	4	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	✓
156	Simulatie en Implementatie	2	3 of 4	2 <sup>e</sup>	niet	✓
159	System Modelling	3	3	3 <sup>e</sup>	✓	✓
160	Systolic Parallel Processing	3	3 of 4	1 <sup>e</sup>	niet	✓

*vervolg op volgende bladzijde*

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.	99-00	00-01
161	Technology Mapping	3	3 of 4	2 <sup>e</sup>	niet	✓
165	Werkgroep Artificial Intelligence & Evolutionary Computing	2	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	✓

### Afstudeerrichting Computational Intelligence and Intelligent Systems

We staan aan de vooravond van een nieuwe generatie van zelfdenkende en intelligente programma's, producten en machines (Intelligent Systems). Zowel alledaagse gebruiksvoorwerpen (bijv. radio's, stofzuigers en broodroosters) als complexe apparatuur (bijv. medische diagnose apparaten, procesregelaars en sorteermachines) zullen worden uitgebreid met cognitieve software zodat taken die vroeger alleen met de hand of helemaal niet gedaan konden worden nu automatisch verlopen.

Centraal binnen deze nieuwe ontwikkelingen staat het gebruik van Computational Intelligence (CI). Met behulp van basis technieken zoals kunstmatige neurale netwerken, adaptive fuzzy systemen en genetische algoritmen wordt de impliciete kennis in meetgegevens van beelden en sensoren, en de expliciete kennis van menselijke experts en operators vertaald naar software algoritmen. Door uit te gaan van biologische principes als leren, aanpassing, generalisatie en evolutie zijn bijvoorbeeld neurale netwerken en fuzzy systemen veel beter dan klassieke aanpakken in staat om complexe, niet mathematisch beschrijfbare verbanden te vinden (leren) en zinvol te gebruiken.

Intelligente systemen zijn erop gericht kennis te extraheren uit metingen aan geluid, beeld, proces, gedrag, mening; kortom uit een veelheid van sensorische bronnen. Zo is bijvoorbeeld de communicatie tussen mensen voor meer dan 95% non-verbaal. Het is dan ook een technische uitdaging zulke kennis binnen een informatica-omgeving ter beschikking te krijgen. Voor een productie-omgeving leidt dit tot 'Intelligent Manufacturing': methoden waarbij een robot leert hoe het geacht wordt te functioneren en te diagnosticeren. Een ander voorbeeld is de communicatie tussen machines onderling of tussen mens en machine. Vaak zal hierbij het gebruik van informatie uit diverse sensorische bronnen leiden tot een Multi-Media situatie.

Een zeer brede toepassing vind je in de Multi-Media techniek. Hier komt de Computational Intelligence samen met de Kerninformatica, de Robotica, de Tele-Informatica en de Ergonomie, om samen een intelligente interactie te visualiseren op Internet. Strikte systeem ontwikkelingsmethoden worden hierbij toegepast om zo'n complex, gedistribueerd systeem te realiseren.

Afstuderen op het gebied van Computational Intelligence - Intelligent Systems betekent niet alleen een gedegen kennismaking met dit vakgebied en leren hoe je een computer het werk kunt laten doen. Het betekent ook ervaring opdoen in het overleggen en samenwerken met experts uit andere disciplines zoals de regeltechniek, geneeskunde en electrotechniek. Tijdens je afstudeeropdracht zul je meewerken aan

het onderzoek naar nieuwe ontwerpmethodieken en software tools die CI technieken nog beter toepasbaar maken en/of daadwerkelijk meebouwen aan intelligente systemen met specialisten vanuit het bedrijfsleven.

Onderdeel	Omvang
<b>Verplichte vakken</b>	13 sp.
<b>Gestuurde keuzeruimte</b>	15 sp.
<b>Vrije keuzeruimte</b>	9 sp.
<b>Afstudeeropdracht</b>	26 sp.

Voor de beschrijving van de onderdelen zie § 10.5.2.

Verplichte vakken:

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.	99–00	00–01
133	Fuzzy Logic	4	3	1 <sup>e</sup>	✓	✓
145	Neural Networks	4	3	1 <sup>e</sup>	✓	✓
159	System Modelling	3	3	3 <sup>e</sup>	✓	✓
165	Werkgroep Artificial Intelligence & Evolutionary Computing	2	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	✓

Vakken aanbevolen voor de gestuurde keuzeruimte:

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.	99–00	00–01
124	Beeldbewerking	3	3 of 4	1 <sup>e</sup>	✓	niet
126	Caput Technische Informatica	3	3	3 <sup>e</sup>	✓	✓
127	Computer Vision	3	3 of 4	2 <sup>e</sup>	niet	✓
127	Concurrency	3	3 of 4	1 <sup>e</sup>	✓	✓
131	Embedded Systems	3	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	o.v.b.
131	Feedback Control	4	3	3 <sup>e</sup>	✓	✓
<sup>1)</sup>	Flexibele Productie-Automatisering	3	3	3 <sup>e</sup>	✓	✓
138	Inleiding Systeemtheorie	4	3 of 4	1 <sup>e</sup>	✓	✓
<sup>1)</sup>	Kennissystemen	4	3 of 4	1 <sup>e</sup>	✓	✓
<sup>1)</sup>	Ontwerpen van Bedrijfskundige Systemen (deel 1)	3	3 of 4	1 <sup>e</sup>	✓	✓

*vervolg op volgende bladzijde*

pg.	vak	sp.	studie- jaar	trim.	99-00	00-01
<sup>1)</sup>	Projectmanagement	3	3	2 <sup>e</sup>	✓	✓
180	Signaalanalyse	4	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	✓
161	Technology Mapping	3	3 of 4	2 <sup>e</sup>	niet	✓
161	Telematicasystemen	4	3 of 4	2 <sup>e</sup>	✓	o.v.b.

### Afstudeervariant Industriële Automatisering

Voor studenten van de lichting 1999 is de mogelijkheid geopend om de afstudeervariant Industriële Automatisering te volgen. Deze variant is ondergebracht bij de 5-jarige opleiding Technische Mechanica en leidt zodoende tot het diploma van wiskundig ingenieur. Ten tijde van het samenstellen van deze studiegids was de ontwikkeling van het curriculum Industriële Automatisering nog niet geheel afgerond. In de loop van het cursusjaar 1999-2000 zullen er hieromtrent nadere mededelingen verschijnen.

De afstudeervariant Industriële Automatisering richt zich op de verschillende aspecten van het automatiseren van industriële productieprocessen. Het is een multidisciplinair programma waarin natuurkunde, electrotechniek, wiskunde, (technische) informatica, werktuigbouwkunde en bedrijfswetenschappen worden gecombineerd, speciaal gericht op het ontwerp, de organisatie en het management van industriële productieprocessen. Een belangrijk element in de opleiding is de samenwerking met de opleiding Mechatronica aan de Universiteit van Bremen. In de latere studiejaren wordt een intensieve uitwisseling van studenten tussen Groningen en Bremen voorzien. Ook zal er worden samengewerkt met de Faculteit Werktuigbouwkunde van de Hanzehogeschool te Groningen.

Het ligt in de bedoeling dat studenten die een (eventueel enigszins aangepaste) propedeuse hebben behaald in de opleidingen wiskunde, informatica of (technische) natuurkunde in hun tweede studiejaar met de variant Industriële Automatisering kunnen beginnen.

Voor nadere informatie over de stand van zaken kan men contact opnemen met prof.dr.ir. H.W. Hoogstraten (Technische Mechanica) of prof.dr.ir. L. Spaanenburg (Technische Informatica).

## 10.8 Overgangsregeling

### Algemeen

Het curriculum wordt ieder jaar vastgesteld. Als het nieuwe curriculum verschilt van het tot dan toe geldende curriculum wordt een overgangsregeling gemaakt voor die studenten die het oude curriculum niet hebben voltooid. Voor het geval de overgangsregeling ontoereikend is, dient men zo spoedig mogelijk contact op te nemen met de studieadviseur (J.H. Jongejan, zie § 16.5).

<sup>0</sup>Zie Studiegids Faculteit Bedrijfskunde

## 10.9 Informatica of Technische Informatica studeren met een HBO-diploma

### Inleiding

Voor studenten in het bezit van een HIO-diploma (Hogere Informatica Opleiding) biedt de RuG de gelegenheid om in twee jaar een doctoraalexamen Informatica of Technische Informatica te halen. Voor studenten HTS-Electrotechniek biedt de RuG de gelegenheid om na het behalen van het HTS-diploma in circa  $2\frac{1}{2}$  jaar een doctoraalexamen Technische Informatica te halen. Studenten die hiervan gebruik willen maken vallen in één van de hierna beschreven regelingen, gebaseerd op de Wet op het Hoger onderwijs en Wetenschappelijk onderzoek (WHW). In het kader van deze regelingen wordt de student op grond van het HIO- of HTS-Electrotechniek diploma vrijgesteld voor een deel van het reguliere curriculum Informatica of Technische Informatica (zie 2.3).

Studenten die op grond van een HIO- of HTS-Electrotechniek opleiding toegang vragen tot de Informatica danwel Technische Informatica opleiding dienen zich voor aanvang te wenden tot de studieadviseur (J.H. Jongejan, zie § 16.5). Hun wordt in ieder geval geadviseerd deel te nemen aan de introductieweek van het eerste jaar en buiten mededinging naar studiepunten aan het vak Inleiding Computergebruik. Dit vak maakt je vertrouwd met de computers, het operating systeem en de software zoals die bij practica gebruikt worden.

### Informatica studeren met een HIO-diploma

Voor studenten in het bezit van een HIO-diploma die Informatica willen studeren geldt de volgende regeling:

1. Studenten Informatica met het HIO-diploma krijgen vrijstellingen voor alle onderdelen van de propedeuse behalve voor Wiskunde 2 voor Informatici (4 sp.). Voor het volgen van dit vak kunnen zij zich, als ze dat willen, al tijdens het laatste jaar van hun HIO-opleiding als bijvakstudent inschrijven. Als ze voor dit vak geslaagd zijn (en het HIO-diploma hebben behaald) wordt hun de propedeuse Informatica toegekend.
2. Voor de verkorte opleiding Informatica volgen de studenten in de doctoraal-fase (officieel in de WHW de “post-propedeutische” fase geheten) een inhaalprogramma bestaande uit de volgende onderdelen:

Algoritmen en Datastructuren

4 sp.

Signalen & Systemen	4 sp.
Talen en Automaten	4 sp.
Datacommunicatie en Netwerken	4 sp.
Architectuur en Programmeren van Parallele en High Performance Systemen	4 sp.
Vertalerbouw 1	4 sp.
Programmacorrectheid	3 sp.
 Totaal	 27 sp.

3. Vervolgens kiezen de studenten voor een afstudeerrichting, zoals beschreven voor de reguliere Informatica studenten elders in deze gids (zie pag. 10.7). De daarin opgenomen vrije keuzeruimte is voor HIO doorstromers 10 sp. kleiner in omvang. De student wordt aangeraden zijn doctoraalprogramma samen te stellen in nauw overleg met de afstudeerdocent(en).

Afstudeer-richting	Verplichte vakken	Gestuurde keuze	Vrije keuze	Afstudeerwerk	Totaal
Fundamentele Informatica	13 sp.	14 sp.	6 sp.	20 sp.	53 sp.
Systeemprogrammatuur	10 sp.	9 sp.	10 sp.	24 sp.	53 sp.
Scientific Computing and Imaging	10 sp.	14 sp.	1-9 sp.	20-28 sp.	53 sp.

Voor de beschrijving van de onderdelen zie § 10.5.2.

4. Het gehele doorstroom programma Informatica bestaat uit  $4 + 27 + 53 = 84$  studiepunten; dit komt overeen met een belasting van twee jaren studeren. Omdat volgens de HW een doctoraalprogramma  $3 \times 42 = 126$  studiepunten moet omvatten, krijgen doorstromers op basis van hun HIO-diploma een pro forma vrijstelling van 46 studiepunten voor een aantal onderdelen die niet in hun doctoraalprogramma zijn opgenomen. Deze vrijstelling wordt pas toegekend als het totale doctoraalprogramma van 80 studiepunten is afgerond. In totaal levert dit een doctoraalprogramma op van  $4 + 38 + 27 + 53 + 46 = 168$  studiepunten met 38 punten vrijstelling in de propedeutische fase en 46 punten vrijstelling in de doctoraalfase.

### Technische Informatica studeren met een HIO-diploma

Studenten in het bezit van een HIO-diploma die Technische Informatica willen studeren volgen in de doctoraalfase een soortgelijk programma als hiervoor vermeld, dat echter is aangepast aan het curriculum Technische Informatica:

1. Studenten Technische Informatica met het HIO-diploma krijgen vrijstellingen voor alle onderdelen van de propedeuse Informatica behalve voor Wiskunde 2 voor Informatici (4 sp.).
2. Voor de verkorte opleiding Technische Informatica volgen de studenten in de doctoraalfase een inhaalprogramma bestaande uit de volgende onderdelen:

Algoritmen en Datastructuren	4 sp.
Signalen & Systemen	4 sp.
Talen en Automaten	4 sp.
Datacommunicatie en Netwerken	4 sp.
Vertalerbouw 1	4 sp.
Technische AI	4 sp.
Totaal	23 sp.

3. Vervolgens kiezen de studenten voor een afstudeerrichting, zoals beschreven voor de reguliere Technische Informatica studenten elders in deze gids (zie § 10.7). De daarin opgenomen vrije keuzeruimte geldt echter niet voor HIO doorstromers. De student wordt aangeraden zijn doctoraalprogramma samen te stellen in nauw overleg met de afstudeerdocent(en).

Afstudeer-richting	Verplichte vakken	Gestuurde keuze	Vrije keuze	Afstudeerwerk	Totaal
Systeemarchitectuur	13 sp.	15 sp.	3 sp.	26 sp.	57 sp.
Computational Intelligence and Intelligent Systems	13 sp.	15 sp.	3 sp.	26 sp.	57 sp.

Voor de beschrijving van de onderdelen zie § 10.5.2.

4. Het gehele doorstroom programma Technische Informatica bestaat uit  $4 + 23 + 57 = 84$  studiepunten; dit komt overeen met een belasting van twee jaren studeren. Omdat volgens de WHW een doctoraalprogramma  $3 \times 42 = 126$  studiepunten moet omvatten, krijgen doorstromers op basis van hun HIO-diploma een pro forma vrijstelling 46 studiepunten voor een aantal onderdelen die niet in hun doctoraalprogramma zijn opgenomen. Deze vrijstelling wordt pas toegekend als het totale doctoraalprogramma van 80 studiepunten is afgerond. In totaal levert dit een doctoraalprogramma op van  $4 + 38 + 23 + 57 + 46 = 168$  studiepunten met 38 punten vrijstelling in de propedeutische fase en 46 punten vrijstelling in de doctoraalfase.

### Technische Informatica studeren met een HTS-diploma Electrotechniek

Voor studenten HTS-Electrotechniek biedt de RuG de gelegenheid om na het behalen van het HTS-diploma in circa  $2\frac{1}{2}$  jaar een doctoraalexamen Technische Informatica te halen. De invulling van het doctoraalprogramma gebeurt op individuele basis, in overleg met de examencommissie. Nadere informatie is te verkrijgen bij de studieadviseur (J.H. Jongejan, zie § 16.5).

Een *voorbeeld* van een goedgekeurd programma voor studenten met belangstelling voor de combinatie techniek/informatica staat hieronder uitgewerkt. Dit verkorte programma heeft een omvang van  $2\frac{1}{2}$  jaar. De student HTS-Electrotechniek heeft na afloop van dit programma een gecombineerde techniek/informatica kennis.

Als voorbereiding op deze verkorte opleiding verdient het aanbeveling in het vierde jaar van de HTS-opleiding in Groningen een aantal specifieke keuzevakken te doen.

Het programma luidt als volgt:

1. Studenten krijgen vrijstelling voor alle onderdelen van de propedeuse Informatica, met uitzondering van de volgende vakken met een totale omvang van 8 sp.:

Programmeren II 8 sp.

Zo mogelijk kan dit vak reeds in het laatste jaar van de HTS-opleiding worden gelopen.

Studenten die voor dit vak zijn geslaagd (en in het bezit zijn van het diploma HTS-Electrotechniek) wordt de propedeuse Informatica toegekend.

2. Voor de verkorte opleiding Technische Informatica volgen de studenten in de doctoraalfase een inhaalprogramma bestaande uit de volgende onderdelen:

Object Geori"enteerd Programmeren	3 sp.
Operating Systems	3 sp.
Functioneel Programmeren	3 sp.
Talen en Automaten	4 sp.
Logisch Programmeren	3 sp.
Technische AI	4 sp.
Softwareproject	4 sp.
Vertalerbouw 1	4 sp.
Practicum Vertalerbouw	2 sp.
Databases	4 sp.
Software Engineering	3 sp.

Totaal 36 sp.

3. Vervolgens kiezen de studenten voor een afstudeerrichting, zoals beschreven voor de reguliere Technische Informatica studenten elders in deze gids (zie § 10.7). De daarin opgenomen vrije keuzeruimte geldt slechts gedeeltelijk voor HTS doorstromers. De student wordt aangeraden zijn doctoraalprogramma samen te stellen in nauw overleg met de afstudeerdocent(en).

Afstudeer- richting	Verplichte vakken	Gestuurde keuze	Vrije keuze	Afstudeer- werk	Totaal
Systeemarchitectuur	13 sp.	15 sp.	7 sp.	26 sp.	61 sp.
Computational Intelligence and Intelligent Systems	13 sp.	15 sp.	7 sp.	26 sp.	61 sp.

4. Het gehele doorstroom programma Technische Informatica bestaat uit  $8 + 36 + 61 = 105$  studiepunten; dit komt overeen met een belasting van  $2\frac{1}{2}$  jaar studeren. Omdat volgens de WHW een doctoraalprogramma  $3 \times 42 = 126$  studiepunten moet omvatten, krijgen doorstromers op basis van hun diploma HTS Electrotechniek een pro forma vrijstelling van 29 studiepunten voor een aantal onderdelen dat niet in hun doctoraalprogramma is opgenomen. Deze vrijstelling wordt pas toegekend als het totale doctoraalprogramma als hierboven beschreven is afgerond.

In totaal levert dit een doctoraalprogramma op van  $8 + 34 + 36 + 61 + 29 = 168$  studiepunten met 34 punten vrijstelling in de propedeutische fase en 29 punten vrijstelling in de doctoraalfase.



## *Overige mogelijkheden met een propedeuse Informatica*

### **11.1 Bovenbouwstudie Technische Cognitiewetenschap**

Technische Cognitiewetenschap is een interfacultaire bovenbouwstudierichting aan de Rijksuniversiteit Groningen. Een bovenbouwstudie bestaat uit een driejarig programma dat voortbouwt op een propedeuse van een andere, verwante studie. Er zijn vier propedeuses die automatisch toegang verlenen tot Technische Cognitiewetenschap, namelijk psychologie, filosofie, natuurkunde en informatica. Vanwege het interfacultaire karakter van de studie valt Technische Cognitiewetenschap onder vier faculteiten: Letteren, PPSW, Wiskunde en Natuurwetenschappen en Wijsbegeerte. Van deze faculteiten is de faculteit PPSW de penvoerende faculteit. Technische Cognitiewetenschap kun je alleen in Groningen studeren.

#### **Thematiek**

Technische Cognitiewetenschap (TCW) is een technische studierichting waarin de mens centraal staat. Cognitiewetenschappers bestuderen menselijke intelligentie en het menselijk denken. Binnen de studie TCW wordt deze cognitiewetenschappelijke kennis gecombineerd met technische kennis en vaardigheden. Hierdoor is het mogelijk om hoogwaardige toepassingen te ontwerpen die voldoen aan de eisen die aan een intelligent en gebruikersvriendelijk systeem worden gesteld. Bij deze toepassingen kun je denken aan expertsystemen die bijvoorbeeld een arts kunnen helpen ziektes te diagnostiseren, aan dialoogsystemen waarmee je kunt communiceren in gesproken taal, aan robots die kunnen leren en zich daardoor kunnen aanpassen aan hun omgeving en aan gebruikersvriendelijke computerprogramma's die ook door leken, of zelfs door absolute computeranalfabeten, kunnen worden gebruikt. Afgestudeerde TCW-ers komen terecht in functies waar natuurwetenschappelijke of technische kennis alln tekort schiet, bijvoorbeeld bij Research & Development afdelingen in het bedrijfsleven.

## **Toegangseisen**

Om vanuit informatica toegelaten te kunnen worden tot de bovenbouwstudie Technische Cognitiewetenschap, dient een aangepaste propedeuse informatica gevolgd te worden. Voor deze studie moet je behalve affiniteit met techniek en computers ook belangstelling hebben voor de mens.

## **Aangepaste propedeuse**

Een aangepaste propedeuse informatica houdt in dat voor 4 studiepunten aan verplichte onderdelen uit de reguliere propedeuse informatica vervangen mogen worden door Inleiding cognitiewetenschap (4 studiepunten); deze onderdelen zijn Wiskunde II, deel 2 (2 sp.) en het project Programmeren (2 sp.). Deze regeling is niet toepasbaar op HBO doorstroomprogramma's. Het is ook mogelijk om met een aangepaste propedeuse informatica door te gaan met informatica of technische informatica. In dat geval moeten de vervangen onderdelen uit de propedeuse alsnog aan het doctoraalprogramma worden toegevoegd. Indien mogelijk worden deze studiepunten verrekend met de vrije keuzeruimte.

## **Studieprogramma Technische Cognitiewetenschap**

Het studieprogramma van Technische Cognitiewetenschap wordt beschreven in de studiegids Technische Cognitiewetenschap. Deze studiegids is gratis verkrijgbaar bij het secretariaat van Technische Cognitiewetenschap, kamer 239 van het Heymansgebouw of tel. 363 6577.

## **Bijvak**

Het is ook mogelijk om een bijvak Technische Cognitiewetenschap te doen. Voor informatie over tijden en plaatsen van colleges, en om je in te schrijven voor TCW-colleges, kun je terecht bij het secretariaat van Technische Cognitiewetenschap. Voor informatie over bijvakmogelijkheden kun je contact opnemen met de studieadviseur van TCW, E. Stiekema, tel. 363 6404.

## *Aanvullende opleidingen en overige post-doctorale activiteiten*

### 12.1 Lerarenopleiding

Zie § 8.2

### 12.2 Studiegroepen

Studiegroepen zijn activiteiten waaraan een geïnteresseerde student vrijwillig kan deelnemen maar waaraan geen beoordelingscriteria en studiepunten zijn verbonden. Voorheen werden deze studiegroepen ook wel met de naam werkgroep aangeduid.

#### **Studiegroep Formele Aspecten van Programma-ontwerp**

Dit is een studiegroep voor gevorderde studenten en staffeden. We lezen in deze groep stukken over diverse onderwerpen uit de informatica die met formele methoden aangepakt kunnen worden. Het gaat om artikelen uit de vakliteratuur en werkstukken van deelnemers. Het doel is precies te begrijpen waar het in het stuk om gaat, en een optimale presentatie daarvoor te vinden.

De onderwerpen en bronnen variëren: we hebben stukken gelezen uit ACM TOPLAS, Formal Aspects of Computing, Distributed Computing; stukken over Unity, gedistribueerde programma's, vertragingsongevoelige circuits, process algebras, enz.

Deelname vergt weinig voorbereiding, maar wel inzet ter plekke en een redelijk trouwe opkomst. Deelname is een goede voorbereiding voor of ondersteuning van afstudeerwerk. Het is ook een goede manier om wetenschappelijke literatuur te leren lezen (of schrijven). De bijeenkomsten zijn wekelijks gedurende het hele jaar. Voor belangstellenden is er altijd op vrij korte termijn een goed moment te vinden om mee te gaan doen. Nadere inlichtingen zijn te verkrijgen bij W.H. Hesselink.

#### **Studiegroep Bijzondere Onderwerpen, Neurale Netten**

Neurale netten zijn in de belangstelling gekomen door de mogelijkheid hiermee naar biologische voorbeelden intelligent handelen te introduceren in technische systemen.

Een aantal intuïtieve ontwikkelingsmethoden zijn in gebruik gekomen, maar de mathematische grondslagen zijn in mindere mate blootgelegd. In de studiegroep zal de literatuur bestudeerd en in een multi-disciplinair verband aan de tand gevoeld worden. De studiegroep staat open voor vergevorderde doctoraalstudenten (Technische) Informatica en Wiskunde. Nadere inlichtingen zijn te verkrijgen bij J.A.G. Nijhuis, tel. 3637125, email: [jos@cs.rug.nl](mailto:jos@cs.rug.nl).

## 12.3 Onderzoekschool Logica

De Onderzoeksschool Logica OzsL (Dutch Graduate School in Logic) komt voort uit de lange logica traditie die Nederland kent, beginnend met de wiskundige Brouwer en de logicus Beth. De school is georganiseerd in drie clusters: Logica en Informatica, Logica en Taalkunde en Mathematische Logica. De vakgroep Informatica participeert in het cluster Logica en Informatica.

De OzsL biedt een breed programma van post-doctoraal onderwijs aan. Daarnaast wordt onder de vlag van OzsL een reeks colloquia georganiseerd, die alle worden aangekondigd in de elektronische nieuwsbrief Colibri. Voor het programma van OzsL en algemene informatie over OzsL kan men zich wenden tot prof.dr. G.R. Renardel de Lavalette (Informatica, RUG) of dr. Peter Blok (secretaris OzsL, e-mail: [ozsl@wins.uva.nl](mailto:ozsl@wins.uva.nl)). Zie ook URL: <http://www.ozsl.uva.nl/lin/>

## 12.4 Onderzoekschool BCN

De Groningse onderzoeksschool BCN (Behavioral and Cognitive Neurosciences) is een samenwerkingsverband van de Faculteiten W&N, PPSW, Geneeskunde, Letteren en Wijsbegeerte. BCN bundelt onderzoek op uiteenlopende gebieden als biofysica, neurofysiologie, psychiatrie, psychologie, taalkunde, cognitiewetenschap en informatica. De ambitie van BCN is bij uitstek interdisciplinair, gericht op het onderzoek naar alle aspecten van de werking van het brein. De inbreng van Informatica bevindt zich in het Themagebied Cognitive Architectures and -engineering.

BCN verzorgt een tweede-fase-programma voor AIO's en OIO's, o.a. bestaande uit een jaarlijkse *Summer School*. Aan de *Summer School* kunnen ook gevorderde studenten deelnemen. Ook veel van de andere BCN-activiteiten, zoals seminaria en themadagen, zijn vrij toegankelijk voor alle belangstellenden. Zie de aankondigingen in de UK. Het BCN publiceert een Nieuwsbrief, een Informatiegids, een boekje met de lopende promotieprojecten en een Opleidingsgids. Voor nadere informatie: BCN-bureau, Nijenborgh 4, tel. 3634734, email: [bureau@bcn.rug.nl](mailto:bureau@bcn.rug.nl), WWW: <http://www.bcn.rug.nl>.

## 12.5 Onderzoekschool ASCI

ASCI (Advanced School for Computing and Imaging) is een door de KNAW erkende, landelijke onderzoekschool op het gebied van computersystemen en beeldsystemen. Het thema computersystemen is gericht op onderzoek naar met name parallelle-, gedistribueerde- en embedded computersystemen. Het thema beeldsystemen concentreert zich op de analyse en synthese van beelden.

In het onderzoek van de school neemt de integratie van alle lagen waaruit computersystemen zijn opgebouwd een belangrijke plaats in (totale systemen), inclusief de verwerking van sensor data en de mens-machine-interactie. Een aantal toepassingsgebieden, zoals computational science, vragen om 'high performance' computersystemen, en weer andere om 'real-time' verwerking. Het aan ASCI verbonden opleidingsinstituut voorziet in een 'graduate program' op het onderzoeksterrein voor de opleiding van topkader.

Contactpersonen: Dr.ir. J.F.M. Tonino (J.F.M.Tonino@cs.tudelft.nl) en Prof.dr. N. Petkov (N.Petkov@cs.rug.nl)

## 12.6 Post Academisch Onderwijs in de Informatica (PAO)

Het PAO-Informatica is een samenwerkingsverband van de universiteiten en beroepsorganisaties op het terrein van de informatica. Doel is het organiseren van postacademische cursussen voor professionele informatici en automatiseringsdeskundigen veelal met een vooropleiding op HBO- of universitair niveau. In de cursussen worden de nieuwste inzichten uit het vakgebied belicht, daarnaast worden cursussen over bedrijfskundige onderwerpen aangeboden, afgestemd op de werksituatie van de doelgroep. Actuele informatie over het cursusaanbod wordt verspreid via het adressenbestand.

Inlichtingen bij het secretariaat :

PAO-Informatica

Oostenburgervoorstraat 128

1018 MR Amsterdam

tel.: 020 – 623 30 94

fax : 020 –625 24 78

e-mail: email: [info@pao-informatica.nl](mailto:info@pao-informatica.nl)

WWW: <http://www.pao-informatica.nl>

## 12.7 Onderzoekschool IPA

IPA staat voor Instituut voor Programmatuurkunde en Algoritmiek en is een non-profit samenwerkingsverband tussen zeven universiteiten en één onderzoeksinstituut.

Het IPA is een door de KNAW erkende onderzoekschool, die zich bezighoudt met onderzoek naar de mogelijkheden om de betrouwbaarheid, prestatie, snelheid en flexibiliteit van software te verbeteren. Dit onderzoek is nodig omdat computersystemen steeds complexer worden waardoor ze moeilijker te beheersen zijn. Ook moeten systemen voorbereid zijn op integratie met andere systemen en worden er aan software steeds hogere eisen gesteld.

Het belangrijkste doel van het IPA is het opleiden van zelfstandige wetenschappelijke onderzoekers in de programmatuurkunde en de algoritmiëk. Om dit doel te bereiken biedt het IPA een opleiding van hoog niveau. Het opleidingsprogramma kent de volgende onderdelen: IPA-dagen (elk halfjaar), zomerscholen, cursussen, werkgroepen, “feedbacks”, en tenslotte uiteraard de individuele promotiebegeleiding.

Voor het programma van het IPA kan men zich wenden tot prof.dr. W.H. Hesselink of prof.dr.ir. L. Spaanenburg (beide Informatica, RUG), of tot de IPA beleidsmedewerker Tijn Borghuis ([tijn@win.tue.nl](mailto:tijn@win.tue.nl)).

Het IPA werkt internationaal in het European Educational Forum, b.v. bij de organisatie van conferenties samen met zusterorganisaties als BRICS (Denemarken) en TUCS (Finland).

## 12.8 Computational Science

### Inleiding

Binnen industrie en wetenschap neemt het gebruik van computersimulatie een steeds grotere vlucht: het wordt meer en meer ingezet bij het ontwerpen van industriële producten, bij het geautomatiseerd verwerken van grote hoeveelheden data en bij het onderzoeken van natuurwetenschappelijke verschijnselen, om enkele voorbeelden te noemen. Genoemde werkerterreinen bezitten een sterk interdisciplinair karakter, waar naast kennis van de specifieke industriële of wetenschappelijke toepassing, ook vaardigheden zijn vereist op het gebied van wiskunde (modellering, algoritmes) en informatica (programmeren, visualisatie).

Het studieprogramma Computational Science beoogt een uitgebalanceerde voorbereiding te vormen op de hierboven geschetste ‘brede’ beroepspraktijk. Het integreert hiertoe leerstof vanuit de genoemde specialismes, en levert aldus meerwaarde boven een traditionele monodisciplinaire opleiding. Hiermee vergroot het volgen van het programma Computational Science het perspectief op de industriële arbeidsmarkt, en is het evenzeer geschikt als voorbereiding op een wetenschappelijke werkkring als AIO of onderzoeker.

Het programma CS is een gezamenlijke inspanning van alle afdelingen binnen de Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen (Wiskunde, Informatica, Sterrenkunde, Natuurkunde, Scheikunde, Biologie, Farmacie en het Centrum voor High Performance Computing) en wordt aangeboden aan studenten van de Faculteit W&N ter verbreding van hun studie. Het kan worden gevolgd tijdens of direct aansluitend

op de doctoraalopleiding. Heeft men het programma met succes doorlopen dan verkrijgt men een getuigschrift.

## **Studieprogramma Computational Science**

Belangrijk in Computational Science is het modelleren van het vakspecifieke probleem en vervolgens het uitvoeren van simulaties met behulp van dat model op krachtige rekenfaciliteiten. Het is duidelijk dat daarvoor kennis vereist is over het eigen vakgebied, over het modelleren, over het programmeren in wisselwerking met de architectuur van krachtige rekenapparatuur, over numerieke algoritmen en over de interpretatie, statistiek en visualisatie van de resultaten. Hieruit voortvloeiend bestaat het programma uit

- Basiskennis Wiskunde, Informatica en Natuurkunde. Deze basiskennis is bij de student aanwezig of wordt verworven.
- Kern Computational Science waarvan de colleges door allen worden gevolgd en waarin opgenomen Numerieke Wiskunde, Programmeren en Architectuur van geavanceerde computersystemen, Algoritmen, Toepassingen en Visualisatie, alsook een Opdracht.
- Specialisatie Computational Science waarvan de inhoud afhangt van de wensen en interesses van de student. De op de volgende pagina genoemde lijst met onderwerpen kan worden uitgebreid met (bestaande) colleges uit de participerende afdelingen.
- Onderzoeksopdracht/stage.

## **Programma- en Examencommissie**

Er is een Programmacommissie bestaande uit hoogleraren van de faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen die bij Computational Science sterk betrokken zijn: Prof. Dr. H.J.C. Berendsen (Chemie), Prof. Dr. N. Petkov (Informatica), Prof. Dr. H. de Raedt (Natuurkunde) en Prof. Dr. A.E.P. Veldman (Wiskunde). Dr. R. de Bruin (HPC) is secretaris van de Commissie. De Programmacommissie stelt de inhoud van het programma samen en treedt tegelijkertijd als Examencommissie op. De Programmacommissie stelt voor elke student in samenspraak met hem/haar en zijn/haar afstudeerdocent het studieprogramma vast. Tevens kan de Programmacommissie met de student en zijn/haar afstudeerdocent een afwijkende regeling treffen indien gewenst (de zwaarte en de inhoud van de opleiding blijven daarbij vanzelfsprekend behouden). De Programmacommissie valt direct onder verantwoordelijkheid van de Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen.

**Onderdelen van het studieprogramma Computational Science**

Basiskennis	
WiskundevakkenG/Natuurkundevakken	
Inleiding Numerieke Wiskunde	4 sp
Programmeren A voor Wiskunde	2 sp
Voortgezet Programmeren voor Wiskunde en Natuurkunde	4 sp
Kern Computational Science	
Numerieke Wiskunde	4 sp
Architectuur en Programmeren van Parallele en High Performance Systemen	4 sp
Inleiding Computational Science of Computational Physics	3–4 sp
Wetenschappelijke Visualisatie	3 sp
Presentatie onderzoeksopdracht	2 sp
Specialisatie Computational Science: 6-8 sp te kiezen uit	
Hiërarchische Modelvorming (deeltjes-continuüm)	3 sp
Computational Statistics	3 sp
Computational Physics (Monte Carlo)	4 sp
Eindige-Elementenmethoden	4 sp
Numerieke Stromingsleer	4 sp
Wiskunde in de Fysische Chemie	3 sp
Caput Wiskunde	2 sp
Farmaco-kinetiek	2 sp
Computersystemen in de Sterrenkunde	2 sp
Onderzoeksopdracht	
Onderzoeksopdracht Computational Science	12 sp

Bij de “Wiskundevakken/Natuurkundevakken” onder Basiskennis gaat het om de vakken die de gebieden Analyse, Lineaire Algebra, Waarschijnlijkheidsrekening, Elementaire Natuurkunde en Mechanica dekken. Er wordt een niveau verondersteld dat gebruikelijk is bij de universitaire opleidingen Wiskunde, Natuurkunde, Scheikunde en Informatica (in totaal 30 sp). Voor Scheikundestudenten is Wiskunde-B vereist. Tevens is voor Informaticastudenten Fysische Systemen verplicht.

De onderzoeksopdracht heeft een gewicht van minstens 12 studiepunten. Voor deze opdracht kan de afstudeeropdracht worden gebruikt mits deze een minstens 12 punten wegende computational science component bevat.

Meer informatie op internetpagina [http://rc.service.rug.nl/~rdb/inhoud\\_cs.html](http://rc.service.rug.nl/~rdb/inhoud_cs.html)  
Heeft u vragen? Of wilt u zich voor dit studieprogramma opgeven neem dan contact op met R.de.Bruin@rc.rug.nl (telefoon 050-3633377).

Deel V  
Algemeen



## Inhoudsbeschrijving studieonderdelen

### 13.1 Overzicht van de studieonderdelen

De opsomming van de verschillende reguliere wiskunde vakken heeft betrekking op het aanbod in 1999–2000. Caput wiskunde vakken worden voor het begin van het jaar bekend gemaakt. het aanbod in het jaar 2000-2001 is nog niet te voorspellen.

De betekenis van de letters in de kolom doelgroep is als volgt:

- H : bestemd voor HIO en HTS-E doorstromers
- I : bestemd voor Informatica-studenten
- M: M.R.I. Masterclass (zie § 8.1)
- W: bestemd voor Wiskunde-studenten
- V : bestemd voor studenten Vrije Studierichting Statistiek
- S : Speciaal bestemd of ook geschikt voor andere dan W & I studenten

M						
pg.	vak	sp.	doelgroep	trim.	99–00	00–01
121	160 Uurs Opdracht	4	I34	gehele jaar	✓	✓
121	Algebra 2a	2	W2	1 <sup>e</sup>	✓	✓
121	Algebra 2b	2	W2	3 <sup>e</sup>	✓	✓
122	Algebra en Meetkunde	4	W34	2 <sup>e</sup>	✓	✓
122	Algoritmen en Datastructu- ren	4	H1 I2	1 <sup>e</sup>	✓	✓
123	Analyse 5	4	W34	1 <sup>e</sup>	✓	✓
123	Analyse B	4	W2	1 <sup>e</sup>	✓	✓
123	Architectuur en Programme- ren van Parallele en High Performance Systemen	4	H1 I2 S34 W34	2 <sup>e</sup>	✓	✓
124	Basiscursus Lerarenopleiding Wiskunde	12	W4	2 <sup>e</sup> en 3 <sup>e</sup>	✓	✓
124	Beeldbewerking	3	I34	1 <sup>e</sup>	✓	niet

*vervolg op volgende bladzijde*

pg.	vak	sp.	doelgroep	trim.	99–00	00–01
124	Calculus op Oppervlakken	4	W34	2 <sup>e</sup>	✓	✓
125	Caput Logica	3	I34	2 <sup>e</sup>	✓	niet
126	Caput Technische Informatica	3	I3	3 <sup>e</sup>	✓	✓
126	Caput Theoretische Informatica	3	I34	1 <sup>e</sup>	niet	✓
126	Computational Statistics	3	W34	2 <sup>e</sup>	niet	✓
127	Computer Graphics	3	I34 S34	2 <sup>e</sup>	✓	niet
127	Computer Vision	3	I34 S3 W34	2 <sup>e</sup>	niet	✓
188	Computerarchitectuur	3	S234	1 <sup>e</sup>	✓	✓
127	Concurrency	3	I34	1 <sup>e</sup>	✓	✓
128	Databases	4	H1 I3 S2	2 <sup>e</sup>	✓	✓
128	Datacommunicatie en Netwerken	4	H1 I2	3 <sup>e</sup>	✓	✓
129	Discrete Structuren	3	H1 I1	2 <sup>e</sup>	✓	✓
129	Distributietheorie	4	W34	3 <sup>e</sup>	✓	✓
130	Dynamische Systemen	4	W34	1 <sup>e</sup>	✓	✓
130	Eindige-Elementenmethoden	4	W34	2 <sup>e</sup>	niet	✓
131	Embedded Systems	3	I34	2 <sup>e</sup>	o.v.b.	✓
131	Feedback Control	4	I3 W34	3 <sup>e</sup>	✓	✓
171	Filosofie van de Natuurwetenschappen	2	W34	2 <sup>e</sup>	✓	✓
131	Financiële Wiskunde	4	S34 W34	3 <sup>e</sup>	✓	niet
1)	Flexibele Productie-Automatisering	3	I3	3 <sup>e</sup>	✓	✓
132	Functietheorie 1	4	W2	2 <sup>e</sup>	✓	✓
132	Functioneel Programmeren	3	I2	3 <sup>e</sup>	✓	✓
133	Fuzzy Logic	4	I34	1 <sup>e</sup>	✓	✓
178	Fysische Systemen	4	I34	3 <sup>e</sup>	✓	✓
133	Geavanceerde Algoritmen	4	I3	2 <sup>e</sup>	✓	✓
134	Geschiedenis van de Wiskunde	4	I34 W34	1 <sup>e</sup>	✓	✓
134	Gewone Differentiaalvergelijkingen	4	S34 W2	2 <sup>e</sup>	✓	✓
135	Grenslaagstromingen	4	W4	2 <sup>e</sup>	✓	✓
135	IT-Beroepspraktijk	2	I34 W34	3 <sup>e</sup>	✓	✓
172	Informatica en Ethiek	2	I34	2 <sup>e</sup>	✓	✓
172	Informatica en Samenleving	2	I34	3 <sup>e</sup>	✓	✓
176	Inleiding Cognitiewetenschap	7	S1	3 <sup>e</sup>	✓	✓
136	Inleiding Computational Science	3	I34 S34 W34	3 <sup>e</sup>	✓	✓

vervolg op volgende bladzijde

pg.	vak	sp.	doelgroep	trim.	99–00	00–01
136	Inleiding Computergebruik	2	I1 W1	1 <sup>e</sup>	✓	✓
188	Inleiding Informatica voor Technische Bedrijfswetenschappen en PPSW	3	S1	3 <sup>e</sup>	✓	✓
137	Inleiding Mathematische Fysica	4	W2	3 <sup>e</sup>	✓	✓
137	Inleiding Numerieke Wiskunde	4	I3 W2	3 <sup>e</sup>	✓	✓
179	Inleiding Ontwikkelingsgeschiedenis der Techniek	2	I34	1 <sup>e</sup>	✓	✓
138	Inleiding Statistiek	4	V2 W2	1 <sup>e</sup>	✓	✓
138	Inleiding Systeemtheorie	4	I34 W2	1 <sup>e</sup>	✓	✓
139	Integraalrekening	4	W2	3 <sup>e</sup>	✓	✓
1)	Kennissystemen	4	I34	1 <sup>e</sup>	✓	✓
140	Krommen en Oppervlakken	4	W1	1 <sup>e</sup>	✓	✓
140	1: Krommen en Beweging					
140	2: Oppervlakken en Velden	4	I1 S1 W1	3 <sup>e</sup>	✓	✓
140	Leren en Onderwijzen van Wiskunde en Informatica 1	4	W34	1 <sup>e</sup>	✓	✓
141	Leren en Onderwijzen van Wiskunde en Informatica 2	4	W34	2 <sup>e</sup>	✓	✓
141	Leren en Onderwijzen van Wiskunde en Informatica 3	4	W34	3 <sup>e</sup>	✓	✓
141	Lineaire Algebra 1	4	S1 W1	2 <sup>e</sup>	✓	✓
142	Lineaire Algebra 2	2	W1	3 <sup>e</sup>	✓	✓
142	Lineaire Analyse 1	4	W34	1 <sup>e</sup>	✓	✓
142	Logisch Programmeren	3	H1 I2	2 <sup>e</sup>	✓	✓
143	Maattheorie en Waarschijnlijkheidsrekening	4	W34	1 <sup>e</sup>	✓	✓
143	Mathematical Models of Systems	4	W34	1 <sup>e</sup>	✓	✓
144	Mathematische Statistiek	4	V2 W34	3 <sup>e</sup>	✓	✓
180	Mechanica voor Wiskundigen	2	W1	2 <sup>e</sup>	✓	✓
144	Mechanische Verificatie	3	I3 W3	3 <sup>e</sup>	✓	✓
145	Meetkundige Problemen	2	W2	2 <sup>e</sup>	✓	✓
145	Neural Networks	4	I34	1 <sup>e</sup>	✓	✓
180	Neuroinformatica	2	I34	2 <sup>e</sup>	✓	✓
145	Numerieke Stromingsleer	4	W34	3 <sup>e</sup>	✓	✓
146	Numerieke Wiskunde	4	I34 S34 W34	1 <sup>e</sup>	✓	✓

*vervolg op volgende bladzijde*

pg.	vak	sp.	doelgroep	trim.	99–00	00–01
147	Object Georiënteerd Programmeren	3	H1 I2	1 <sup>e</sup>	✓	✓
147	Oneindige Processen	2	W1	3 <sup>e</sup>	✓	✓
<sup>1)</sup>	Ontwerpen van Bedrijfskundige Systemen (deel 1)	3	I34	1 <sup>e</sup>	✓	✓
148	Operating Systems	3	H1 I2	1 <sup>e</sup>	✓	✓
148	Operating Systems Laboratorium	3	I2	2 <sup>e</sup>	✓	✓
169	Operationeel Onderzoek I (OR-I)	4	V2	3 <sup>e</sup>	✓	✓
149	Optimalisering van Regelsystemen	4	W34	2 <sup>e</sup>	✓	✓
149	Oriëntatie Informatica	4	I1 S1 W1	1 <sup>e</sup>	✓	✓
150	Oriëntatie Wiskunde	4	I1 S1 W1	1 <sup>e</sup>	✓	✓
150	Partiële Differentiaalvergelijkingen	4	W34	1 <sup>e</sup>	✓	✓
151	Practicum Simulatie en Implementatie	2	I3	3 <sup>e</sup>	niet	✓
151	Practicum Vertalerbouw	2	H1 I3	1 <sup>e</sup>	✓	✓
151	Presentatie van een Wiskundig Onderwerp	2	W34	gehele jaar	✓	✓
152	Programmacorrectheid	3	I2	3 <sup>e</sup>	niet	✓
189	Programmeren A voor Technische Cognitiewetenschap	3	S1	1 <sup>e</sup>	✓	✓
152	Programmeren A voor Wiskunde	2	W1	2 <sup>e</sup>	✓	✓
152	Programmeren I	8	I1	2 <sup>e</sup>	✓	✓
153	Programmeren II	8	I1	3 <sup>e</sup>	✓	✓
153	Project LaTeX/HTML	2	I1	2 <sup>e</sup>	✓	✓
154	Project Meetkunde	2	W1	2 <sup>e</sup>	✓	✓
154	Project Numerieke Wiskunde	2	W1	3 <sup>e</sup>	✓	✓
154	Project Programmeren	2	I1	3 <sup>e</sup>	✓	✓
<sup>1)</sup>	Projectmanagement	3	I3	2 <sup>e</sup>	✓	✓
155	Real-Time Systemen	4	I3	3 <sup>e</sup>	o.v.b.	✓
155	Riemann Surfaces	4	W34	1 <sup>e</sup>	✓	niet
155	Semantiek van Formele Talen	4	I3	3 <sup>e</sup>	✓	✓
180	Signaalanalyse	4	I34	2 <sup>e</sup>	✓	✓
156	Signalen & Systemen	4	H1 I2	1 <sup>e</sup>	✓	✓
156	Simulatie en Implementatie	2	I34	2 <sup>e</sup>	niet	✓
157	Software Engineering	3	H1 I3	3 <sup>e</sup>	✓	✓

*vervolg op volgende bladzijde*

pg.	vak	sp.	doelgroep	trim.	99-00	00-01
157	Softwareproject	4	H1 I2	3 <sup>e</sup>	✓	✓
158	Statistiek voor Beta's	4	S1 W1	2 <sup>e</sup>	✓	✓
158	Statistische Methoden	4	W34	1 <sup>e</sup>	✓	niet
158	Storingsrekening	4	W34	3 <sup>e</sup>	✓	niet
159	Stromingsleer	4	W34	2 <sup>e</sup>	✓	✓
183	Systeemontwikkelingspraktijk	4	I3	3 <sup>e</sup>	✓	✓
183	Systeemontwikkelingstheorie	3	I3	2 <sup>e</sup>	✓	✓
159	System Modelling	3	I3	3 <sup>e</sup>	✓	✓
160	Systolic Parallel Processing	3	I34	1 <sup>e</sup>	niet	✓
160	Talen en Automaten	4	H1 I2	2 <sup>e</sup>	✓	✓
161	Technische AI	4	H1 I2	3 <sup>e</sup>	✓	✓
161	Technology Mapping	3	I34	2 <sup>e</sup>	niet	✓
161	Telematicasystemen	4	I34	2 <sup>e</sup>	✓	✓
162	Toegepast Symbolisch Rekenen	4	I3 W34	2 <sup>e</sup>	✓	niet
163	Vertalerbouw 1	4	H1 I3	1 <sup>e</sup>	✓	✓
163	Vertalerbouw 2	3	I3	3 <sup>e</sup>	niet	✓
163	Voortgezet Programmeren	4	S2 W2	2 <sup>e</sup>	✓	✓
189	Voortgezet Programmeren (serviceonderwijs)	3	S2	1 <sup>e</sup>	✓	✓
164	Voortgezet Programmeren voor Wiskunde en Natuurkunde	4	W1	3 <sup>e</sup>	✓	✓
176	Voortgezette Logica	3	S3	2 <sup>e</sup>	✓	✓
164	Wavelets in Signaal- en Beeldbewerking	3	I3 S34 W34	3 <sup>e</sup>	✓	niet
165	Werkgroep Artificial Intelligence & Evolutionary Computing	2	I34	2 <sup>e</sup>	✓	✓
165	Werkgroep Parallel and High Performance Computers	3	I34	2 <sup>e</sup>	✓	niet
165	Werkgroep Statistische Consultatie	2	W34	gehele jaar	✓	✓
173	Wetenschap in de Samenleving	2	I34 W34	2 <sup>e</sup>	✓	✓
166	Wetenschappelijke Visualisatie	3	I3 S34 W34	1 <sup>e</sup>	✓	✓
173	Wetenschapsethiek	2	I34 W34	3 <sup>e</sup>	✓	✓
174	Wetenschapsfilosofie	2	I34 W34	1 <sup>e</sup>	✓	✓
174	Wetenschapsgeschiedenis	2	I34 W34	2 <sup>e</sup>	✓	✓

*vervolg op volgende bladzijde*

pg.	vak	sp.	doelgroep	trim.	99–00	00–01
167	Wiskunde 1 voor Chemie & Informatica	4	I1	1 <sup>e</sup>	✓	✓
167	Wiskunde 2 voor Informatici	4	I1	3 <sup>e</sup>	✓	✓
175	Wiskunde en Samenleving	2	W34	3 <sup>e</sup>	✓	✓
167	Wiskundige Informatica	3	I34 W34	2 <sup>e</sup>	niet	✓

---

<sup>0</sup>Zie Studiegids Faculteit Bedrijfskunde

## 13.2 Toelichtingen op de studieonderdelen

Als hieronder “Toetsing: Standaard” staat betekent dit dat het eerste tentamen schriftelijk is, en dat op verzoek een mondelinge herkansing mogelijk is.

### **160 Uurs Opdracht** (4 sp., gehele jaar, jaarlijks, IN160)

Docent: onbekend

Inhoud: In het kader van dit practicum dient een project uitgevoerd te worden.

Een project kan deel uitmaken van de onderzoeksactiviteiten van de basiseenheid. Afhankelijk van de omvang van het project kan het individueel of in een groep van twee tot vier studenten uitgevoerd worden. Het project is gericht op zelfstandig werken. In beginsel wordt een project door een docent geformuleerd, die de student(en) in de inwerkfase begeleidt, naar relevante literatuur of overig materiaal verwijst, en verder op het uitvoeren van het project toeziet. De verantwoordelijkheid voor het uitvoeren van het project berust bij de student(en). Dit vergt o.a. een actieve houding ten opzichte van het verwerven van de nodige voorkennis, de ontwikkeling of aanpassing van oplossingsmethoden, de implementatie hiervan en de verslaggeving en de catering. Dit project kan dienen als voorbereiding op het afstudeerwerk.

Werkvorm: Practicum.

Toetsing: Eindopdracht

### **Algebra 2a** (2 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIALG2A)

Docenten: F. Takens en M. van der Put

Voorkennis: Algebra 1.

Inhoud: Ringen: ringhomomorfismen, idealen, nulpunten van polynomen, priemidealen en maximale idealen, hoofdidealen, en misschien iets over euclidische ringen, deelbaarheid, gehele getallen van Gauss, en modulen.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Schriftelijk

Cursusboek: Dictaat Algebra van Van Geemen, Lenstra en Oort.

### **Algebra 2b** (2 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIALG2B)

Docent: onbekend

Voorkennis: Algebra 1 en Algebra 2a

Inhoud: Lichamen: priemlichaam en karakteristiek, enkelvoudige uitbreidingen, eindige en algebraïsche uitbreidingen, eindige lichamen, algebraïsch afgesloten lichamen.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Schriftelijk

Cursusboek: Dictaat Algebra van Van Geemen, Lenstra en Oort.

**Algebra en Meetkunde** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIAM)

Docent: J. Top

Voor kennis: Algebra van de eerste twee jaren.

Inhoud: Dit jaar komen diverse soorten getaltheorie aan de orde. Bijvoorbeeld analytische, waar met behulp van technieken uit de functietheorie eigenschappen van de verzameling van alle priemgetallen worden afgeleid. Daarnaast algebraïsche, waar met behulp van groepen en ringen weer andere zaken over priemgetallen enzomeer aan het licht komen. Tenslotte elementaire, hetgeen wellicht het moeilijkst is: zonder veel theorie, maar met handig combinatorisch bezig zijn komt men hier tot resultaten.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Take home plus mondeling verslag hierover.

Cursusboek: Dictaat.

**Algoritmen en Datastructuren** (3 + 1 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INA&D:96)

Docent: G. Vegter

Inhoud: In het eerste studiejaar is de afleiding van programma's behandeld. Tevens zijn eenvoudige datastructuren zoals arrays, lijsten en binaire bomen behandeld. De nadruk lag daarbij in eerste instantie op de correctheid van de programma's. In dit college wordt deze lijn voortgezet. Aan de orde komen representaties van verzamelingen en daarop gedefiniëerde operaties. Daarbij zal niet alleen aandacht worden besteed aan de correctheid, maar ook aan de efficiëntie van dergelijke datastructuren en de bijbehorende operaties.

Eerst wordt aangegeven hoe binaire bomen kunnen worden gebruikt om geordende verzamelingen te representeren, die veranderen door toevoeging of verwijdering van elementen.

Tevens wordt afgeleid welke binaire bomen de beste zoektijden garanderen. Aangezien dergelijke optimale bomen niet efficiënt zijn bij te werken na invoegen of verwijderen van een element blijkt er behoefte te bestaan aan andere representaties van geordende verzamelingen. Deze komen vervolgens aan de orde (red-black trees).

Ook worden datastructuren behandeld waarop slechts een beperkt aantal typen operaties is toegestaan (priority queue, hash-tabel).

Het arsenaal aan analyse-methoden wordt tenslotte uitgebreid met modellen voor het bepalen van de *amortized complexity* van een algoritme.

Werkvorm: Hoorcollege, werkcollege en practicum.

Toetsing: Anders

Cursusboek: Cormen, Leiserson, Rivest, Introduction to algorithms, MIT Press, 1990 (ca. fl 75,-).

**Analyse 5** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIAN5)

Docent: A. Dijkma

Inhoud: Metrische en topologische ruimten, compacte en samenhangende verzamelingen, continue functies, dekpuntstellingen, lineaire ruimten, de stelling van Stone-Weierstrass, de stelling van Ascoli.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Huiswerk en schriftelijk

Cursusboek: Dictaat Metrische Ruimten van A. Dijkma

**Analyse B** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIAB)

Docent: E.G.F. Thomas

Voorkennis: K&O 1: Krommen en Beweging, K&O 2: Oppervlakken en Velden, Oneindige Processen en Analyse A.

Inhoud: Dit college is er een in het kader van de gevorderde calculus. Daar het een kennismaking betreft wordt niet alles in detail behandeld. Wie dat wil kan het bewijs van de inversefunctie bestuderen, maar dit is geen tentamenstof. De theorie van oppervlakten en integralen berust hierop, evenals dus de stellingen van Gauss en Strokes en deze wordt men geacht toe te kunnen passen.

Functies van meer veranderlijken. Differentiatie en integratie. Impliciete en inverse functiestelling. Oppervlakken. Taylor-reeksen. Extrema. Integraalstellingen van Stokes en Gauss.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Schriftelijk

Cursusboek: E.G.F. Thomas, Dictaten Analyse 3 en 4

J.E. Marsden en A.J. Tromba, Vector Calculus (4<sup>e</sup> druk), Freeman (ca. fl 83,- -).

**Architectuur en Programmeren van Parallele en High Performance Systemen** (3 + 1 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INAPPHPS96)

Docent: N. Petkov

Inhoud: Dit college vormt een inleiding op: architecturen, programmeerparadigma's en andere aspecten van parallele machines. Taxonomie: supercomputers, vector computers, parallel computers, PVP, SMP, networks of workstations, SIMD and MIMD, shared and distributed memory, DSM, NUMA. Geheugen systemen: memory banks, cache. Processor-opbouw: functionele specialisatie, replicatie van functionele eenheden, pipelining, chaining. Theoretische peak prestatie en efficiëntie, benchmarking. Processor-geheugen bandbreedte. Interconnection structures: bus, dynamically reconfigurable switching networks, crossbar switch, regular grids, trees, binary hypercubes. Data-parallel programmeren in Fortran 90 en High Performance Fortran. Message-passing programmeren in MPI. Vectorisation-techniques.

Werkvorm: Hoorcollege, Werkcollege en Practicum

Toetsing: Schriftelijk

Cursusboek: Dictaat

**Basiscursus Lerarenopleiding Wiskunde** (12 sp., 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIBLW-12)

Docent: A. van Streun

Voorkennis: WILO-12

Inhoud: Met de reguliere lerarenopleiding kan voor een deel al in deze predoctorale basiscursus worden begonnen. Studenten, die deze basiscursus hebben gevolgd, krijgen een evenredige vermindering van de studielast van de postdoctorale lerarenopleiding, die elders in deze studiegids in paragraaf 8.2 is beschreven.

De basiscursus bestaat uit colleges (4 uur per week in trimester 2 en 3) met studieopdrachten en een stage in de school, waaronder het zelfstandig uitvoeren van een serie van 10–15 lessen over een bepaald onderwerp.

De toegang tot dit studie-onderdeel staat alleen open voor studenten, die de oriëntatiecursus Leren en Onderwijzen al hebben gevolgd. Het is wenselijk om de basiscursus in het laatste jaar voor het afstuderen te doen, zodat de postdoctorale lerarenopleiding daar direct op aan sluit.

Practicum: stage in de school

Werkvorm: Colleges en stage (schoolpracticum)

Toetsing: Anders

**Beeldbewerking** (2 + 1 sp., 1<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '99/'00, INBB)

Docent: R. Moddemeijer

Voorkennis: Signalen &amp; Systemen en Lineaire Algebra 1.

Inhoud: Bij beeldbewerking manipuleren we natuurlijke beelden; hierbij kunnen we denken aan het verbeteren van of het informatie onttrekken aan beelden. De nadruk zal voornamelijk liggen op lineaire filtering en de frequentiedomein representatie. In het kader van het college zal sterk de nadruk worden gelegd op de overeenkomsten tussen signaal- en beeldbewerking. Naast het hoorcollege zal de student m.b.v. beeldbewerkingssoftware het geleerde in praktijk brengen.

Onderwerpen: beeldrepresentatie, transformaties, beeldverbetering, vergelijking van signaal- en beeldverwerking en beeldanalyse.

Practicum: Wekelijkse college ondersteunende practicumopdrachten.

Werkvorm: Hoorcollege, werkcollege en practicum.

Toetsing: Practicumopdracht

Cursusboek: Dictaat

R.C. Gonzalez en R.E. Woods, Digital Image Processing.

**Calculus op Oppervlakken** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIC00:974)

Docent: H.W. Broer

Inhoud: Een belangrijk deel van de wiskunde en haar toepassingen gebruikt het meetkundige begrip variëteit. Dat geldt voor algebraïsche meetkunde, maar ook voor natuurkundige theoriën zoals de (klassieke en relativistische) mechanica, ijk- of snaartheorie. Voorbeelden van variëteiten kent iedereen in de vorm van

krommen en oppervlakken. Het begrip variëteit vormt hiervan de wiskundige generalisatie in willekeurige dimensie. E'en belangrijke eigenschap van variëteiten is dat ze 'er lokaal uitzien' als  $\mathbb{R}^n$ , en dat je er dus calculus (en analyse) op kunt bedrijven. Op deze manier kun je bijvoorbeeld vectorvelden op oppervlakken beschouwen als generalisatie van stelsels gewone differentiaalvergelijkingen. Dan blijkt opeens dat ook de globale meetkunde (topologie) van het oppervlak belangrijk is: op het boloppervlak bestaat geen vectorveld zonder evenwichtspunten. Om tot een dergelijke uitspraak te komen moeten we kunnen integreren over een variëteit. Het blijkt dat z.g. differentiaalvormen hiervoor natuurlijke integranden zijn. Een centrale rol hierin speelt de Stokes-formule: een generalisatie van de hoofdstelling der integraalrekening. Aldus wordt een zeer rijke meetkundige taal ontwikkeld, die ook allerlei fysische interpretaties toelaat. In feite gaat de historische ontwikkeling van de theorie hand in hand met natuurkunde. Behalve voor de reeds genoemde gebieden uit de theoretische en mathematische fysica is dit college daarom ook uitstekend bruikbaar als achtergrond voor het vak stromingsleer.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Standaard

Cursusboek: Dictaat / Boek: H.W. Broer, Differentiaalvormen en Integraalstellingen, tussen Meetkunde en Fysica. Epsilon Uitgaven, Utrecht.

Opmerking: Eerder was de naam van dit vak: Analyse op Variëteiten. Dit college zal ook het vak 'Meetkunde voor Natuurkundigen' vervangen. Meestal vindt toetsing plaats door een take home tentamen of een individuele opdracht.

### Caput Logica (3 sp., 2<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '99/'00, INCAPLOG95)

Docent: onbekend

Voorkennis: Men dient enige kennis van modale logica te hebben.

Inhoud: Kernbegrippen van de speltheorie; spelen met kansen; preferentierelaties en bruikbaarheidsfuncties; uitbetalen en domineren; Nash equilibria; herhaalde spelen; spontane orde; kennisspelen; spelen met onvolledige informatie.

Werkvorm: Hoorcollege of werkgroep (hangt af van het aantal studenten)

Toetsing: Twee schriftelijke toetsen over delen van de stof (na vier weken en aan het eind), een referaat en een werkstuk.

Literatuur: K. Binmore. *Fun and Games: A Test on Game Theory*. 1992. ISBN 0-669-24603-4

Opmerking: beginitemize

Collegetijden: woensdag van 9.15 uur – 11.00

Plaats: Heymansgebouw, Grote Kruisstraat 2/1, zaal H92

Bijzonderheden: Dit college wordt tevens aangeboden bij TCW

Huishoudelijke Regels: Er wordt verwacht, dat men actief deelneemt aan de colleges. endItemize

**Caput Technische Informatica** (3 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INCTEHNIN)

Docent: L. Spaanenburg

Voorkennis: Zie Technische Informatica

Inhoud: Speciale onderwerpen in de grootschalige toepassing van informatietechnologie. In 1995 zijn behandeld: diverse aspecten in de opbouw en het onderhoud van complexe software systemen en de inpassing van intelligente software alsmede multi-media; diverse toepassingen van intelligente informatie-technologie in de medische sector, zoals voor het ontwerp van prothese en de 3-D beeldinterpretatie. Tenslotte is nog aandacht gegeven aan diverse aspecten van robotica.

Werkvorm: Hoorcollege

Toetsing: Beoordeling scriptie

Cursusboek: Hand-outs

Opmerking: Dit vak komt niet in het rooster voor, maar wordt gegeven ter stagevoorbereiding aan afstudeerders Technische Informatica. Tijden worden in overleg vastgesteld.

**Caput Theoretische Informatica** (3 sp., 1<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '00/'01, INCTI)

Docent: J. Terlouw

Voorkennis: Talen en Automaten en Functioneel Programmeren.

Inhoud: Ongetypeerde Lambda-Calculus, resp. (verschillende vormen van de) Getypeerde Lambda-Calculus. Het gaat niet alleen om theoretische aspecten van deze calculi, maar ook om concrete toepassingen op het gebied van functioneel programmeren (bijv. in samenhang met de taal Gofer). Nadere mededelingen omtrent inhoud en opzet volgen op het eerste college.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Individuele opdrachten, mogelijk ook programmeeropdrachten (mits voldoende aansluitend op de theoretische component van het college). Nader overleg over de invulling is mogelijk.

Literatuur: Wordt nog bekend gemaakt.

**Computational Statistics** (3 sp., 2<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '00/'01, WICS)

Docenten: W. Schaafsma, S. Knypstra en R. de Bruin

Voorkennis: Basiskennis Statistiek, basiskennis computer

Inhoud: Na een kennismaking met S-Plus en NAG worden diverse onderwerpen uit de statistiek aangeroerd en in verband gebracht met de computer. Allereerst onderwerpen waarbij de stochastiek geen rol speelt. Vervolgens simuleren van stochastische modellen. Tenslotte (8 colleges) het bewerken van statistische data eerst met weinig (dichtheidsschattingen), later met meer mathematische structuur (maximum likelihood e.d.). Verder iets uit de theorie van patroonherkenning. Steeds wordt aandacht gevraagd voor statistische en systematische onzekerheden.

Werkvorm: Hoorcollege en practicum.

Toetsing: Mondeling tentamen en enkele computeropdrachten.

Cursusboek: Dictaat

**Computer Graphics** (3 sp., 2<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '99/'00, INCG)

Docent: J.B.T.M. Roerdink

Voorkennis: Programmeren B of HIO en

Lineaire Algebra 1, Lineaire Algebra 2 (t/m '94/'95) of HIO.

Inhoud: Technieken om via de computer beelden van 2D en 3D scenes te genereren. Bresenham lijn- en cirkelalgoritmen. Windowing en clipping. Hidden surface eliminatie. Transformaties, perspectief, homogene coördinaten. Shading, belichtingsmodellen. Grafische representaties van objecten. Real-time graphics, interactieve methoden, morphing, texturering. Kleurmodellen. Ray tracing, radiosity. Animatie.

Practicum: Lab sessies waarin verschillende grafische technieken in OpenGL worden geïmplementeerd.

Werkvorm: Hoorcollege en practicum.

Toetsing: Schriftelijk en verplicht praktikum

Cursusboek: D. Hearn & M.P. Baker, "Computer Graphics", second edition, Prentice-Hall, 1994 (paperback ed.); C version (1997) ook toegestaan.

**Computer Vision** (3 sp., 2<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '00/'01, INCV)

Docent: J.B.T.M. Roerdink

Voorkennis: Lineaire Algebra 1 of HIO.

Inhoud: Beeldvorming, Low-level processing: filters, edge detection; morfologische beeldverwerking I: basisbegrippen; morfologische beeldverwerking II: geavanceerde algoritmen (skelet, recursieve afstandstransformaties, watersheds); actieve contourmodellen; anisotrope diffusie; 3D Scene analyse: projectie methoden, belichtingsmodellen, 2D-3D inferentie; oppervlakte representatie in de gradient ruimte, 'Shape from shadows'; Stereo vision; 'shape from shading'; Photometric stereo. Optic flow, motion 'understanding', beeldreeksen. Knowledge-based vision: kennis representatie, redeneersystemen. Stereogrammen ("Magic Eye" pictures).

Practicum: Uitvoeren van één of meer opdrachten m.b.v. het beeldbewerkingspakket ScilImage en/of experimentele cameraopstelling.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Schriftelijk en verplicht practicum

Cursusboek: Dictaat.

Literatuur: R.M. Haralick & L.G. Shapiro, "Computer and Robot Vision", Vol. I, II, Addison-Wesley, 1992

**Concurrency** (3 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INC:97)

Docent: W.H. Hesselink

Inhoud: In dit college wordt de samenwerking behandeld van sequentiële processen met en zonder gemeenschappelijk geheugen. Onderwerpen: wederzijdse uitsluiting; vergroting van korrelgrootte; deadlock; fairness; seinpalen; realisatie van processen en ondeelbare acties; gedistribueerde systemen; synchronous message passing, remote procedure call, rendezvous.

Werkvorm: Hoorcollege en practicum.

Toetsing: Tentamen en kleine practicumopdracht

Cursusboek: Gregory R. Andrews: *Concurrent Programming: Principles and Practice*, Benjamin/Cummings ISBN 0-8053-0086-4.

### **Databases** (3 + 1 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INDB:96)

Docenten: J.H. Jongejan en E.O. de Brock

Inhoud: 1. de begrippen tabel, database toestand en database universum  
 2. operaties op tabellen, unieke identificatie, sleutels  
 3. database skelet, specificatie van restricties op attributen, tupels, tabellen en database universa; database transacties  
 4. vertaling van een database specificatie naar SQL/2  
 5. specificatie van queries en views, en omzetting naar SQL/2  
 Alleen voor Informatici:  
 6. functionele afhankelijkheden, regels van Armstrong, normalisatie; decompositie, lossless join, dependency preservation  
 7. E/R-model, netwerk model  
 8. hashing strategieën; indexstructuren; multilevel indexen (B-bomen)  
 9. query optimalisatie; concurrency; gedistribueerde systemen

Practicum: Ontwerp, implementatie en documentatie van een database in Oracle.

Practicum: De student wordt gevraagd een gedeelte van de wereld te modelleren. Er wordt eerst een wiskundige specificatie opgesteld, die vervolgens naar SQL wordt omgezet, en uiteindelijk met behulp van een DBMS wordt geïmplementeerd. Er dient tevens een aantal queries gespecificeerd te worden, naar SQL omgezet en geïmplementeerd te worden. Dit deel wordt verricht in koppels (bij voorkeur Inf+TBW).

Werkvorm: Hoorcollege, werkcollege en verroosterd practicum.

Toetsing: Anders

Cursusboek: 1. R. Elmasri/S.B. Navathe, “*Fundamentals of Database Systems*”, Benjamin/Cummings, third edition, ISBN 0–8053–1755–4, 1999, of (voor zover nog verkrijgbaar) de second edition, ISBN 0–8053–1753–8, 1994;  
 2. E.O. de Brock: “*De grondslagen van semantische databases*”, (ISBN: 90–6233–333–8) Academic Service 1989 (misschien nog bij De Slegte verkrijgbaar) of “*Foundations of Semantic Databases*”, Prentice-Hall (ISBN 0-13-327099-8)

### **Datacommunicatie en Netwerken** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, IND&N:96)

Docent: S. Achterop

Gewenste voorkennis: INOS-L:96

Inhoud: In dit vak worden, voortbouwend op het vak OCS, de belangrijkste aspecten behandeld die betrekking hebben op communicatie binnen en tussen computers. Centraal hierbij is het gebruikte protocol: de specificatie van de gewenste communicatie. Binnen de computer is de bus het belangrijkste communicatiemedium, naast de interfaces met de verschillende I/O devices. Tussen computers,

op een grotere schaal, zijn er de netwerken, van lokaal in een gebouw tot globaal over de gehele wereld. Aan de orde komen o.m.: kanaalcapaciteit, datacompressie, transmissie media, communicatieprotocollen, routing, congestie, het OSI referentie model, ISDN, ATM en Internet.

Practicum: Het implementeren van enkele communicatieprotocollen, gebruik makend van de aanwezige Minix systemen.

Werkvorm: Hoorcollege en verroosterd practicum.

Toetsing: Schriftelijk en Praktikumopdracht

Cursusboek: Andrew S. Tanenbaum, Computer Networks, Third Edition, Prentice Hall, ISBN 0-13-394248-1 (ca. fl 90,-)

### **Discrete Structuren** (3 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INDS-95)

Docent: G.R. Renardel de Lavalette

Voorkennis: Lineaire Algebra 1 en Algoritmiëk of HIO.

Inhoud: Kennismaking met begrippen uit de discrete wiskunde en de logica die in de informatica veel gebruikt worden. Verwerven van inzicht en vaardigheid in het gebruik hiervan. In dit vak worden de volgende begrippen behandeld: verzamelingen, relaties, functies, grafen, rijen, ordeningen. Tevens wordt de predikatenlogica geïntroduceerd, die gebruikt wordt om een en ander met de vereiste precisie te beschrijven.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Schriftelijk tentamen en twee toetsen

Cursusboek: Wordt later bekendgemaakt.

### **Distributietheorie** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIDT)

Docent: E.G.F. Thomas

Voorkennis: Het is wenselijk, maar niet verplicht, het college integraalrekening gevolgd te hebben.

Inhoud: Wanneer men functies als dichtheden beschouwt is het slechts een kleine stap naar de meer algemene distributies, zoals puntmassa's (Dirac delta's genoemd, naar de physicus Paul Dirac), dipolen punt- en dipool beleggingen enz. Distributies kan men het beste als generalisaties van functies opvatten. Meerdere bewerkingen voor functies, zoals differentiatie, zijn geldig voor distributies. Bovendien werkt het in het kader van distributies vaak gemakkelijk: bijvoorbeeld iedere convergente reeks van distributies kan zonder enige voorwaarde termgewijs worden gedifferentieerd. De overgang van functie naar distributies gaat vaak ongemerkt, zeker bij de toepassingen, waar het niet altijd gemakkelijk is aan de voorwaarden van de klassieke analyse te voldoen.

Elementaire definitie van distributies. Bewerkingen op distributies, differentiatie enz.. Klassieke voorbeelden: Dirac delta, Heaviside, Hadamard hoofdwaarde, voorbeelden uit de quantummechanica. Convolutie. Fundamentele oplossingen voor differentiaaloperatoren.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Standaard

Cursusboek: Dictaat.

**Dynamische Systemen** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIDS)

Docent: F. Takens

Inhoud: In dit college wordt een algemene inleiding gegeven in de theorie van de dynamische systemen aan de hand van het artikel van H.W. Broer en F. Takens: “Wegen naar chaos en vreemde aantrekking, een fenomenologische benadering”. Het gaat hierbij om een kwalitatieve analyse van dynamische processen. Aanvullend materiaal zal tijdens het college uitgedeeld worden.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Standaard

Cursusboek: H.W. Broer en F. Verhulst, Dynamische systemen en chaos, Epsilon Uitgaven Utrecht (het genoemde artikel is hierin opgenomen).

**Eindige-Elementenmethoden** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '00/'01, WIEDM)

Docent: E.F.F. Botta

Inhoud: Computersimulaties op basis van een mathematisch model zijn niet meer weg te denken uit industrie en wetenschap (zie inleiding op Computational Science). Vaak treden hierin partiële differentiaalvergelijkingen (PDV's) op. Het oplossen van PDV's moet vrijwel altijd worden gedaan met methoden uit de Numerieke Wiskunde, zoals de methode der eindige elementen en de in dit college behandelde eindige-differentiemethoden.

Er wordt besproken hoe elliptische, parabolische en hyperbolische differentiaalvergelijkingen numeriek kunnen worden opgelost door deze op een rooster te discretiseren en de zo verkregen stelsels vergelijkingen op te lossen. Dergelijke stelsels zijn i.h.a. zeer groot en ijl (bevatten veel nullen). Voor veel toepassingen vormt het oplossen van dergelijke stelsels de bottle-neck. Er wordt daarom relatief veel aandacht besteed aan diverse methoden om dergelijke grote ijle stelsels efficiënt (qua aantal bewerkingen en geheugengebruik) op te lossen.

Aan de orde komen ondermeer de volgende methoden en begrippen: maximum-principe, randwaardeprobleem, beginwaardeprobleem, discretisatiefout, iteratiemethoden (SOR, SLOR), incomplete decompositie, preconditionering, geconjugeerde gradiëntenmethode, multiroostermethode, consistentie, convergentie, stabiliteit, theorema van Lax, methode van Crank-Nicolson, Peaceman-Rachford, Dufort-Frankel, Lax-Wendroff.

Bij dit college behoort een practicum waarin enkele problemen met een computer worden opgelost. Een practicum met een omvang van 2 sp behoort tot de mogelijkheden.

Werkvorm: Hoorcollege en practicum.

Toetsing: schriftelijk bij voldoende deelname, anders mondeling.

Cursusboek: Eindige-differentiemethoden (dictaat).

Opmerking: oude naam: Numerieke Methoden voor Partiële Differentiaalvergelijkingen 1

**Embedded Systems** (3 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INES)

Docent: onbekend

Inhoud: Een embedded systeem bestaat uit toepassings specifieke hardware en software, die gebonden is aan één bepaalde omgeving. Naast de traditionele correctheids- en efficiëntieoverwegingen spelen eisen die opgelegd worden door de omgeving waarbinnen het systeem moet functioneren een belangrijke rol. Hierbij kan men denken aan tijdsaspecten, prijs-prestatie verhouding, geheugen- en processorbeperkingen, etcetera. Op dit college zal op bovenstaande aspecten worden ingegaan. Er zal kennisgemaakt worden met methoden voor het ontwerpen van dergelijke systemen. Deze methoden zullen aan de hand van een aantal case-studies worden toegelicht.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Anders

Cursusboek: Wordt nader bekend gemaakt.

Opmerking: Het is niet zeker of dit vak in het cursusjaar 99/00 gegeven wordt. Zodra hier meer over bekend is, wordt dit breed aangekondigd.

**Feedback Control** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIFC)

Docent: J.C. Willems

Voorkennis: Inleiding Systemtheorie

Inhoud: De volgende onderwerpen worden besproken: Herhaling van regelbaarheid, waarneembaarheid, poolplaatsing, waarnemers, en feedback stabilisatie. Singuliere waarden, balanceren, en modelreductie. Het lineair kwadratisch regelprobleem en de Riccati-vergelijking. Kalman filteren. Regelbaarheids- en waarneembaarheidsdeelruimten voor lineaire systemen. Storingsontkoppeling.

Practicum: Bij dit college horen twee computeropdrachten die met behulp van MATLAB gemaakt moeten worden.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: 2 take-home tentamens; 2 simulatiesets.

Cursusboek: Collegedictaat.

**Filosofie van de Natuurwetenschappen** (2 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, FIFINAT2)

Zie pag. 171

**Financiële Wiskunde** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '99/'00, WIC-SP:974)

Docent: T. Mikosch

Voorkennis: gewenst, niet verplicht: Maattheorie en Waarsch.rekening

Inhoud: In dit college zal het om stochastische differentiaalvergelijkingen en hun toepassingen in de financiële wiskunde gaan. Onderwerpen zijn o.a.: Itô integraal, Itô calculus, Brownse beweging, martingaal, stochastische differentiaalvergelijkingen en hun oplossingen, numerieke methoden voor het oplossen van stochastische differentiaalvergelijkingen, Girsanov formule. Toepassingen in de theorie van option pricing (Black-Scholes formule voor Europese opties) en interest rate modellen.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Mondeling, resultaat van twee take home tests telt mee.

Cursusboek: T. Mikosch (1998) *Elementary Stochastic Calculus, with Finance in View*. World Scientific, Singapore.

**Flexibele Productie-Automatisering** (3 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, XXFPA)

Zie Studiegids Faculteit Bedrijfskunde

**Functietheorie 1** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIF1)

Docent: J. Epema

Voorkennis: analyse eerste jaar

Gewenste voorkennis:

Inhoud: In het eerste jaar heb je de complexe getallen leren kennen. Ze werden ingevoerd om vergelijkingen die geen reële oplossingen hebben toch te kunnen oplossen. Bovendien bleek de complex-waardige functie  $e^{it} = \cos t + i \sin t$  ( met  $t$  reel ) heel handig bij het oplossen van sommige differentiaalvergelijkingen. Maar de echt wezenlijke toepassingen van de complexe getallen komen pas in dit college aan de orde. Onder "functietheorie" verstaat men niet, zoals je op het eerste gezicht zou verwachten, de theorie van functies in het algemeen. Het gaat hier om de theorie van de analytische functies van een complexe variabele. Daartoe behoren b.v. de uit de reële analyse welbekende functies als de e-macht, sinus, cosinus, logaritme, wortels, polynomen, rationale functies ( d.w.z. quotiënten van polynomen ) en functies die hiermee gevormd kunnen worden door middel van optellen, vermenigvuldigen, delen en samenstellen. Het verschil met de reële analyse is echter dat al deze functies ook voor een complex argument gedefinieerd worden. Deze functies hebben een aantal verrassende eigenschappen die niet alleen op zichzelf interessant zijn maar ook helpen om allerlei verbanden tussen reële functies beter te doorzien. De voornaamste toepassing die op dit college wordt behandeld is de "residuenrekening": een "integraalvrije" methode om sommige bepaalde integralen uit te rekenen.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: n.v.t.

Cursusboek: Janich, *Analysis für Physiker und Ingenieure* Springer-Verlag. Prijs: ??

**Functioneel Programmeren** (2 + 1 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INFP-3)

Docenten: J.T. Udding en W.H. Hesselink

Inhoud: Verschil tussen imperatieve en functionele programmeertalen; het begrip referential transparency. Evaluatiestrategieën (lazy en eager). Oneindige datastructuren. Typing, polymorfisme. Het ontwerpen van functionele programma's. Efficiëntie.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Schriftelijk

Cursusboek: R. Bird, "Introduction to Functional Programming using Haskell" (second edition), Prentice-Hall, 1998.

**Fuzzy Logic** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INFL)

Docent: J.A.G. Nijhuis

Inhoud: Dit college heeft tot doel een overzicht te geven van de fuzzy set theorie en de toepasbaarheid van deze theorie binnen technische- en managementproblemen. Onderwerpen die aan de orde komen zijn o.a. ontstaansgeschiedenis van de fuzzy logic, fuzzy sets, fuzzy relaties, fuzzy operators, extensie principe, linguïstische variabelen, fuzzificatie- en defuzzificatietechnieken, opzetten van een fuzzy database, afleiden van lidmaatschapsfuncties, beschikbare ontwerpsoftware, beschikbare fuzzy hardware, etc. Tijdens het college zal getoond worden op welke manier fuzzy logic gebruikt kan worden voor technische problemen (o.a. regeltechniek, signaalbewerking, beeldbewerking) en niet technische problemen (o.a. logistiek, databases).

Bij het hoorcollege hoort ook een werkcollege/practicum waarin met behulp van fuzzy ontwerpsoftware gewerkt moet worden aan de oplossing van een aantal praktische problemen. Tijdens het practicum zal vooral het ontwerptraject van fuzzy toepassingen centraal staan.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Opdracht

Cursusboek: T.J. Ross, Fuzzy Logic with Engineering Applications, McGraw-Hill Inc., 1995, ISBN 0-07-053917-0 (ca. fl 62,-).

**Fysische Systemen** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, NAFSYS)

Zie pag. 178

**Geavanceerde Algoritmen** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INGA)

Docent: G. Vegter

Inhoud: Het eerste deel van dit college gaat over Combinatorische Algoritmen. Nadat diverse methoden zijn behandeld om grafen te representeren, wordt gekeken naar efficiënte algoritmen om grafen te doorzoeken (breadth first search en depth first search). Deze methoden worden toegepast bij het bepalen van samenhangscomponenten van grafen. Ook komen methoden aan de orde voor het bepalen van opspannende bomen. Daarna worden enige varianten van kortste padproblemen behandeld (algoritmen van Dijkstra en van Floyd). Tijdens het tweede deel van het college komt de Computational Geometry aan bod. Deze discipline heeft vele toepassingen, zowel van technische als theoretische aard. Men denke daarbij aan computer graphics, wetenschappelijke visualisatie, robotics, VLSI design, computer aided design en geometric modeling, operationeel onderzoek en statistiek. Behandeld worden triangulaties van veelhoeken en puntverzamelingen (Delaunay triangulaties), bepaling van convexe omhullenden, doorsnijdings- en visibility-problemen, nearest neighbor bepalingen via Voronoi-diagrammen.

Werkvorm: Hoorcollege en practicum.

Toetsing: Anders

- Literatuur: 1. T.H. Cormen, C.E. Leiserson en R.L. Rivest: *Introduction to Algorithms* (The MIT Press en McGraw-Hill, 1990).  
 2. M. de Berg, M van Kreveld, M. Overmars en O. Schwarzkopf: “Computational Geometry, Algorithms and Applications”. (Springer-Verlag, 1997, ISBN 3-540-61270-x; ca *f* 75,-)

### **Geschiedenis van de Wiskunde** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIGVDW1)

Docent: J.A. van Maanen

Voorkennis: Afgeronde propedeuse

Inhoud: Aan de hand van een aantal wiskundige thema's (waaronder de analyse van constructieproblemen, het oplossen van vergelijkingen, de koppeling van algebra en meetkunde, de stap van raaklijnconstructie naar afgeleide functie en van quadratuur naar integraal) wordt een beeld gegeven van de ontwikkeling van de wiskunde in de afgelopen 4000 jaar.

Bij het praktisch werk wordt gebruik gemaakt van de collectie oude wiskundeboeken van de Universiteitsbibliotheek, waar ook een deel van het onderwijs zal plaatsvinden.

Werkvorm: Bij het praktisch werk wordt gebruik gemaakt van de collectie oude werkcollege wiskundeboeken van de Universiteitsbibliotheek, alwaar ook een deel van het onderwijs zal plaatsvinden.

Toetsing: Anders

Cursusboek: V.J. Katz, *A History of Mathematics. An Introduction*. 2nd Edition, Reading MA: Addison-Wesley 1998 (ca. *f* 100,-).

Daarnaast een bronnenverzameling (reader).

Opmerking: In aansluiting op dit college kun je in het tweede trimester meedoen aan de tweejaarlijkse Thematisch Historische Werkgroep (2 sp.).

### **Gewone Differentiaalvergelijkingen** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIGDV)

Docent: A. Dijkma

Inhoud: Eerste orde differentiaalvergelijkingen, stelsels van vergelijkingen, hogere orde verelijkingen, rand- en eigenwaardeproblemen.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Schriftelijk

Cursusboek: J.J. Duistermaat, W. Eckhaus, *Analyse van gewone differentiaalvergelijkingen*, Epsilon Uitgaven, Utrecht.

Literatuur: Wolfgang Walter, *Ordinary Differential Equations*, Springer, 1998.

**Grenslaagstromingen** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIGS)

Docent: A.E.P. Veldman

Voorkennis: Stromingsleer en Numerieke Stromingsleer.

Inhoud: Het college behandelt stromingen met geringe viscositeit, waarbij het stromingsveld opgesplitst kan worden in een viskeuze grenslaag en een niet-viskeuze buitenstroming. Zowel aan de fysische modellering van de grenslaag als aan het numeriek oplossen van de bewegingsvergelijkingen zal aandacht worden besteed. Het vakgebied is aan het begin van deze eeuw ontstaan; tegenwoordig spelen methoden gebaseerd op grenslaagtheorie een hoofdrol bij het ontwerpen van vlieg- en vaartuigen. Geplaatst in hun historische context komen in het college aan de orde: grenslaagvergelijkingen, integraalformulering, gelijkvormigheidsoplossingen, laminaire en turbulente stroming, zwakke en sterke interactie tussen grenslaag en buitenstroming, numerieke methoden voor het oplossen van de grenslaagvergelijkingen. Bij het college hoort een practicum waarin een stromingsprobleem numeriek moet worden opgelost.

Practicum: In de loop van het trimester wordt gedurende enige dagdelen praktijkervaring opgedaan met het numeriek simuleren van grenslagen.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Mondeling

Cursusboek: Dictaat.

**IT-Beroepspraktijk** (2 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INI&B:972)

Docent: J. Terlouw (coördinator T. Andringa opmerking coördinator)

Inhoud: Door en met gastdocenten uit het bedrijfsleven wordt een reeks van gastcolleges en workshops verzorgd met als doel: de deelnemende studenten op boeiende en leerzame wijze in aanraking te brengen met aspecten van de IT-beroepspraktijk die niet of slechts gedeeltelijk aan bod komen tijdens de studie (zoals: communicatie, management, project planning, bedrijfscultuur, ethiek, loopbaanplanning). De via dit vak te verwerven inzichten en vaardigheden kunnen direkt van belang zijn voor de latere beroepsuitoefening. Daarnaast biedt het vak ook ruimte voor bespiegelingen op abstracter niveau over aspecten van de beroepspraktijk. Het exacte programma wordt op een later tijdstip bekend gemaakt.

Werkvorm: Gastcolleges met aanwezigheidsplicht.

Toetsing: schriftelijk verslag van gastcollege of workshop, mede op basis van: aanvullende literatuurstudie en/of aanvullend overleg met de betreffende gastspreker (resp. workshop-organisator).

Bij de eerste sessie worden door een gastdocent(e) algemene stilistische aanwijzingen gegeven voor het schrijven van een dergelijk verslag. (Dit dan tevens, vanuit zijn of haar beroeps-achtergrond, in het kader van het hierboven genoemde thema communicatie.)

Het is de bedoeling dat elke student alle sessies bijwoont en dat van elke sessie een verslag gemaakt wordt door 1 student of door 2 of eventueel 3 (samenwerkende) studenten. Deze verdeling van de studenten over de diverse sessies geschiedt in onderling overleg.

Opmerking: Voor de deelname dient men zich aan te melden bij het onderwijsbureau (zie § 16.4).

**Informatica en Ethiek** (2 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, FID96PL1)

Zie pag. 172

**Informatica en Samenleving** (2 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, FI95PL4)

Zie pag. 172

**Inleiding Cognitiewetenschap** (7 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, TCINL)

Zie pag. 176

**Inleiding Computational Science** (3 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INICS)

Docent: H. Bekker

Voorkennis: Numerieke Stromingsleer.

Inhoud: Since the advent of the computer, an alternative to the scientific experiment has appeared: the simulation on a computer. In astronomy, for instance, one can observe the simulated evolution of galaxies, compressing millions of years into seconds. In fluid dynamics, experiments in expensive windtunnels can be replaced by computer simulations. In chemistry, the structure and properties of new molecules are first "planned" and "tested" on a computer before being synthesised in a test tube. In biology, computer simulations minimise the sacrifice of experimental animals, etc. This course is intended as an introduction into what is referred to as "computational science". It treats the following case studies: molecular dynamic simulations, genetic algorithms, seismic data processing, simulation of turbulent flow, reconstruction of medical images, computational neuroscience, cellular automata, simulations of intestine bacteria populations. These applications are presented in a unified framework: computational demands, physical model, mathematical method, parallel computer implementations and visualisation of results. The parallel computer implementation issues, in particular the expression of solution algorithms in the data-parallel programming model, is an important aspect of the current course.

Werkvorm: Hoorcollege en practicum.

Toetsing: Eindopdracht

**Inleiding Computergebruik** (2 sp., 1<sup>e</sup> trim., '99/'00, INICP:99)

Docent: I. Hoveijn

Inhoud: Het doel van dit college is drieledig. Ten eerste is het bedoeld om het practicum systeem te introduceren. Dit zal voornamelijk in de eerste week gebeuren. Dit behelst Unix en het X-window systeem, de editor emacs, het tekstverwerkingssysteem  $\LaTeX$ , email en internet en tot slot het wiskunde pakket Mathematica. Ten tweede gaat het erom te leren de computer, in het bijzonder Mathematica, in te zetten voor het oplossen van problemen die globaal gesproken wiskundig van aard zijn. Het laatste, maar niet het minst belangrijke, doel is om te leren voor een gegeven probleem een overzichtelijke verslaglegging en presentatie te geven van de oplossing.

Werkvorm: Hoorcollege en verroosterd practicum.

Toetsing: groepsgewijs 2 verslagen en een presentatie

Cursusboek: Dictaten Inleiding Computergebruik

Opmerking: De werkvorm in de eerste week is anders dan die in de rest van het eerste trimester. In die eerste week zullen er namelijk hoorcolleges zijn over de diverse onderwerpen met aansluitend practica. In de overige weken van het trimester zullen er alleen practica zijn.

### **Inleiding Mathematische Fysica** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIIMF)

Docent: H.W. Hoogstraten

Inhoud: – Mathematisch-fysische modelvorming: o.a. vloeistofstromingen, warmtegeleiding, trillende snaar, buiging van elastische balken.  
 – Elementaire oplossingen van de potentiaalvergelijking, diffusievergelijking, snaarvergelijking, balkvergelijking.  
 – Het superpositiebeginsel: scheiding van veranderlijken, Fourierreeksen, bron- en dipoolbeleggingen.  
 – Diverse onderwerpen: knikproblemen, gelijkvormigheidstransformatie, complexe rekenwijze, principe van Duhamel.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Anders

Cursusboek: Dictaat Inleiding Mathematische Fysica.

### **Inleiding Numerieke Wiskunde** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIINW)

Docent: E.F.F. Botta

Inhoud: Binnen tal van disciplines wordt gebruik gemaakt van mathematisch modellen voor het beschrijven van problemen. Om bijvoorbeeld nieuwe producten snel te kunnen ontwikkelen en optimaliseren, is het gebruik van simulatie software tegenwoordig onontbeerlijk.

I.h.a. kan de oplossing van de geformuleerde wiskundige problemen niet in een gesloten vorm worden gegeven. De Numerieke Wiskunde verschaft de methoden en technieken om de oplossing numeriek (in getalsvorm) voldoende nauwkeurig te benaderen. Met de huidige computers zijn de mogelijkheden in dit opzicht bovendien sterk toegenomen.

Dit college geeft een eerste inleiding op dit gebied aan de hand van een aantal basismethoden. Hierbij wordt speciaal aandacht besteed aan de invloed van meet- en afrondfouten en aan de convergentie en stabiliteit van methoden. Aan de orde komen ondermeer: nulpuntbepalingen, oplossen van stelsels (niet-lineaire) vergelijkingen, optimalisatie, interpolatie, splines, orthogonale polynomen, approximatie, minimaxbenadering, numerieke integratie en differentiatie. Het college wordt gegeven aan de hand van de eerste vijf hoofdstukken uit onderstaand boek. De overige hoofdstukken komen aan de orde in het (vevolg)college Numerieke Wiskunde.

Het is verplicht om gedurende één middag per week deel te nemen aan een bijbehorend practicum dat start in de 2<sup>e</sup> college week.

Practicum: Bij dit college hoort een practicum vanaf de 2<sup>e</sup> collegeweek. Het kan gevolgd worden op dinsdag, donderdag of vrijdag. De indeling wordt op college bekend gemaakt.

Werkvorm: Hoorcollege en practicum.

Toetsing: Anders

Cursusboek: K.E. Atkinson, *An Introduction to Numerical Analysis*, Wiley '89 (ca. fl 90,-).

### **Inleiding Ontwikkelingsgeschiedenis der Techniek** (2 sp., 1<sup>e</sup> trim., '99/'00, NAOGT)

Zie pag. 179

### **Inleiding Statistiek** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIIS-W)

Docent: W. Schaafsma

Voorkennis: Inleiding Stochastiek.

Inhoud: Doel van het college is om een afgeronde inleiding in de statistiek te geven.

1. Inleiding: Descriptieve statistiek, statistische modellen, allerlei families van kansmaten.
2. Schattingstheorie: Sufficiency en compleetheid, beste zuivere schatters, maximum likelihood schatters, Fisher informatie, Cramér-Rao ongelijkheid.
3. Toetsingstheorie: Neyman-Pearson aanpak, UMP toetsen, een en twee steekproevenproblemen bij normale verdeling.
4. Lineaire modellen: Kleinste kwadraten, Gauss-Markoffstelling,  $t$ -,  $\chi^2$ -, en  $F$ -toetsen, variantie analyse.
5. Diskrete kansen: kruistabellen,  $\chi^2$ -toetsen

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: schriftelijk tentamen, daarna mits participatie voldoende is geweest,

Cursusboek: Dictaat

Literatuur: R.V. Hogg, A.T. Craig: *Introduction to mathematical statistics*, Collier MacMillan 1978 (niet verplicht)

### **Inleiding Systeemtheorie** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIIS)

Docent: onbekend

Inhoud: Dit college geeft een inleiding in de Systeem- en Regeltheorie. De nadruk wordt gelegd op een aantal klassieke aspecten van de regeltheorie, in het bijzonder de toestandsbeschrijving van systemen en methoden voor stabilisatie van systemen. Er wordt uitgebreid ingegaan op het beschrijven van systemen door stelsels van lineaire differentiaalvergelijkingen met inputs en outputs. We praten over de noodzaak om een systeem te laten voldoen aan door ons gekozen gewenste eigenschappen, en over de mogelijkheid dit te realiseren door het kiezen van geschikte feedback-regelaars. De mogelijkheid of onmogelijkheid om een systeem zodanig te beïnvloeden dat ze het door ons gewenste gedrag vertoont, hangt samen met de vraag of het systeem regelbaar en/of waarneembaar is. Deze

wiskundige begrippen worden precies gedefinieerd, en er worden tests afgeleid om na te gaan of een gegeven systeem regelbaar en/of waarneembaar is. Als belangrijk voorbeeld van een gewenste eigenschap van een systeem behandelen we het begrip stabiliteit. Een systeem is stabiel als het, na een korte verstoring van buiten af, na verloop van tijd weer tot rust komt. We behandelen de theorie om voor een gegeven systeem met inputs en outputs een feedback-regelaar te ontwerpen die het systeem stabiel maakt. Dit heet het stabilisatie-probleem. Een ander onderwerp dat zal worden behandeld betreft de vraag hoe je van een systeem-beschrijving in de vorm van een stelsel hogere orde differentiaal-vergelijkingen kunt komen tot een beschrijving in input/toestand/output vorm. Dit probleem heet het realisatie-probleem

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: 'Take home' toetsen

Cursusboek: John S. Bay, Fundamentals of Linear State Space Systems, McGraw-Hill, 1999, ISBN 0-256-24639-4.

### **Integraalrekening** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIIR)

Docent: E.G.F. Thomas

Voorkennis: Integraalrekening.

Inhoud: De Lebesgue-integraal, met een defenitie, die geldig is in alle gevallen: functie van een of meer variabelen, uiteenlopende defenitiegebieden, die aansluit bij de meer algemene maattheorie van de waarschijnlijkheidsrekening, is in het gebruik gemakkelijker dan de diverse soorten Riemannintegralen uit het eerste jaar. Door te leren integralen, die niet altijd zijn te berekenen te schatten, beoogt het college tevens een inleiding te zijn in de technieken van de analyse. Een korte inleiding wordt gegeven in de functieruimtes, zoals die van belang zijn o.m. bij Fourieranalyse, Lineaire analyse (operatortheorie) en Distributietheorie Lebesgue maat en integraal. Convergentiestellingen en praktische toepassingen: differentiatie onder het integraalteken enz. Stelling van Fubini betreffende verwisseling van integratie volgorde. Transformatiestelling voor meervoudige integralen. Toepassing op bolcoördinaten en oppervlakte-integralen.  $L^p$  ruimtes, i.h.b. de Hilbert-ruimte  $L^2$ . Inleiding in algemene integratietheorie. Illustraties aan de hand van Fourier en Laplace integralen.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Schriftelijk

Cursusboek: Dictaat Integraalrekening.

### **Kennissystemen** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, BKBKS)

Zie Studiegids Faculteit Bedrijfskunde

**Krommen en Oppervlakken 1: Krommen en Beweging** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIK&01:95)

Docent: H.G. Dehling

Inhoud: Aan de hand van een aantal thema's komt de differentiaal- en integraalrekening aan de orde. Enkele van deze thema's zijn 'booglengten van krommen in het vlak en de ruimte', 'integraalkrommen van differentiaalvergelijkingen', 'optimaliseren onder nevenvoorwaarden', enz. Er wordt aandacht besteed aan de dwarsverbindingen met Lineaire Algebra. De hiervoor nodige theorie wordt tijdens het college behandeld.

Practicum: Mathematica

Werkvorm: Hoorcollege, werkcollege en verroosterd practicum.

Toetsing: Standaard

Cursusboek: Dictaten *Krommen en Oppervlakken I en Lijnen, vlakken en uilen*

Literatuur: aanschaf van het cursusboek voor Lineaire Algebra I (Friedberg et al.) wordt aanbevolgen.

**Krommen en Oppervlakken 2: Oppervlakken en Velden** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIK&02:95)

Docent: H.S.V. de Snoo

Voorkennis: K&O 1: Krommen en Beweging.

Inhoud: Evenals bij Krommen en Oppervlakken 1: Krommen en Beweging wordt aan de hand van thema's de differentiaal- en integraalrekening verder ontwikkeld. Nu spitsen de thema's zich toe op oppervlakte- en volume-integralen en allerlei stellingen die hiertussen verbanden leggen.

Practicum: Mathematica

Werkvorm: Hoorcollege, werkcollege en verroosterd practicum.

Toetsing: Anders

Cursusboek: J.E. Marsden en A.J. Tromba, *Vector calculus* (4<sup>th</sup> ed) Freeman and Company.

**Leren en Onderwijzen van Wiskunde en Informatica 1** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIL01)

Docent: A. van Streun

Voorkennis: geen

Inhoud: Dit blok bestaat uit:

- het college "leren en onderwijzen"
- verschillende projecten

Het college gaat over het leren en overdragen van wiskunde en informatica en het bevat enkele trainingsactiviteiten. De projecten worden in overleg vastgesteld en worden tijdens het college voorbereid en nabesproken. Gebruikelijke onderdelen zijn de oriëntatie op het beroep van leraar, een bijlesproject en een lesgeefproject. De meeste projecten spelen zich af in een reguliere onderwijsinstelling, maar ook overdrachtssituaties in het bedrijfsleven behoren tot de mogelijkheden.

Werkvorm: Colleges en stages in scholen

Toetsing: Anders

Cursusboek: C. van Parreren: *Leren op school*, Wolters Noordhoff (ca. fl 28,-).

**Leren en Onderwijzen van Wiskunde en Informatica 2** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIL02)

Docent: A. van Streun

Voorkennis: *Leren en Onderwijzen van W&I 1*. WIL01

Inhoud: Voortzetting van *Leren en Onderwijzen van Wiskunde en Informatica 1*

Werkvorm: Colleges en stages in basisschool

Toetsing: Anders

Cursusboek: C. van Parreren: *Leren op school*, Wolters Noordhoff.

**Leren en Onderwijzen van Wiskunde en Informatica 3** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIL03)

Docent: A. van Streun

Voorkennis: *Leren en Onderwijzen van W&I 1*.

Inhoud: Voortzetting van *Leren en Onderwijzen van Wiskunde en Informatica 1*

Werkvorm: Colleges en stages in basisschool

Toetsing: werkstuk.

Cursusboek: C. van Parreren: *Leren op school*, Wolters Noordhoff.

**Lineaire Algebra 1** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WILA1:99)

Docent: M. van der Put

Inhoud: Enerzijds worden concrete meetkundige vragen betreffende lijnen, vlakken en transformaties in  $mR^2$  en  $mR^3$  behandeld. Vervolgens komt de algemene theorie van lineaire ruimten aan bod. We beginnen met heel elementaire verzamelingenleer, functies en equivalentie relaties. Daarna gaan we in op lineaire ruimtes en afbeeldingen, het begrip 'dimensie', afbeeldingen weergegeven door matrices, basistransformaties, stelsels lineaire vergelijkingen, determinanten, eigenwaarden en diagonalisatie.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Standaard

Cursusboek: Stephen H. Friedberg, Arnold J. Insel, Lawrence E. Spence: *Linear Algebra*, Prentice Hall Inc., New Jersey (London), 1997 (third edition), ISBN 0-13-233859-9 (ca. f 100,-). Dictaat "Lijnen en Vlakken" van J. Top.

**Lineaire Algebra 2** (2 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WILA2:95)

Docent: A. Dijkma

Vorkennis: Lineaire Algebra 1.

Inhoud: Determinanten, eigenwaarden en eigenvectoren van lineaire afbeeldingen, diagonalisatie en het op Jordan-normaalvorm brengen. Reële en complexe inproduct ruimten. Allerlei soorten operatoren (zelfgeadjungeerde, normale, unitaire, orthogonale).

Toepassingen van lineaire algebra op bijvoorbeeld Markov ketens, de kleinste kwadraten methode en kwadrieken in  $\mathbb{R}^3$ , differentie- en differentiaalvergelijkingen.

Werkvorm: Hoorcollege, werkcollege, computerpracticum.

Toetsing: Schriftelijk

Cursusboek: Stephen H. Friedberg, Arnold J. Insel, Lawrence E. Spence: Linear Algebra, Prentice Hall Inc., New Jersey (London), 1989 (second edition), ISBN 0-13-537102-3.

**Lineaire Analyse 1** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WILAN1)

Docent: H.S.V. de Snoo

Vorkennis: Analyse 5 (Metrische ruimten) en Integraalrekening.

Inhoud: Banach- en Hilbert-ruimten. Bases. Begrenste lineaire operatoren. Diagonalisatie van compacte zelfgeadjungeerde operatoren. Toepassing op integraaloperatoren en Sturm-Liouville differentiaal operatoren.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Huiswerk, schriftelijk tentamen

**Logisch Programmeren** (3 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INLP:96)

Docenten: G.R. Renardel de Lavalette en G.J.M. van Noord

Inhoud: Logisch Programmeren is een op de predikatenlogica gebaseerde wijze van programmeren. In de eerste colleges komen basisconstructies aan de orde, zoals de drie soorten statements (feiten, regels en vragen), logische databases, recursief programmeren, unificatie en het berekeningsmodel van logisch programmeren. Vervolgens wordt Prolog behandeld, de bekendste logische programmeertaal: hierbij aandacht voor het effect van de volgorde van regels, terminatie, *cuts*, negatie, en enkele geavanceerde onderwerpen (bv. nondeterministisch en tweede-orde programmeren). In het werkcollege wordt de leerstof geoefend door het maken van opgaven. Daarnaast is er een (niet verroosterd) practicum.

Werkvorm: Hoorcollege, werkcollege en practicum.

Toetsing: Schriftelijk tentamen en practicumopdrachten

Cursusboek: Sterling & Shapiro, The Art of Prolog, MIT Press, second edition.

Opmerking: Dit vak wordt tevens aangeboden in de studierichtingen TCW en alfa-informatica.

**Maattheorie en Waarschijnlijkheidsrekening** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIMW)

Docent: T. Mikosch

Voorkennis: Analyse 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> jaar; college Inleiding Waarschijnlijkheidsrekening.

Inhoud: Het college behandelt de basisbegrippen uit de maattheorie en de axiomatische opbouw van de kansrekening met maattheorie. Onderwerpen zijn o.a.: Het begrip maat, elementaire eigenschappen. Velden en sigma-velden en meetbare functies. Uitbreiding van maten, maten op  $\mathbb{R}$ . Integraal m.b.t. een maat. Convergentie van meetbare functies. Absolute continuïteit. Geïnduceerde maten. Productmaten. Vertaling van de begrippen uit de waarschijnlijkheidsrekening naar de maattheorie. Illustratie aan de hand van enkele stellingen uit stochastiek en statistiek. Wet van de grote aantallen. Radon-Nikodym stelling. Conditionele kansen. Convergentiestellingen van Lebesgue, Levi en Fatou.

Toetsing: Practicum en schriftelijk tentamen

Cursusboek: W.J. Savich: Pascal: an introduction to the art and science of programming, Benjamin/Cummings, ISBN 0-8053-7458-2 plus aanvullend dictaat.

**Mathematical Models of Systems** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIMMS)

Docenten: J.C. Willems en H.L. Trentelman

Voorkennis: Although the course is in principle self-contained, an introductory course in linear system and control theory is very useful as background knowledge. For RuG-students, Inleiding Systeemtheorie is a prerequisite.

Inhoud: This course provides a mathematical framework for constructing and analyzing models of dynamical systems. The main emphasis will be on linear systems, but the concepts will be presented on a general level, and occasionally examples of nonlinear systems will be used. The development stresses relevance of ideas, more than mathematical techniques. The aim is to provide a fundamental system theoretic background with an eye towards applications to control theory. Towards the end of the course, also numerical algorithms will be discussed.

Werkvorm: Deze cursus wordt in Utrecht gegeven als onderdeel van de Onderzoekschool DISC (Dutch Institute for Systems and Control). Bijeenkomsten: 8 maandagen in september en oktober, 10.15–12.30 uur. Alhoewel de cursus in eerste instantie bedoeld is voor AIO's, mogen ook 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> jaars hem volgen. Voor inschrijving dient u contact op te nemen met de eerste docent. Wekelijks zal in Groningen een bijeenkomst worden gehouden om de concepten die in Utrecht zijn uiteengezet verder toe te lichten.

Toetsing: Twee take-home toetsen.

Cursusboek: J.W. Polderman and J.C. Willems, Introduction to Mathematical Systems Theory, A Behavioral Approach, Springer, New York, 1997. Daarbij een aanvullend collegedictaat (wordt gedurende de cursus uitgedeeld).

**Mathematische Statistiek** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIMST)

Docent: W. Schaafsma

Voorkennis: Inleiding Statistiek.

Inhoud: Na een oriëntatie op de statistiek als een soort 'wis'kunde van onzekerheid komen diverse 'scholen' aan bod: 'data theorie' waar men statistiek wil bedrijven zonder stochastiek, de 'stochastische aanpak' met een sterk accent op kansrekening, de 'Bayesiaanse' aanpak, de 'speltheoretische' aanpak en andere aanpakken waarbij 'optimaliseringstheorie' centraal staat. Er wordt ook gestreefd naar verdieping van de in de inleiding statistiek verkregen kennis van de schattings- en toetsingstheorie. Deze kennis moet men paraat hebben om het college te kunnen appreciëren.

Werkvorm: 2×2 uur hoorcollege op ontspannen wijze

Toetsing: mondeling

Cursusboek: Dictaat

Literatuur: Ferguson Th., *Mathematical statistics, a decision-theoretic approach*, Ac. Press 1966, (onmisbaar voor afgestudeerden).

**Mechanica voor Wiskundigen** (2 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, NAMECHWI4)

Zie pag. 180

**Mechanische Verificatie** (3 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INSB:96)

Docent: W.H. Hesselink

Inhoud: Het leren gebruiken van een geavanceerde stellingbewijzer, zoals NQTHM, voor de mechanische verificatie van "stellingen" zoals de correctheid van een programma of ontwerp. Een stellingbewijzer dient ertoe volledige zekerheid te bieden, dat een ontwerp aan zijn formele specificatie voldoet. De stellingbewijzer helpt je niet aan argumenten, maar hij helpt wel bij het vinden van lacunes in je argumentatie.

De eindtermen van de cursus zijn: de logica en de taal van de stellingbewijzer zodanig kennen, dat je een probleem in die taal kunt specificeren en dat je eenvoudige problemen uit de logica kunt oplossen; het hanteren van inductieprincipes; het hanteren van complexe data-structuren; het construeren van een interpreter om de correctheid van een eenvoudig programma te bewijzen.

Practicum: Aanvullend kan een bijbehorende practicumopdracht van 2 sp gedaan worden.

Werkvorm: Hoorcolleges en presentaties door deelnemende studenten.

Toetsing: In overleg

Cursusboek: Dictaat

**Meetkundige Problemen** (2 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIMP)

Docent: J. Top

Inhoud: De bedoeling van deze cursus is kennismaking met enkele centrale problemen uit de meetkunde terwijl de werkvorm gericht is op het bevorderen van zelfwerkzaamheid (in groepjes), terwijl ook mondeling en schriftelijk rapporteren een belangrijke rol speelt. In groepjes zullen verschillende onderwerpen uit de meetkunde bestudeerd worden. In het (werk)college zal gerapporteerd worden over de bevindingen. Problemen, die ontstaan zijn bij het bestuderen van de literatuur, trachten we daar gezamenlijk op te lossen. De keuze van een onderwerp kan mede afhangen van de interesse van de studenten.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Anders

Cursusboek: dictaat "Meetkundige Problemen"

**Neural Networks** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INNN:96)

Docent: J.A.G. Nijhuis

Inhoud: Het college richt zich vooral op de "engineering"-aspecten van neural netwerken. Na een beknopte biologische en historische introductie zullen de bestaande types neurale netwerken, leerregels en leerparadigma's aan de orde komen. Welke bewerkingen kunnen nu daadwerkelijk met de verschillende netwerken en leeralgoritmen gerealiseerd worden. Aan de hand van verschillende problemen en de beschikbare meetgegevens zullen de volgende aspecten aan de orde komen: is het probleem een neuraal netwerk probleem, keuze netwerk type en omvang, keuze leerregel, opzetten van het leertraject, evaluatie en testen van het getrainde neurale netwerk, gebruik en bruikbaarheid van ontwerpsoftware, realisatie van de neurale oplossing in software/hardware, etc. Binnen verschillende toepassingsgebieden zal gekeken worden naar de inzetbaarheid en/of behaalde resultaten van neural netwerken. Bij het hoorcollege hoort ook een werkcollege/practicum waarin met behulp van neurale ontwerpsoftware gewerkt moet worden aan de oplossing van een aantal praktische problemen.

Toetsing: Eindopdracht

Cursusboek: S. Haykin, Neural Networks : Comprehensive Foundation, 2/e, Prentice Hall, ISBN 0-13-273350-1

**Neuroinformatica** (2 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, NANEUR12)

Zie pag. 180

**Numerieke Stromingsleer** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WINS)

Docent: A.E.P. Veldman

Voorkennis: Stromingsleer en

Eindige-Elementenmethoden of Methode der Eindige Elementen.

Inhoud: Het gebruik van numerieke methoden om stromingen te bestuderen is de laatste decennia in steeds meer wetenschappelijke en industriële onderzoekslaboratoria een belangrijk alternatief voor experimenten geworden. Denk hierbij niet alleen aan de weersvoorspelling of aan vlieg-, vaar- en voertuigontwerp, maar ook aan medische toepassingen. In het college zal ingegaan worden op de specifieke problemen die optreden bij de numerieke behandeling van wiskundige modellen uit de stromingsleer. Als voorbeelden zullen daarbij dienen een convectie-diffusie vergelijking en de incompressibele Navier Stokes vergelijkingen. Hierbij zal ingegaan worden op de keuze van de discretisatie, het fenomeen artificiële diffusie, de randafhandeling, roosterverfijning en de afschatting van de omvang van het rekenwerk. Bij dit college behoort een practicum waarbij een stromingsprobleem numeriek moet worden opgelost.

Practicum: In de loop van het trimester wordt gedurende enkele dagdelen praktijkervaring opgedaan met de behandelde discretisatiemethoden.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Mondeling

Cursusboek: Dictaat.

### **Numerieke Wiskunde** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WINW)

Docent: F.W. Wubs

Inhoud: Wiskundig geformuleerde problemen zijn zelden expliciet oplosbaar. Wel is het in het algemeen mogelijk om met behulp van de computer benaderende oplossingen te vinden. Het vak Numerieke Wiskunde zet, in navolging van het vak Inleiding Numerieke Wiskunde, de introductie tot verschillende basistechnieken voor deze aanpak voort; noodzakelijke kennis voor een ieder die in de toekomst (geavanceerde) numerieke methoden denkt te gaan gebruiken.

In dit college worden numerieke methoden behandeld voor de integratie van beginwaardeproblemen (toegepast voor het voorspellen van waterstanden, planeetbanen, verspreiding van vervuiling), het oplossen van stelsels lineaire vergelijkingen (nodig bij bijna elk (fysisch) probleem) en de bepaling van eigenwaarden en eigenvectoren (gebruikt in onderzoek naar stabiliteit van weer- en klimaatsystemen, maar ook van essentieel belang in de quantum mechanica).

Verder zal aandacht gegeven worden aan het gebruik van numerieke programma's zoals NAG, IMSL en LAPACK (Linear Algebra Package). Een practicum met een omvang van 2 sp. behoort tot de mogelijkheden (verplicht voor diegenen die in de Technische Mechanica of Numerieke Wiskunde willen gaan afstuderen).

Practicum: M.b.v. de computer dienen een aantal opgaven te worden gemaakt.

Werkvorm: Hoorcollege en practicum.

Toetsing: Standaard

Cursusboek: K.E. Atkinson, An Introduction to Numerical Analysis, Wiley '89.

**Object Georiënteerd Programmeren** (2 + 1 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INOGP:96)

Docent: R. Smedinga

Inhoud: Het college geeft een inleiding in het met object georiënteerde technieken realiseren van software. In het college wordt het gehele traject van analyse via ontwerp naar implementatie gevolgd. Hierbij zal de Fusion-methode worden gebruikt. Deze methode maakt het mogelijk via OO-technieken zowel de analyse, het ontwerp als uiteindelijk de implementatie te doen. Belangrijk hierbij is het "object thinking", je inleven in toestand en mogelijkheden van de afzonderlijke objecten.

Als programmeertaal zal Java worden gebruikt.

Een aantal in het college aan bod komende termen zijn: class, object, encapsulation, inheritance, polymorfie, message passing, persistentie, object georiënteerde gebruikersinterfaces, exception handling.

Het vak bestaat uit één keer per week twee uur hoorcollege en wekelijkse practicumopgaven. In de eindopdracht wordt analyse, ontwerp en implementatie volgens Fusion geoefend doordat delen van een thuis-telefooncentrale dienen te worden gerealiseerd. Het eindcijfer volgt uit de beoordelingen van de practicumopgaven en de eindopdracht .

Werkvorm: Hoorcollege en verroosterd practicum.

Toetsing: Eindopdracht

Cursusboek: Derek Coleman et.al., Object-Oriented development, the fusion method, Prentice Hall international editions, 1994, ISBN 0-13-101040-9 , alsmede afdrukken van de slides en practicumopdrachten en een dictaat over de eindopdracht: "De HomeVox"

Literatuur: David Flanagan, Java in a Nutshell, 2nd Edition, 1997, ISBN 1-56592-262-X

Gary Cornell, Cay S. Horstman, Core Java, Sunsoft Java Series, Prentice Hall 1997, package with volume 1 and 2 ISBN 0-13-766965-8 en ISBN 0-13-766957-7,

**Oneindige Processen** (2 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIOP:95)

Docent: H.G. Dehling

Inhoud: In dit college komt de beginnende student in aanraking met de noodzaak een grote precisie in redeneringen te betrachten en leert hij/zij zelf bewijzen te leveren. Aan de orde komen: Iteratie van afbeeldingen, interpolatie, extrapolatie, kleinste kwadraten, natuurlijke getallen, volledige inductie, convergentie in  $\mathbb{R}$ , limieten van rijen, rekenregels, kleinste bovengrens, monotone rijen, recurrentie, evenwichtspunten, (asymptotische) stabiliteit, instabiliteit, periodieke punten, hints of chaos, reeksen, convergentiecriteria, rijen en reeksen van functies.

Werkvorm: Hoorcollege, werkcollege en verroosterd practicum.

Toetsing: Huiswerk, middentoets, eindtoets (evt. herhalingstentamen)

Cursusboek: Dictaat: Oneindige Processen

**Ontwerpen van Bedrijfskundige Systemen (deel 1)** (3 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, BK OBS127)

Zie Studiegids Faculteit Bedrijfskunde

**Operating Systems** (3 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INOS:96)

Docent: J.E. Jonker

Gewenste voorkennis: INC:97

Inhoud: Zonder software is een computer in wezen een onbruikbaar brok materie.

Voorzien van software daarentegen kan een computer informatie opslaan, bewerken en terugvinden, wereldwijde contacten verzorgen, spelletjes spelen en behulpzaam zijn vele andere (on)nuttige zaken. Software is ruwweg te verdelen in twee soorten: systeemprogramma's, die de werking van de computer zelf verzorgen, en toepassingsprogramma's, die taken verrichten voor de gebruikers. Het meest fundamentele systeemprogramma is het operating system, dat alle hulpbronnen (scherm, schijf, toetsenbord, enz.) beheert en de basis verschaft waarop de toepassingsprogramma's gebouwd zijn.

Een modern computersysteem bestaat uit 'e'en of meer processoren, harde schijven, geheugen, toetsenbord, monitor, netwerk interface, en andere input/output apparaten. Als elke programmeur zou moeten weten hoe deze apparaten werken, zouden er niet veel werkende programma's in omloop zijn. Een operating system is een software laag tussen de hardware en de gebruiker. Deze laag bestuurt en beheert de hardware, en biedt aan de gebruiker een virtuele machine, die gemakkelijker te begrijpen en te programmeren is.

Het vak Operating Systems wordt gegeven aan de hand van onderstaand boek, dat met uitzondering van enkele nader te specificeren gedeelten op de voet zal worden gevolgd.

Werkvorm: Hoorcollege en verroosterd practicum.

Toetsing: Schriftelijk, open boek tentamen

Cursusboek: A.S. Tanenbaum, "Modern Operating Systems", Prentice-Hall, ISBN 0-13-588187-0. Aan het eind van elk hoofdstuk bevindt zich een ruime collectie oefenvragen c.q. opgaven.

**Operating Systems Laboratorium** (1 + 2 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INOS-L:96)

Docent: J.H. Jongejan

Inhoud: Het praktisch werk bestaat uit het maken van een toevoeging of wijziging in een bestaand Operating System. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van MINIX, een klein, overzichtelijk systeem waarvan de source code en alle overige programmatuur nodig om een eigen versie te ontwikkelen aanwezig is. MINIX presenteert zich aan de gebruiker net als UNIX<sup>tm</sup>, en is geschreven in de programmeertaal C.

Werkvorm: Voorafgaand aan de uitvoering van het praktische gedeelte worden 12 uur hoorcollege gegeven, gewijd aan de taal C (vergeleken met Pascal) en aan een inleiding in de interne structuur en implementatie van het MINIX-systeem. De opdracht wordt uitgevoerd door een groepje van 2 studenten en afgesloten met een schriftelijk verslag en een demonstratie.

Toetsing: Practicumopdracht

Literatuur: Hand-outs over C. Nader vast te stellen materiaal over de implementatie van MINIX.

**Operationeel Onderzoek I (OR-I)** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, EWBDE001)

Zie pag. 169

**Optimalisering van Regelsystemen** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIORS)

Docent: R.F. Curtain

Inhoud: Dit vak gaat over verschillende klassieke problemen voor systemen die door differentiale vergelijkingen te beschrijven zijn: eerst de theorie van Lyapunov-stabiliteit van d.v.; dan verschillende optimaliseringsproblemen met het brachistochoon van Bernoulli als het bekendste voorbeeld. Wij beschouwen twee oplossingsmethoden: de Hamilton-Jacobi-theorie of dynamisch programmeren en Pontryagin's maximum principe. Dit laatste wordt gebruikt om problemen uit de klassieke variatierekening op te lossen en de Lagrange-vergelijkingen uit de fysica af te leiden. Het laatste onderwerp is tijdsoptimale optimaliseringsproblemen, b.v. hoe kun je het snelst op de maan landen?

De theorie wordt geïllustreerd aan de hand van vele voorbeelden. Verder worden 4 opgaven sets uitgereikt en 2 weken later oplossingen besproken.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: 2 take-home tentamens, één halverwege en één na afloop van de colleges.

Literatuur: Dictaat: H.J. Zwart, Systeem en Besturingstheorie, Universiteit Twente

**Oriëntatie Informatica** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INOI:99)

Docent: H. Bakker

Inhoud: Het vak Oriëntatie Informatica geeft een bloemlezing van een aantal (fundamentele) aspecten van het vakgebied Informatica. De nadruk zal liggen op die onderwerpen die in nagenoeg alle deelgebieden van de informatica een rol spelen, meer dan dat aandacht wordt besteed aan de verschillende toepassingen waarin informatica een rol speelt. In de opleiding (technische) informatica worden de in deze cursus behandelde onderwerpen uitgebreid en verdiept. Op deze wijze geeft dit vak voor alle deelnemers een panorama van de informatica als wetenschap en voor de vakstudenten tevens een vooruitblik op de studie (technische) informatica.

Centraal in de informatica staat het begrip Algoritme. een algoritme is een reken- of handelings-voorschrift dat gegarandeerd het gewenste resultaat oplevert. We behandelen diverse zaken die met algoritmen te maken hebben: talen waarin algoritmen kunnen worden opgeschreven, heuristieken die helpen bij het ontwerpen van algoritmen, methoden om de correctheid van algoritmen te beargumenteren. Ook leren we redeneren over de complexiteit van een algoritme: het aantal rekenstappen dat nodig is om het gewenste antwoord te vinden. De algoritmen die we ontwerpen zullen uiteindelijk moeten worden uitgevoerd door

een machine. We beschrijven twee soorten automaten, de eindige automaat en de Turingmachine, en ontdekken dat de rekenkracht van elk van deze automaten beperkt is: er zijn problemen die te moeilijk zijn om met zo'n automaat op te lossen.

In de hoorcolleges wordt de leerstof gepresenteerd. In de werkcolleges krijg je de gelegenheid om onder begeleiding van een docent de leerstof te verwerken aan de hand van min of meer elementaire oefeningen. Diverse aspecten van de behandelde onderwerpen worden concreet gemaakt, veelal door middel van vraagstukken die moeten worden uitgewerkt in de functionele taal Haskell. Aanluitend op de werkcolleges zijn er practica, waar opgaven zelfstandig moeten worden uitgewerkt. De uitwerkingen moeten, voorzien van een (kort) verslag, worden ingeleverd.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Schriftelijk

### **Oriëntatie Wiskunde** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, W10W:99)

Docenten: J.A. van Maanen en H.W. Broer

Inhoud: Wat is wiskunde en wat doen beroepswiskundigen zoal? Dit zijn vragen die in een kaleidoscopische reeks voordrachten aan de orde komen. Een aantal sprekers zal bestaan uit afgestudeerde wiskundigen, een aantal meer inhoudelijke voordrachten wordt verzorgd door een van beide docenten. Een voordracht betreft Johann Bernoulli's beroemde brachistochrone probleem: wat is de snelste glijbaan tussen twee punten in een verticaal vlak?

Bij dit college is geen boek of syllabus, studenten maken zelf aantekeningen van alle voordrachten. De studenten worden verdeeld in groepjes van twee of drie, en per groepje worden twee voordrachten uitgewerkt tot een schriftelijke presentatie in L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Verder wordt het college afgesloten met een kennistoets.

Practicum: nvt

Toetsing: Twee schriftelijke werkstukken (groepsgewijs) en een kennistoets (individueel)

Cursusboek: nvt

Literatuur: nvt

### **Partiële Differentiaalvergelijkingen** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, W1PDV)

Docent: A.E.P. Veldman

Voorkennis: (Inleiding Mathematische Fysica, Gewone Differentiaalvergelijkingen).

Inhoud: In het college worden partiële differentiaalvergelijkingen (PDV's) en hun oplossingen besproken. De nadruk zal hierbij liggen op die eigenschappen die van belang zijn voor het oplossen van PDV's. Aan de orde komen de volgende onderwerpen: Klassificatie van PDV's, behoudswetten, zwakke formulering, goed-gesteldheid; Hyperbolische vergelijkingen: karakteristieken, Riemann invarianten; Parabolische vergelijkingen: stabiliteit; Elliptische vergelijkingen: maximum principe, Greense functie, potentiaaltheorie. De theorie zal worden toegepast op een aantal praktijkproblemen uit de stromingsleer, zoals schokgolven, watergolven en filevorming in wegverkeer.

Werkvorm: Hoorcollege geïntegreerd met oefeningen.

Toetsing: Standaard

Cursusboek: Dictaat.

**Practicum Simulatie en Implementatie** (2 sp., 3<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '00/'01, INSI-2)

Docent: R. Smedinga

Voorkennis: Simulatie en Implementatie.

Inhoud: Practicum bij het vak Simulatie en Implementatie. Inhoud wordt tijdens dat hoorcollege bekend gemaakt.

Werkvorm: Practicum.

Toetsing: Practicumopdracht

Cursusboek: wordt later bekendgemaakt.

**Practicum Vertalerbouw** (2 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INLAB7)

Docent: J.H. Jongejan

Inhoud: Praktisch werk, aansluitend bij/op het college Vertalerbouw 1.

Werkvorm: Practicum.

Toetsing: Practicumopdracht

Cursusboek: Dictaat

**Presentatie van een Wiskundig Onderwerp** (2 sp., gehele jaar, jaarlijks, WIPW0)

Docent: M.G.W. Bos

Inhoud: De bedoeling van dit seminarium is het krijgen van ervaring in het mondeling en schriftelijk presenteren van een wiskundig onderwerp. De mondelinge presentatie bestaat uit het houden van twee voordrachten voor een groep medestudenten. De schriftelijke presentatie bestaat uit het schrijven van een tekst voor een vooraf gekozen publiek. Het seminarium is een algemene oriëntatie op het presenteren van wiskunde. Het is geschikt voor alle studenten.

Werkvorm: Mondelinge presentaties met nabespreking

Toetsing: Anders

Opmerking: Elk trimester is er plaats voor een beperkt aantal deelnemers; met name het derde trimester is er vaak sprake van overtekening. Bij sterke voorkeur voor een bepaald trimester verdient het aanbeveling om dat aan het begin van het studiejaar aan de docent door te geven.

**Programmacorrectheid** (3 sp., 3<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '00/'01, INPC)

Docent: W.H. Hesselink

Voorkennis: Programmeren B of HIO en  
Discrete Structures.

Inhoud: Toestand en toestandswijziging van de computer. Specificatie van commando's door Hoare triples. Bewijsregels voor toekenning, compositie, conditionele keuze en herhaling. Het afleiden van een invariant voor een herhalingsprogramma uit de postconditie. Linear search en binary search. Winkelhaakprogramma's (saddleback search). Het versterken van de invariant met hulpinformatie (z.g. segmentopgaven). Telprogramma's. Efficiëntieoverwegingen.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Schriftelijk tentamen en toetsen

Cursusboek: Dictaat Programmacorrectheid 98/99

**Programmeren A voor Wiskunde** (2 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INPAW:99)

Docent: onbekend

Inhoud: In het vak Programmeren A worden de eerste beginselen van het programmeren onderwezen. Als taal om de programma's in op te schrijven is gekozen voor PASCAL. In een rustig tempo worden diverse programma-constructies behandeld, waarbij de nadruk in eerste instantie ligt bij het ontwikkelen van algoritmen en in tweede instantie pas bij de manier waarop dit in PASCAL wordt genoteerd. Natuurlijk ontkomen we er niet aan om aan de syntax en (operationele) semantiek van PASCAL uitgebreid aandacht te besteden.

Werkvorm: Hoorcollege, werkcollege en verroosterd practicum.

Toetsing: Anders

Cursusboek: W.J. Savitch: Pascal: an introduction to the art and science of programming (derde of vierde editie), Benjamin/Cummings  
Opgavenbundel Programmeren A

**Programmeren I** (8 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INPI:99)

Docenten: H. Bakker en W.H. Hesselink

Gewenste voorkennis: Orientatie Informatica

Inhoud: Het vak Programmeren I geeft een inleiding in het imperatief programmeren, waarbij als taal is gekozen voor Modula-3.

In het eerste deel van de cursus worden de elementaire constructies uit de taal behandeld, waarbij de nadruk in eerste instantie ligt op het ontwikkelen van algoritmen en in tweede instantie pas op de manier waarop dit in Modula-3 wordt genoteerd. Het werkcollege is bedoeld om aan de hand van elementaire opgaven vat te krijgen op de behandelde onderwerpen. Daarnaast is er een practicum waar de diverse onderwerpen ge-integreerd moeten worden tot correct werkende programma's.

In het tweede deel wordt de aandacht verlegd naar het methodisch ontwerpen van wat grotere programma's. Aan de orde komen onderwerpen als dynamische data-structuren (lijsten en bomen), commando-interpreters, recursive descent parsing (het ontleden en evalueren van rekenkundige uitdrukkingen), backtracking en structurering door middel van modules.

Het hoorcollege ondersteunt daarbij het practicum, waar soms het hele traject van informele specificatie tot eindproduct moet worden doorlopen, terwijl bij andere opdrachten bepaalde bouwstenen al kant en klaar als module gegeven zijn.

Werkvorm: Hoorcollege, werkcollege en verroosterd practicum.

Toetsing: Anders

Cursusboek: S.P. Harbison, MODULA-3, Prentice Hall, ISBN 0-13-596396-6

P.W. Abrahams: UNIX for the Impatient, Addison-Wesley; ISBN 0-201-55703-7  
 Dictaat Programmeren I (in voorbereiding)

## **Programmeren II** (8 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INPII:99)

Docenten: R. Smedinga en J.E. Jonker

Inhoud: Specificatie, ontwerp en implementatie van middelgrote programma's. Ontwerpen, top-down en bottom-up ontwerp. Abstract Data Types. Moduleconcept, partitionering van een programma in modules. Procedures, scope rules, formele procedures. Foutafhandeling. Objecten. Windows.

Werkvorm: Hoorcollege en practicum.

Toetsing: Practicumopdracht

Cursusboek: S.P. Harbison, Modula-3, Prentice Hall, ISBN 0-13-596306-6

## **Project LaTeX/HTML** (2 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INPLH:99)

Docent: J.E. Jonker

Inhoud: Voor het publiceren of presenteren in schriftelijke of elektronische vorm zijn technische hulpmiddelen nodig. Door hun diversiteit, omvang en veelzijdigheid is het gebruik van deze middelen niet altijd even eenvoudig. Bij het project LaTeX/HTML wordt voortgebouwd op de inleiding die in het eerste trimester is gegeven. Over het publiceren via LaTeX en/of op internet en het gebruik van presentatie-ondersteunende programma's als bijvoorbeeld powerpoint zullen op het werkcollege technieken worden besproken, die in de praktische opdrachten verder worden uitgewerkt. Als afsluiting dient een wat groter werkstuk, waarin een wetenschappelijk onderwerp dient te worden gepresenteerd (als artikel, www-pagina of powerpoint-presentatie).

Werkvorm: Werkcollege en verroosterd practicum.

Toetsing: Eindopdracht

Cursusboek: The LaTeX companion, Goossens, Mittelbach, Samarin, Addison Wesley

**Project Meetkunde** (2 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIPM:99)

Docent: M. van der Put

Inhoud: In groepen van drie à vier studenten wordt een college van twee uren voorbereid. Bovendien schrijft ieder groepje een opstel. Een lijst van mogelijke onderwerpen is te vinden in het diktaat.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Zie inhoud”.

Literatuur: Diktaat meetkundige problemen

**Project Numerieke Wiskunde** (2 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIPNW:99)

Docent: I. Hoveijn

Inhoud: Volgt nog

Toetsing: Volgt nog

**Project Programmeren** (2 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INPP:99)

Docent: H. Bakker

Voorkennis: Programmeren I.

Inhoud: Het centrale thema in deze cursus is het vergroten van de vaardigheid in het analyseren en oplossen van (binnen het vakgebied gestelde) problemen.

Bij nagenoeg alle eerstejaars vakken in het studieprogramma worden practica georganiseerd. Hoewel dit lang niet altijd uit elementaire oefeningen bestaat, is het bij de meeste opdrachten redelijk duidelijk welke aangereikte methoden en technieken uit de leerstof aangewend moeten worden om tot een bevredigende oplossing te komen.

Bij dit project is het de bedoeling dat studenten zelf op zoek gaan. De problemen worden informeel gesteld. De modellering wordt aan de deelnemers overgelaten.

Bij elk probleem wordt een eindproduct gevraagd. Dit kan een werkend programma zijn, maar soms wordt alleen een heldere analyse van het probleem gevraagd. Naast schriftelijke verslaglegging wordt ook gevraagd een mondelinge rapportage te verzorgen in de vorm van een voordracht.

Werkvorm: Werkcollege en verroosterd practicum.

Toetsing: Practicumopdrachten

**Projectmanagement** (3 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, BKOPRMNG)

Zie Studiegids Faculteit Bedrijfskunde

**Real-Time Systemen** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INRTS)

Docent: onbekend

Inhoud: Bij bepaalde toepassingen legt de omgeving tijds- en veiligheids-kritische eisen op aan de automatisering. Een variëteit aan technieken om aan zulke eisen te voldoen worden behandeld. Eerst wordt het vakgebied en de fundamentele concepten toegelicht. Vervolgens worden de methoden en algoritmen voor de executie van real-time processen aangegeven, waarna een specifieke real-time programmeertaal de revue passeert.

In het tweede deel verschuift de aandacht naar software betrouwbaarheid. Methoden voor specificatie, verificatie en kwaliteitsverbetering worden aangegeven. Tenslotte zal de praktische toepassing belicht worden.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Eindopdracht

Cursusboek: Hand-outs

Literatuur: (Aanbevolen) Stuart Bennett, "Real-time Computer Control", Prentice Hall 1994.

Opmerking: Het is niet zeker of dit vak in het cursusjaar 99/00 gegeven wordt. Zodra hier meer over bekend is, wordt dit breed aangekondigd.

**Riemann Surfaces** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '99/'00, WIRO)

Docent: M. van der Put

Voorkennis: Functietheorie 1

Inhoud: Na een elementaire inleiding over schoven volgt de definitie van Riemannoppervlak. Veel voorbeelden worden gegeven. Cohomologie, overdekkingen en fundamentealgroepen worden geïntroduceerd. Er volgen berekeningen aan meromorfe functies, divisoren en differentiaalvormen. De stelling van Riemann-Roch, en toepassingen daarvan, wordt behandeld.

Werkvorm: Hoorcollege

Toetsing: Standaard

Cursusboek: Collegedictaat

O. Forster, Riemann Surfaces.

Opmerking: Dit vak wordt eenmalig gegeven.

**Semantiek van Formele Talen** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INSFT)

Docent: J. Terlouw

Voorkennis: Talen en Automaten.

Inhoud: Opzet is: het zorgvuldig en eenduidig toekennen van betekenis aan expressies in formalismen / formele talen (niet alleen programmeertalen, maar ook logische calculi e.d.). Op het college gaat het meer om een overzicht van verschillende methoden, technieken en (concrete) toepassingen dan om een al te diepe wiskundige exercitie — hoewel er voor verder geïnteresseerden wel de mogelijkheid van verwante wiskundig technische projecten (al dan niet in het

kader van dit college) bestaat. Enkele sleutelbegrippen: operationele semantiek, denotationele semantiek, axiomatische semantiek, predikatenlogica, imperatieve programmeertalen, functionele programmeertalen. De nadruk komt te liggen op de semantiek van de functionele taal PCF, die een fragment is van de bekende taal Gofer.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Uniforme huiswerkopdrachten parallel aan het college en daarna hetzij een uniform schriftelijk tentamen, hetzij een tentaminering via individuele opdrachten (scriptie, eventueel gecombineerd met een programmeeropdracht). Nadere mededelingen volgen t.z.t..

Cursusboek: Wordt nog bekend gemaakt.

**Signaalanalyse** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, NASA)

Zie pag. 180

**Signalen & Systemen** (2 + 2 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INS&S:96)

Docenten: J.A.G. Nijhuis en R. Moddemeijer

Inhoud: Het college begint met een wiskundige presentatie van een aantal basisbegrippen en -technieken die gebruikt kunnen worden bij het oplossen van een groot aantal discreet-wiskundige toepassingen in de informatica. Deze toepassingen variëren van de analyse van de tijdscomplexiteit van algoritmen tot het ontwerp van filters bij de verwerking van discrete signalen. Het accent zal vooral komen te liggen op de inzet van de geleerde technieken bij het oplossen van problemen waarmee de informaticus in de praktijk te maken krijgt. Aan de orde komen: Recurrente betrekkingen, machtreeksen en genererende functies, differentievergelijkingen, met toepassingen op de analyse van algoritmen. Asymptotiek van veelvoorkomende combinatorische functies. Laplace- en Fourier-transformatie. Convolutiestelling. Z-transformatie, digitale filters (FIR, IIR en ARMA filters). Meetfouten en rekennauwkeurigheid; ruis en storing; modulatie; quantisatie. Schatten, optimaliseren en regelen.

Werkvorm: Hoorcollege, werkcollege en verroosterd practicum. Tijdens het practicum wordt ingegaan op huiswerk en werken studenten onder leiding aan opgaven die zij deels uitvoeren m.b.v. Matlab of Mathematica.

Toetsing: Anders

Cursusboek: Wordt nader bekendgemaakt.

**Simulatie en Implementatie** (2 sp., 2<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '00/'01, INSENI)

Docent: R. Smedinga

Voorkennis: Basisprogramma informatica

Inhoud: In dit college wordt het modelleren van industriële systemen behandeld. Aan de hand van voorbeelden die oplopend zijn in moeilijkheidsgraad wordt het formalisme chi beschreven waarmee het dynamisch gedrag van (discrete-event)

industriële systemen kan worden onderzocht. De behandelde onderwerpen in opsomming: industriële systemen, systemen en modellen, machines en communicatie, buffers en lijsten, transportbanden en tuples, magazijnen en functies, clusters van machines en gesorteerde lijsten, job-shop systemen en bundels, industriële toepassingen.

Practicum: zie pag. 151

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Standaard

Cursusboek: Wordt later bekendgemaakt.

Opmerking: Er is een bijbehorend practicum, zie pag. 151

### **Software Engineering** (3 sp., 3<sup>e</sup> trim., '99/'00, INSE)

Docent: onbekend

Inhoud: Software Engineering betreft de problematiek van de specificatie, het ontwerp, de implementatie en de noodzakelijke wijzigingen (onderhoud) van omvangrijke software. Het gaat hierbij om programmatuur die 'voor anderen' (de klant(en)) en 'met anderen' gemaakt wordt. Economische en technologische randvoorwaarden spelen hierbij een grote rol.

In deze cursus staat het streven naar software van hoge kwaliteit voor het beoogde gebruik centraal. Getracht wordt om dit kwaliteitsbegrip waar mogelijk te kwantificeren. In de cursus wordt ook aandacht besteed aan het gebruik van formele technieken (specificatie, correctheid) om te komen tot kwaliteitssoftware. Onderwerpen: kwaliteitseisen, functionele eisen, formalisatie en kwantificatie van eisen, het gebruik van abstractiem, separation of concerns, complexiteit, het software-constructie-proces, requirements, (in)formele specificatie, software componenten, Top-down en bottom-up ontwerp, validatie van software, software onderhoud, project planning en management.

Werkvorm: De cursus Software Engineering wordt gegeven in de vorm van een werkgroep. Deze vorm vraagt een grote inzet en zelfwerkzaamheid van de deelnemers.

Toetsing: Anders

Cursusboek: Wordt nader bekendgemaakt.

### **Softwareproject** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INSP:96)

Docent: J.H. Jongejan

Inhoud: Het doel van dit project is om studenten ervaring op te laten doen met het ontwerpen, implementeren en wijzigen van een middelgroot programma. Dit project is de afsluiting van het programmeeronderwijs in het curriculum. Van de student wordt verwacht dat hij/zij alle eerder onderwezen methoden en technieken in het kader van een middelgroot softwareproject in praktijk kan brengen. Er wordt gewerkt in groepsverband. De groepsgrootte is 5 'a 7.

Werkvorm: Practicum.

Toetsing: Eindopdracht

**Statistiek voor Beta's** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WISB:99)

Docent: T. Mikosch

Inhoud: Doel van het college is om een elementaire inleiding in de toegepaste statistiek te geven. In het begin worden descriptieve statistische methoden behandeld. Daarna wordt een korte inleiding in de kansrekening gegeven (kansverdelingen, discrete en continue stochasten, verwachtingswaarde en variantie, functies van stochasten, klassen van verdelingen die voor de statistiek van belang zijn). Er wordt speciaal aandacht besteed aan de methoden van de statistiek (schatten van parameters, betrouwbaarheidsgebieden, maximum likelihood methode, methode van de kleinste quadraten, toetsen van hypothesen, lineaire modellen). Het college wordt gegeven aan de hand van onderstaand boek.

Practicum: Bij dit college hoort een computer practicum. Details worden op college bekend gemaakt.

Toetsing: Anders

Cursusboek: Robert V. Hogg, Johannes Ledolter, Applied Statistics for Engineers and Physical Scientists, Prentice-Hall, Engineering/Science/Mathematics, 2nd edition, 1992.

**Statistische Methoden** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '99/'00, WISTM)

Docent: W. Schaafsma

Voorkennis: Inleiding Statistiek.

Inhoud: Hoewel de wiskundig-statistische onderbouwing niet geheel wordt verwaarloosd wordt het accent gelegd op allerlei methoden uit de statistische praktijk:  $\chi^2$ -toetsen, variantie en covariantie-analyse, parameter vrije methoden: Wilcoxon-toetsen, Spearman's  $\rho$ , Kendall's  $\tau$ , Kruskal-Wallis e.d.. Nu en dan worden moeilijke onderwerpen aangeroerd maar de bedoeling is: Kookboek statistiek.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: In principe mondeling (Bij voldoende deelname wordt een schriftelijk tentamen georganiseerd)

Cursusboek: Dictaat.

**Storingsrekening** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '99/'00, WISR)

Docent: onbekend

Inhoud: Expliciete berekening van de evolutie van een niet-lineair systeem is meestal zeer moeilijk. Een notoir voorbeeld hiervan is het drie-lichamen probleem uit de Astronomie. Een belangrijk (en lange tijd enige) hulpmiddel bij dit soort problemen is de Storingsrekening, waarbij naar mogelijkheden wordt gezocht het onderhavige systeem eenvoudig te benaderen.

Van de eenvoudiger systemen worden we dan geacht veel te weten aangaande evenwichts-, periodieke en andere specifieke oplossingen en aangaande invariante variëteiten. Het gaat er dan om deze informatie over te dragen naar het oorspronkelijke systeem. Een belangrijk wiskundig hulpmiddel hierbij is de Impliciete Functiestelling in een aantal varianten.

De dynamische systemen die aan de orde komen zijn overwegend stelsels gewone differentiaalvergelijkingen. Voorbeelden en toepassingen liggen vaak in de sfeer van aangedreven of gekoppelde oscillatoren.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Anders, meestal een take home tentamen

### **Stromingsleer** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WISL)

Docent: H.W. Hoogstraten

Inhoud: Stromingen van vloeistoffen en gassen zonder wrijving: de Eulervergelijkingen, stellingen van Kelvin, Helmholtz en Bernoulli, rotatievrije stromingen, potentiaalstromingen (twee- en drie-dimensionaal), golfverschijnselen. Stromingen van viskeuze vloeistoffen: de Navier-Stokesvergelijkingen, getal van Reynolds, Couette- en Poiseuillestroming, de energievergelijking.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Anders

Cursusboek: Dictaat Stromingsleer.

### **Systeemontwikkelingspraktijk** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, BKSOPR)

Zie pag. 183

### **Systeemontwikkelingstheorie** (3 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, BKSOTH)

Zie pag. 183

### **System Modelling** (3 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INSM)

Docent: L. Spaanenburger

Voorkennis: Fuzzy Logic en Neural Networks.

Inhoud: Kennismaking met de toepassingmogelijkheden van computationele intelligentie met in het bijzonder neurale netwerken en fuzzy logic. Ontwikkeling van de kennis en vaardigheden om een verantwoorde keuze te kunnen maken tussen de verschillende oplossingsmethodieken (bijv. leren versus programmeren). Interpretatie en beoordeling van de kwaliteit en betrouwbaarheid van het uiteindelijke resultaat. Onderwerpen die aan de orde komen: systeem eigenschappen, statistische schattingsmethoden, interpretatie van meetdata, leren versus adaptatie, chaotische data, meetdata en voorkennis, neuro-fuzzy systemen, toepassingen binnen regeltechniek, signaalbewerking, beeldbewerking, stabiliteit, sensor fusie, kennis acquisitie, ontwikkeltraject, case studies. Ter afsluiting van het college moet met een groep van 2 tot 3 studenten een praktisch probleem voor een firma worden opgelost. Aan de opdracht zijn minimaal een tweetal bezoeken aan het belanghebbende bedrijf verbonden.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Beoordeling vindt plaats aan de hand van een schriftelijke en een mondelinge rapportage (bij het bedrijf) van de opdracht.

Cursusboek: Hand-outs.

**Systolic Parallel Processing** (3 sp., 1<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '00/'01, INSP)

Docent: N. Petkov

Voorkennis: Organisatie van Computersystemen of HIO en APPHPS.

Inhoud: The course presents the systolic array concept emphasizing its importance for the efficient use of massively-parallel computers. A large number of systolic algorithms are given for different computational problems: linear algebra, operations with polynomials, signal processing, comparison problems, dynamic programming, computational geometry, etc. Techniques for the construction and efficiency improvement of systolic algorithms are presented and illustrated by a number of examples. A methodology for the systematic design of systolic algorithms and a technique for their partitioning are given. The course is a concise presentation of the most important results and methods which have been obtained in the last decade in this area of parallel processing.

Werkvorm: Hoorcollege en verroosterd practicum.

Toetsing: Schriftelijk

Cursusboek: N. Petkov: *Systolic Parallel Processing* (Amsterdam: North-Holland, 1993) Vol. 5 in the series *Advances in Parallel Computing*. (Het boek kan verkregen worden tegen een speciale prijs tijdens de dictatenverkoop (IWI 36).)

**Talen en Automaten** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INTA)

Docent: H. Bakker

Voorkennis: Discrete Structuren.

Inhoud: Grammatica's, talen, automaten, berekenbaarheid en NP-volledigheid.

Formele talen worden gespecificeerd met behulp van een grammatica. Door het opleggen van steeds sterkere eisen aan grammatica's ontstaat een hiërarchie van formele talen: de Chomsky hiërarchie. Bij elke klasse in deze hiërarchie ontwikkelen we een machinemodel: eindige automaten, stapelautomaten, begrensde automaten en Turingmachines.

Bij elke klasse van talen worden eigenschappen geformuleerd: geslotenheid onder bepaalde operaties en pomplementa's.

We ontdekken dat er problemen zijn die niet met behulp van computers kunnen worden opgelost (onberekenbaarheid) en we besteden enige aandacht aan complexiteitstheorie (NP-volledigheid).

Werkvorm: Er wordt geen hoorcollege gegeven.

Van de studenten wordt verwacht dat zij zelfstandig het aangegeven dictaat bestuderen en de aangegeven opgaven uitwerken. Tijdens de contacturen zal er gelegenheid zijn vragen te stellen over de theorie, maar de nadruk zal moeten liggen op het uitwerken van de oefeningen.

Toetsing: Schriftelijk

Cursusboek: Dictaat Talen en Automaten (1999).

**Technische AI** (2 + 2 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INTAI)

Docent: J.A.G. Nijhuis

Inhoud: Een introductie op computationele intelligentie. Naast klassieke technieken zoals semantische netwerken, expert systemen, etc. zullen ook neurale netwerken, fuzzy logic en genetische methoden bekeken worden. Na deze algemene introductie in het gebied van de computationele intelligentie wordt de verbinding gemaakt met het realiseerbaar zijn van de verschillende technieken middels toepassings specifieke hardware (embedded systems). Wat zijn embedded systems? Welke mogelijkheden en beperkingen worden door de gebruikte c.q. beschikbare hardware opgelegd? Wat is er in de praktijk terug te vinden van computationele intelligentie, welke rol speelt het MIQ (Machine Intelligentie Quotiënt), op welke manier kunnen systemen intelligent gemaakt worden? Het accent van het college zal uiteindelijk liggen op het gebruik van computationele intelligentie binnen productie omgevingen en consumenten producten waarbij doorvoersnelheid, prijs, betrouwbaarheid, kosten, en kwaliteit van doorslaggevende betekenis zijn.

Werkvorm: Hoorcollege en verroosterd practicum. Een aantal colleges zullen als werkcollege gegeven worden, waarbij de student de uitleg van de docent direct moet toetsen middels uitvoering op een PC.

Toetsing: Practicumopdracht

Cursusboek: Dictaat

**Technology Mapping** (3 sp., 2<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '00/'01, INTM)

Docent: L. Spaanenburg

Inhoud: De diverse stappen in het ontwerptraject van architectuur naar implementatie worden achtereenvolgens behandeld. Na een inleiding tot de hardware specificatie taal VHDL volgen concepten en algoritmische methoden voor de hoog-niveau optimalisatie van digitale systemen. Na een korte illustratie van het gebruik van VHDL in dit traject verschuift de aandacht naar directe uitvoeringsvormen in een mengvorm van hardware en software (CoDesign). Aan de orde komen de Field-Programmable Gate-Array, en real-time software op Digitale Signaal Processoren. Tenslotte passeert de college-stof nog eenmaal het voetlicht aan de hand van de bespreking van een real-time meetsysteem.

Werkvorm: Hoorcollege en practicum.

Toetsing: Practicumopdracht

Cursusboek: wordt nader bekend gemaakt

**Telematicasystemen** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INNTS-3)

Docent: onbekend

Inhoud: De snelle ontwikkelingen in datacommunicatie en informatica leiden tot allerlei nieuwe toepassingen. Een greep daaruit is bijvoorbeeld Mobile Computing, Electronic Commerce, Distributed Multimedia of Extranet. Deze toepassingen stellen bedrijven in staat om op een heel andere manier zaken te doen, doelstellingen op een andere manier te verwezenlijken of geheel nieuwe doelen te formuleren. De effecten op organisaties zijn dan ook vaak niet gering. De beschikbare infrastructuur binnen een bedrijf wordt echter al snel zo complex dat weer allerlei extra technieken nodig zijn om het geheel beheersbaar te houden. Daarbij kan je denken aan Network Management, Security, Network Performance, Network Computing en IT-beheer. In tegenstelling tot de eerder genoemde toepassingen geldt voor deze technieken dat ze uitsluitend aan de kostenkant van een bedrijf werken. De voordelen van alle nieuwe ontwikkelingen kunnen pas worden benut als deze ontwikkelingen op een efficiënte en effectieve manier in organisaties worden ingebed. In dit college wordt aandacht besteed aan nieuwe technologie en de bijbehorende organisatorische consequenties.

Werkvorm: Hoorcolleges (3 uur per week) en groepswerk. De eerste hoorcolleges worden door de docenten verzorgd. Bij het college geldt een aanwezigheidsplicht. Er worden werkgroepjes gevormd. Elke werkgroep verzorgt een presentatie over een bepaald onderwerp en schrijft daar een referaat over.

Toetsing: Anders

Cursusboek: Dictaat: Organisatica, J. Valens

Opmerking: 1. Dit vak wordt ook gegeven voor TBW studenten.

2. Het is niet zeker of dit vak in het cursusjaar 99/00 gegeven wordt. Zodra hier meer over bekend is, wordt dit breed aangekondigd.

### **Toegepast Symbolisch Rekenen** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '99/'00, INTSR)

Docent: G. Vegter

Inhoud: De cursus begint met een korte inleiding in het gebruik van een computer-algebra pakket (Mathematica) voor het oplossen van wiskundige problemen. Daarbij wordt ingegaan op de formele manipulatie van polynomen, rationale functies, machtreeksen, differentiatie en integratie, lineaire algebra en het oplossen van stelsels vergelijkingen. Vervolgens komen meer geavanceerde aspecten aan de orde, zoals de diverse programmeerstijlen van Mathematica (imperatief, functioneel, rule-based programming), grafische weergave, ontwerp en implementatie van packages. Alle onderwerpen worden gepresenteerd aan de hand van voorbeelden en demo's uit de wiskunde en de natuurwetenschappen.

Werkvorm: Hoorcollege en practicum.

Toetsing: Anders

Literatuur: Stephen Wolfram: *Mathematica, A system for doing mathematics by computer*, Versie 3.0, Addison Wesley Publishing Company.

Opmerking: De cursus is bedoeld voor studenten met belangstelling voor het computer-ondersteund oplossen van wiskundige problemen uit de eigen specialisatie. De cursus is in principe geschikt voor alle  $\beta$ -studenten die de vereiste voorkennis hebben.

**Vertalerbouw 1** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INVB1)

Docent: J.H. Jongejan

Voorkennis: Programmeren C, Specificatie en Ontwerp van Programma's of HIO.

Inhoud: – Het gebruik van reguliere expressies en eindige automaten bij de constructie van lexical scanners.

- Top-down en bottom-up ontleedtechnieken en de samenhang met stapelautomaten.
- LL methoden: LL(1) parsers en hoe deze te construeren (parsergenerator)
- LR methoden: LR(0), SLR(1), LALR(1) en LR(1) parsers en hoe deze te construeren (parsergenerator)
- Error-recovery strategieën voor de LL en LR ontleders
- Attributengrammatica's
- Afbeelding van Algol-achtige talen op conventionele machines
- Codegeneratie en verbetering daarvan (optimalisatie)

Zie ook Practicum Vertalerbouw.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Schriftelijk

Cursusboek: "Compiler Design", Reinhard Wilhelm, Dieter Maurer, Addison-Wesley, 1995.

**Vertalerbouw 2** (1 + 2 sp., 3<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '00/'01, INVB2)

Docent: E.J. Dijkstra

Voorkennis: Vertalerbouw 1 en Practicum Vertalerbouw.

Inhoud: – praktische constructie van een vertaler;

- het gebruik van hulpmiddelen hierbij (scanner/parser generatoren);
- afbeelding op de doelmachine; runtime omgeving;
- codegeneratie;
- optimalisatietechnieken;
- (semi)-automatische constructie van code generatoren.
- bestudering structuur van de Oberon-2 vertaler

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Eindopdracht

Literatuur: wordt nader bekend gemaakt.

**Voortgezet Programmeren** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INVP-4)

Docent: onbekend

Voorkennis: Inleiding Programmeren of Programmeren A.

Inhoud: Dit vak is bedoeld als een vervolg op een inleidend programmeervak met als programeertaal "Pascal" zoals "Programmeren A voor Wiskundeöf de RC-cursus "Inleiding Pascal". Naast een algemene verhoging van de programmeervaardigheid zal sterk de nadruk liggen op software engineering aspecten zoals het verhogen van de kwaliteit, structuur en herbruikbaarheid van de door de student geschreven software. Bij het practicum dienen studenten wekelijks kleinere en vaak samenhangende problemen, bij voorkeur ontleend aan de wiskunde of natuurkunde, op te lossen. Naast het programmeren gaan de studenten elkaars werk testen en reviewen.

Practicum: vijf sets met opgaven om de behandelde stof te oefenen en één eindopdracht

Werkvorm: Hoorcollege, werkcollege en practicum.

Toetsing: Practicum en schriftelijk tentamen

Cursusboek: Dictaat: Voortgezet Programmeren

Opmerking: Van het college bestaat ook een 3 sp. variant, zie pag. 189.

**Voortgezet Programmeren voor Wiskunde en Natuurkunde** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INVPS)

Docent: R. Moddemeijer

Voorkennis: Programmeren A voor Wiskunde of RC-cursus Inleiding Pascal

Inhoud: Dit vak is bedoeld als een vervolg op een inleidend programmeervak met als programmeertaal "Pascal" zoals "Programmeren A voor Wiskunde" of de RC-cursus "Inleiding Pascal". Naast een algemene verhoging van de programmeervaardigheid zal sterk de nadruk liggen op software engineering aspecten zoals het verhogen van de kwaliteit, structuur en herbruikbaarheid van de door de student geschreven software. Bij het practicum dienen studenten wekelijks kleinere en vaak samenhangende problemen, bij voorkeur ontleend aan de wiskunde of natuurkunde, op te lossen. Naast het programmeren gaan de studenten elkaars werk testen en reviewen.

Naast een algemene verhoging van de algoritmische vaardigheid worden in het bijzonder recursie, parsing, dynamische datastructuren, Abstracte Data Types en modules behandeld.

Practicum: Wekelijks een programmeer-, test- en reviewopdracht.

Werkvorm: Hoorcollege, werkcollege en practicum.

Toetsing: Schriftelijk en Practicumopdrachten

Cursusboek: Dictaat An Introduction to the Art & Science of Programming Pascal, W. Savitch

**Wavelets in Signaal- en Beeldbewerking** (3 sp., 3<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '99/'00, INW)

Docent: J.B.T.M. Roerdink

Voorkennis: K&O 2: Oppervlakken en Velden en Lineaire Algebra 1 of HIO.

Inhoud: Signaaldecompositie, Fourier analyse vs. wavelet analyse, de continue wavelet transformatie, tijd – frequentie analyse. De discrete wavelet transformatie, inversieformules. Multiresolutie-analyse, wavelet decompositie en reconstructie. Filterbanken, subband codering. Toepassingen: analyse van (spraak)signalen, beeldbewerking, video compressie, volume visualisatie.

Practicum: Opdrachten m.b.v. het pakket MATLAB.

Werkvorm: Hoorcollege en practicum.

Toetsing: Verplicht praktikum en eindopdracht

Cursusboek: M. Vetterli and J. Kovačević: "Wavelets and Subband Coding", Prentice-Hall, 1995, ISBN: 0-13-097080-8.

**Werkgroep Artificial Intelligence & Evolutionary Computing** (2 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INWGAI&EC)

Docent: J.A.G. Nijhuis

Inhoud: Verschillende onderwerpen uit de wereld van de computationele intelligentie welke niet in de colleges Neural Networks en/of Fuzzy Logic aan bod gekomen zijn o.a.: natuurlijke evolutie (Darwinisme), genetische algoritmes, evolutionary programming, intelligent gedrag, coëvolutionary Adaptatie, Machine Intelligentie Quotiënt (MIQ). Naast een inhoudelijke beschrijving van de verschillende methoden zal de werkgroep ook aandacht besteden aan de toepasbaarheid. Tijdens de bijeenkomsten houden de studenten voordrachten welke in overleg met de docent worden voorbereid.

Werkvorm: Spreekbeurten, eventueel schriftelijk verslag.

Toetsing: Per spreekbeurt in principe 2 sp. Bijkomende voorwaarde is aanwezigheid en participatie in de discussie.

Literatuur: D.B. Fogel, Evolutionary Computation, IEEE Press, 1995, ISBN 0-7803-1038-1.

**Werkgroep Parallel and High Performance Computers** (3 sp., 2<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '99/'00, INWG-P&HPS:97)

Docent: N. Petkov

Voorkennis: Organisatie van Computersystemen en APPHPS.

Inhoud: The technological innovation in the area of high performance computing is very high. The leading vendors announce a new product every 1.5 years. The purpose of this seminar is to review recent parallel and high performance computers. The student has to study vendor information and scientific and technical articles and prepare a report and an oral presentation on the architecture, performance, programming facilities, etc. of a recent parallel or high performance computer product. The student will be helped by the supervisor in the preparation phase with literature and advice on the structure and form of the report and the oral presentation.

Werkvorm: Werkcollege.

Toetsing: voordracht

Literatuur: Vendor information and recent scientific and technical articles

**Werkgroep Statistische Consultatie** (2 sp., gehele jaar, jaarlijks, WIWSC)

Docenten: T. Mikosch , H.G. Dehling , A.G.M. Steerneman , D. Salomé , W. Schaafsma en V. Fidler

Voorkennis: Inleiding Statistiek.

Inhoud: Het betreft onderwerpen uit de statistische consultatie, gedeeltelijk oude, waarover door studenten dan een voordracht wordt gehouden, gedeeltelijk nieuwe, waarbij de aanbrengrer van het probleem dan als spreker optreedt. Soms is de voordracht meer theoretisch van aard. Afstudeerders en promovendi rapporteren

over hun tussentijdse bevindingen. Statistische pakketten komen soms aan de orde. Onderwerpen uit het verleden zijn: controverser bij  $C^{14}$  methode – multipliciteit van  $\gamma$  stralen – verdeling van aantal nucleoli per nucleus – voorspellen aantallen migraties – effect van thymectomie op de ziekte myasthenia gravis – effect op uitstoot van kwalijke stoffen als benzine wordt vermengd met ethanol – statistische factoriële proefopzetten, enz.

Werkvorm: Spreekbeurten en eventueel schriftelijk verslag.

Toetsing: Per spreekbeurt in principe 2 sp. Bijkomende voorwaarde is geregelde aanwezigheid en participatie in de discussie. Meerdere spreekbeurten mogelijk.

**Wetenschap in de Samenleving** (2 sp., 2<sup>e</sup> trim., '99/'00, FI94HA3)

Zie pag. 173

**Wetenschappelijke Visualisatie** (3 sp., 1<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '99/'00, INWV)

Docent: J.B.T.M. Roerdink

Voorkennis: Lineaire Algebra 1 of HIO en

Programmeren B of Voortgezet Programmeren.

Gewenste voorkennis: INCG

Inhoud: De plaats van visualisatie bij wetenschappelijk onderzoek: computational cycle. Het visualisatieproces volgens de visualisatiepijplijn. Numerieke simulaties en meetprocedures. Selectietechnieken voor data preparatie. Mogelijkheden voor visuele uitdrukking van gegevens (positie, tijd, vorm, grootte, kleur, transparantie, textuur). Afbeelden van 3D grafische representaties (transformaties, perspectief, belichting, shading). Elementen van menselijke perceptie. Volume-visualisatie: slicing, iso-oppervlakken; directe volume rendering door ray casting, voxel projectie, splatting, Fourier rendering; hybride rendering; multimodale rendering. Toepassingen in 'medical imaging'. Vectorveldvisualisatie: experimentele methoden, deeltjesmethode, probing, flow field topology. Visualisatie van moleculaire structuren.

Practicum: Data uit diverse vakgebieden in beeld brengen en interpreteren via verschillende visualisatietechnieken. Er wordt gebruik gemaakt van een visualisatiepakket.

Werkvorm: Hoorcollege en practicum.

Toetsing: Schriftelijk en verplicht praktikum

Cursusboek: Dictaat

**Wetenschapsethiek** (2 sp., 3<sup>e</sup> trim., '99/'00, FI94TK7)

Zie pag. 173

**Wetenschapsfilosofie** (2 sp., 1<sup>e</sup> trim., '99/'00, FI94GS)

Zie pag. 174

**Wetenschapsgeschiedenis** (2 sp., 2<sup>e</sup> trim., '99/'00, FI94JN)

Zie pag. 174

**Wiskunde 1 voor Chemie & Informatica** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIW1CI:99)

Docent: R.W.C.P. Verstappen

Inhoud: In het vak Wiskunde 1 komen veel gebruikte wiskundige technieken aan de orde. De nadruk ligt op het leren gebruiken van elementaire wiskundige gereedschappen. De basisuitrusting van de gereedskist bevat: - een spoedcursus differentiëren en integreren; - een introductie in het gebruik van Mathcad; - vectoren en krommen; - complexe getallen en elementaire complexe functies; - een inleiding in de lineaire algebra; - recepten voor het oplossen van differentiaalvergelijkingen; - en wat kansrekening. Daarnaast bevat deze cursus de nodige doorkijkjes naar praktische toepassingen.

Practicum: Mathcad

Werkvorm: Hoorcollege, werkcollege en practicum.

Toetsing: Schriftelijk

Cursusboek: Erwin Kreyszig: Advanced Engineering Mathematics (8th ed.) en dictaat

**Wiskunde 2 voor Informatici** (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIW2I:99)

Docent: E.F.F. Botta

Inhoud: Wordt later bekend gemaakt.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Schriftelijk

**Wiskunde en Samenleving** (2 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, FI95PL)

Zie pag. 175

**Wiskundige Informatica** (3 sp., 2<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '00/'01, INWIN)

Docent: W.H. Hesselink

Gewenste voorkennis: Programmacorrectheid en Discrete Structuren, Logica of Algebra 1.

Inhoud: Predicatenrekening. Predicate transformers. Betekenis en correctheid van programma's volgens Hoare-triples en zwakste precondities. Totale en partiële correctheid. Sequentiële compositie, non-deterministische keuze, guards en de toekenning. Recursie en repetitie. De invariantenstelling voor de herhaling. Bewijsregels voor recursieve procedures. Formele bewijzen van incorrectheid. De formele definitie van de zwakste precondities van recursieve procedures. Inductiestellingen, hun bewijzen en toepassingen. De relationele semantiek van programma's en disjunctiviteitseigenschappen van wp's.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Standaard

Cursusboek: W.H. Hesselink, Programs, recursion and unbounded choice. Cambridge University Press 1992



## *Inhoudsbeschrijving van colleges buiten de vakgroepen Wiskunde en Informatica*

### 14.1 Econometrie

De vakgroep econometrie biedt studenten wiskunde en studenten informatica onderdelen aan van de drie econometrische hoofdvakken, te weten Operationeel Onderzoek (OR), Wiskundige Economie (WE), Econometrie (Ectrie) en van het vak Statistiek.

Bovendien wordt in het 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> trimester van het 1<sup>e</sup> jaar het college Modelleren gegeven (4 punten). Hoewel aan te bevelen als inleiding op andere colleges van econometrie, is dit vak niet strikt noodzakelijk.

Wil men relatief veel punten besteden aan boven vermelde vakken, dan is overleg aan te raden. Voor inlichtingen kunnen geïnteresseerde studenten zich wenden tot Drs. D.G. Veenhuizen, kamer 208 WSN, tel. 363 3719.

Bovendien kunt u voor meer informatie over de hierna volgende vakken de studiegids van de Faculteit der Economische Wetenschappen raadplegen.

#### – Operationeel Onderzoek (OR)

In het 2<sup>e</sup> trimester van het 2<sup>e</sup> jaar wordt elk jaar het college OR-I gegeven (4 studiepunten). Dit vak kan ook door eerstejaars worden gevolgd. In OR-I worden optimaliseringsmodellen en optimaliseringstechnieken behandeld waarin het toeval niet aanwezig is. Dit soort modellen en technieken noemen we *deterministisch*.

In het 2<sup>e</sup> trimester van het 3<sup>e</sup> jaar wordt elk jaar het college OR-II gegeven (4 studiepunten). In dit college komen beslissingsmodellen aan de orde waarin onzekerheid of tijd een belangrijke rol spelen.

De vakken OR-I en OR-II vormen een inleiding op het vak OR. De sectie OR biedt de volgende keuzevakken aan (elk 4 studiepunten):

- kwantitatieve logistiek (1<sup>e</sup> trimester),
- simulatie(2<sup>e</sup> trimester),
- modelbouw voor operations research (3<sup>e</sup> trimester),
- niet-lineair programmeren (1<sup>e</sup> trimester; overleg vooraf met de docent),
- stochastisch programmeren (3<sup>e</sup> trimester),

- OR-problemen in ontwikkelingslanden (2<sup>e</sup> trimester; overleg vooraf met de docent).

### – **Wiskundige Economie (WE)**

In het 2<sup>e</sup> trimester van elk jaar worden twee inleidende colleges in de wiskundige economie gegeven, te weten het college WE-I en het college WE-II (elk 4 studiepunten). Tijdens het college WE-I wordt aandacht besteed aan modellen en methoden uit de economische dynamica en aan de input-output analyse. In het college WE-II wordt ingegaan op modellen die een beschrijving geven van het gedrag van individuele economische subjecten en op de algemene evenwichtstheorie. Beide colleges zullen zonder specifieke voorkennis toegankelijk zijn voor wiskunde-studenten.

Naast deze inleidende colleges verzorgt de sectie Wiskundige Economie de volgende keuzevakken (van elk 4 studiepunten):

- speltheorie (3<sup>e</sup> trimester),
- bedrijfstakorganisatie(3<sup>e</sup> trimester),
- toegepaste algemene evenwichtsanalyse(1<sup>e</sup> trimester; overleg vooraf met de docent),
- wiskundig-economische analyse van financiële markten(2<sup>e</sup> trimester).

### – **Econometrie**

In het 3<sup>e</sup> trimester van het 2<sup>e</sup> jaar wordt Econometrie-I gegeven. Dit vak kan gevolgd worden door studenten met kennis van de wiskundige statistiek. Het vak geeft een inleiding in het lineaire regressiemodel met de complicaties die men in de praktijk tegenkomt.

Econometrie-II, dat in het 2<sup>e</sup> trimester van het 3<sup>e</sup> jaar gegeven wordt, is een vervolg en behandelt tijdreeksen, simultane stelsels en keuzemodellen.

Naast deze inleidende cursussen worden er ook doctorale keuzevakken (van elk 4 studiepunten) gegeven die voor wiskunde-studenten met voldoende statistische kennis goed te volgen zijn. Deze vakken zijn:

- \* Theoretische econometrie (3<sup>e</sup> trimester),
- \* Financiële Econometrie(3<sup>e</sup> trimester; overleg vooraf met de docent),
- \* Micro Econometrie (1<sup>e</sup> trimester),
- \* Dynamische Econometrie(2<sup>e</sup> trimester).

### – **Statistiek**

Voor studenten met kennis van de mathematische statistiek is het mogelijk een aantal doctorale keuzevakken statistiek (van elk 4 studiepunten) te volgen. Deze vakken zijn:

- \* Toegepaste Statistiek (3<sup>e</sup> trimester)

- \* Steekproeftheorie (3<sup>e</sup> trimester)
- \* Actuarial 1 (schadeverzekeringen)(2<sup>e</sup> trimester)
- \* Actuarial 2 (levensverzekeringen)(1<sup>e</sup> trimester)

Deze laatste twee vakken zijn onafhankelijk van elkaar te volgen.

## 14.2 Alfa-informatica

De opleiding Alfa-informatica biedt vakken aan waarin inzichten uit de informatica en informatiekunde worden toegepast op het gebied van de Letteren. Met name technieken voor het automatisch verwerken van tekst, spraak, en beeld staan centraal. In principe zijn alle colleges toegankelijk voor bijvakkers. Voor studenten Informatica zijn vooral de vakken op het gebied van de computationele taalkunde (Natuurlijke Taalverwerking, Natuurlijke-taalinterfaces, Capita Selecta Natuurlijke Taalverwerking) en de tekstanalyse (Tekstmanipulatie, Elektronisch Publiceren, en Tekstmarkering) interessant.

De mogelijkheden van keuzevakken Alfa-Informatica of een bijvak Alfa-Informatica (zie ook § 10.4) staan vermeld in de studiegids Alfa-Informatica. Nadere inlichtingen zijn te verkrijgen bij de studieadviseur Alfa-Informatica dr. G. Bouma, tel. 363 5937.

## 14.3 Faculteit der Wijsbegeerte

### Aanbod van Algemeen Vormend Onderwijs

**Filosofie van de Natuurwetenschappen** (2 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, FIFINAT2)

Docent: G.J. Stavenga

Inhoud: In dit college gaat het primair om een filosofische doordenking van de recente chaos- en zelforganisatietheorie. Daarnaast komen ook de relativiteitstheorie en de quantumtheorie aan de orde. Het onderzoek op het gebied van de thermodynamica van irreversibele processen en algemener van de zelforganisatie van open systemen staat tegenwoordig erg in de belangstelling. De inzichten die dat oplevert worden op veel gebieden toegepast. Prigogine heeft niet alleen aan de irreversibele thermodynamica een bijdrage geleverd, maar ook aan de filosofische doordenking ervan. In dit college wordt zijn betoog over de betekenis van de jongste conceptuele ontwikkelingen voor het geheel van de cultuur kritisch geëvalueerd.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: schriftelijk tentamen of paper (in dit geval 4 sp.)

Cursusboek: I. Prigogine and I. Stengers: *Order out of chaos*, man's new dialogue with nature, (Toronto Bantam Books 1984 (Ned. uitg.: Orde uit chaos, 1985).

Opmerking: Informatie over tijd en plaats bij Dr. F.J. van Steenwijk, onderwijscoördinator Natuurkunde. Door het schrijven van een paper i.p.v. deelname aan het schriftelijke tentamen kunnen nog 2 extra studiepunten behaald worden

**Informatica en Ethiek** (2 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, FID96PL1)

Docent: P.B. de Laat (onder voorbehoud)

Inhoud: Centraal in dit college staat de beroepsuitoefening van informatici, en ethische vragen die deze oproept. De volgende thema's komen aan de orde:

- maatschappelijke verantwoordelijkheid van de informaticus
- eigendomsrechten op software
- computers en privacy
- computermisdaad, hacking en virussen
- kwetsbaarheid van de gecomputeriseerde maatschappij
- verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid inzake software

Werkvorm: Hoorcollege en bestudering cases.

Toetsing: Schriftelijk

Cursusboek: Dictaat

Opmerking: Dit college is het specifiek op informatica toegesneden vervolg op het algemene AVO-college Wetenschapsethiek. Tijd en plaats van het college worden in overleg vastgesteld. Aanmelding via voorintekening; zie aankondiging in de UK.

**Informatica en Samenleving** (2 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, FI95PL4)

Docent: P.B. de Laat (onder voorbehoud)

Inhoud: Centraal in dit college staat de wisselwerking tussen computers en samenleving. Aan de orde komen de volgende thema's:

- ontwikkeling van halfgeleiders en computers na 1945
- huidige marktverhoudingen in de elektronische industrie, en mondiale wedloop om informatietechnologie.
- effecten van automatisering en informatisering op de arbeid in fabrieken en kantoren
- informatietechnologie, ontwerpers en gebruikers door de jaren heen (het 'IT-veld')
- gebruikersparticipatie bij systeemontwerp
- beroepspraktijk van informatici

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Standaard

Cursusboek: Dictaat

Opmerking: Dit college is het specifiek op informatica toegesneden vervolg op het algemene AVO-college Wetenschap in de Samenleving. Tijd en plaats van het college worden in overleg vastgesteld. Aanmelding via voorintekening; zie aankondiging in de UK.

**Wetenschap in de Samenleving** (2 sp., 2<sup>e</sup> trim., '99/'00, FI94HA3)

Docent: J.A. Harbers

Inhoud: Onze hedendaagse samenleving is ondenkbaar zonder wetenschap en technologie. Dagelijks spreken we in termen ontleend aan de wetenschap; en dagelijks omringen we ons met tal van technologische produkten. We leven in een, zoals dat heet, 'kennismaatschappij', in een 'technologische cultuur'. Wetenschap leert ons niet alleen iets over de werkelijkheid, maar geeft er ook actief vorm aan. Nieuwe vormen van kennis impliceren ook nieuwe vormen van samenleven. Welke gevolgen heeft dat voor onze visie op wetenschappelijke kennis en voor het maatschappelijk functioneren van wetenschappers? Wie zijn de dragers van de verwetenschappelijking van het samenleven - een gesloten elite van wetenschappelijk getrainde specialisten? Hoe verhoudt zich dat dan tot onze democratische waarden van gelijkheid en publieke openbaarheid? Het zijn zulke vragen die op dit college centraal staan. Daartoe wordt ingegaan op de ontwikkeling van wetenschap en technologie in hun maatschappelijke en culturele context, geïllustreerd aan de hand van voorbeelden uit heden en verleden

Werkvorm: 6 × 2 uur hoorcollege

Toetsing: Schriftelijk huiswerktentamen

Cursusboek: Dictaat, t.z.t. verkrijgbaar op het college en op het Filosofisch Instituut

Opmerking: Dit college zal gecombineerd worden met het filosofische avondcollege 'Wetenschap en politiek in de technologische cultuur' (4 sp).

**Wetenschapsethiek** (2 sp., 3<sup>e</sup> trim., '99/'00, FI94TK7)

Docent: T.A.F. Kuipers

Inhoud: 1. Wetenschap en ethiek: ethische verschijnselen, begrippen en attitudes; het signaleren van ethische kwesties; het initiëren van ethische discussies.

FWN-relevante wetenschapsethische kwesties/discussies:

2. m.b.t. wetenschappelijk onderzoek: fraude (plagiat/vervalsing)/- experimenten met risico's; het ontstaan van ethische dilemma's; relevante verschillen tussen beschrijvend/verklarend en ontwerponderzoek; geheim onderzoek; verwachtingen scheppen.
3. m.b.t. het wetenschapsbedrijf: personeelsbeleid (o.a. sexe-/generatieverschillen); omgangsvormen; kosten van onderzoek.
4. m.b.t. toepassing van wetenschappelijke kennis: maatschappelijke context en -voorwaarden; verantwoordelijkheid als deskundige; omgaan met onzekerheid.
5. m.b.t. wetenschappelijk onderwijs: opleiden van wetenschappelijke onderzoekers; opleiden tot deskundigen/academici.
6. FWN-discipline-gebonden kwesties

Werkvorm: 6 × 2 uur hoorcollege

Toetsing: Anders

Cursusboek: Dictaat

**Wetenschapsfilosofie** (2 sp., 1<sup>e</sup> trim., '99/'00, FI94GS)

Docent: G.J. Stavenga

Inhoud: Wetenschapsfilosofische bezinning op de wetenschap.

1. Inleiding: Over de verhouding wetenschapsfilosofie tot ander wetenschaps- onderzoek. Beknopte behandeling van: de wetenschappelijke revolutie; de in de 16/17de eeuw gangbare wetenschapsopvatting; kort over de ontwik- keling naar de 20ste eeuw; de noodzaak van nieuwe wetenschapsfilosofische doordenking.
2. De wetenschapsopvatting van het logisch empirisme.
3. Poppers wetenschapsfilosofie.
4. Poppers sociale filosofie; analyse van de relatie wetenschap en waarden; de Frankfurter Schule.
5. De Kuhniaanse revolutie in de wetenschapsfilosofie; Lakatos over weten- schappelijke onderzoeksprogramma's.
6. Recente ontwikkelingen; inleiding tot de filosofie/grondslagen van de afzon- derlijke FWN-disciplines.

Werkvorm: 6 × 2 uur hoorcollege

Toetsing: Schriftelijk

Cursusboek: G. de Vries, "De ontwikkeling van wetenschap" Groningen, Wolters- Noordhoff, 1995, en klapper met aanvullende verplichte literatuur.

**Wetenschapsgeschiedenis** (2 sp., 2<sup>e</sup> trim., '99/'00, FI94JN)

Docent: onbekend

Inhoud: Door verschillende docenten worden belangrijke perioden uit de weten- schapsgeschiedenis behandeld. De onderwerpen van de zes colleges zijn:

1. Greek antiquity: the invention of nature;
2. Nature and man in the Middle Ages;
3. The scientific revolution of the seventeenth century: the construction of a new world view;
4. Darwin's nature;
5. The modern biologist's view of nature;
6. The modern physicist's view of nature.

Werkvorm: 6 × 2 uur hoorcollege

Toetsing: Schriftelijk

Literatuur: Syllabus

**Wiskunde en Samenleving** (2 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, FI95PL)

Docent: P.B. de Laat (onder voorbehoud)

Inhoud: Centraal in dit college staat de wederzijdse beïnvloeding van wiskunde en maatschappij. De volgende thema's komen aan de orde:

- maatschappelijke verantwoordelijkheid van de wiskundige
- maatschappelijke wortels van de wiskunde
- wisselwerking tussen wiskunde en andere wetenschappen
- maatschappelijke beïnvloeding van wiskundige concepten
- de wiskundige gemeenschap
- het beroep van wiskundige.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Standaard

Cursusboek: Dictaat

Opmerking: Dit college is het specifiek op wiskunde toegesneden vervolg op de algemene AVO-colleges Wetenschap in de Samenleving en Wetenschapsethiek. In overleg met de docent is een aanvulling tot 4 studiepunten mogelijk. Tijd en plaats van het college worden in overleg vastgesteld. Aanmelding via voorintekening; zie aankondiging in de UK.

**Informatie over andere filosofie-vakken****Gödels Onvolledigheidsstellingen** (3 sp., 3<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '00/'01, FI91EK2)

Docent: E.C.W. Krabbe

Voorkennis: Bekendheid met elementaire formele logica, met name de predikatenlogica met identiteit, en met bewijsvoering door middel van volledige inductie.

Inhoud: De eerste onvolledigheidsstelling van Gödel ("rekenkunde is onvolledig") houdt grofweg in dat geen enkel formeel systeem voor de rekenkunde van de natuurlijke getallen dat voldoende krachtig is om voor de gangbare wiskundige stellingen op dat gebied bewijzen te formuleren, in staat is om voor alle wiskundige waarheden (op dat gebied) bewijzen te leveren. Op het college zal deze stelling bewezen worden. Daarvoor is het nodig in te gaan op de theorie van de recursieve functies, de techniek van het representeren van rekenkundige functies en predikaten en de techniek van Gödel-nummering en zelfreferentie. Daarna zal een inleiding worden gegeven tot Gödels tweede onvolledigheidsstelling ("rekenkunde kan zijn eigen consistentie niet bewijzen").

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Schriftelijk

Cursusboek: Dictaat

Literatuur: G.S. Boolos en R.C. Jeffrey, *Computability and Logic*, 3<sup>e</sup> dr. Cambridge UP, 1989 (1e druk 1974).

R.M. Smullyan, *Goedel's Incompleteness Theorems*, Oxford UP, New York en Oxford, 1992.

Nadere informatie is te verkrijgen via

- de onderwijscatalogus EASY (raadpleegbaar op pc's die op het universitaire netwerk zijn aangesloten). Deze catalogus bevat een volledig overzicht van alle filosofie-colleges met gedetailleerde inhoudsbeschrijvingen en roostergegevens.
- de brochure 'Filosofie voor RUG studenten' (gratis) en de studiegids Wijsbegeerte (*f* 7.50), verkrijgbaar op het Filosofisch Instituut, A-weg 30, 9718 CW Groningen, tel. 363 6161.
- de studieadviseur, Benno Ticheler, tel. 363 6157/6161.

## 14.4 Technische Cognitiewetenschap

### Inleiding Cognitiewetenschap (7 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, TCINL)

Docent: onbekend

Inhoud: Dit college biedt een overzicht van de onderwerpen die binnen de interfacultaire bovenbouwstudie Technische Cognitiewetenschap (TCW) aan de orde komen. Centraal staan menselijke en kunstmatige intelligentie. Enkele onderwerpen die aan de orde komen zijn: de anatomie en werking van de hersenen, verschillen en overeenkomsten tussen hersenen en computers en vergeten, taal en taalstoornissen, redeneren, verschillende vormen van leren, neurale netwerken, bewustzijn en het filosofische lichaam/geest probleem. Ook zullen enkele toepassingen worden behandeld op het gebied van de kennistechnologie, mens-machine interactie en robotica.

Werkvorm: Hoorcollege, werkcollege en practicum.

Toetsing: hoorcollege: schriftelijk tentamen (4 sp); werkcollege: werkstuk (1 sp); practicum: practicumopdrachten (2 sp).

Literatuur: voor hoorcollege: Hendriks, P., N. Taatgen & T. Andringa (eds) Breinmakers & Breinbrekers. Inleiding Cognitiewetenschap. Amsterdam: Addison Wesley Longman, 1997. voor werkcollege en practicum: klapper Inleiding Cognitiewetenschap

Opmerking: Het hoorcollege kan afzonderlijk gevolgd worden voor 4 studiepunten.

### Voortgezette Logica (3 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, FID96EK4)

Docenten: L.C. Verbrugge en H.P. van Ditmarsch

Voorkennis: Inleiding Logica

Inhoud: Behandeld worden: meerwaardige logica, lambda-calculus, modale logica, tijdsintervalnetwerken, kennislogica ivm. het modelleren van de communicatie van processoren, tijdslogica voor het beschrijven van parallelle processen, niet-monotone redeneervormen.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Toetsen en tentamen

Literatuur: Logica voor informatici, J.F.A.K. van Benthem, H.P. van Ditmarsch et al.) Addison-Wesley 1993 (1997) 49,50; syllabus Voortgezette logica 12,50.

## 14.5 Universitair Centrum voor Genderstudies Groningen (UCG)

### Genderstudies

In genderstudies zijn sekseverschillen en -overeenkomsten het onderwerp van studie. Onderzoek naar vraagstukken die te maken hebben met gender, is niet voorbehouden aan een specifieke studierichting maar is relevant voor alle wetenschappelijke disciplines. Kennismaking met genderstudies draagt nieuwe interpretaties en analyses aan. Dit leidt tot een verdieping van het wetenschappelijke inzicht en tot een grotere gevoeligheid voor andere (machts)verschillen tussen maatschappelijke groepen, bijvoorbeeld die tussen zwart en wit, tussen arm en rijk. Deze verworven inzichten vergroten tevens de kwaliteit van het professioneel handelen. Genderstudies zijn relevant voor elke student, zowel voor mannen als vrouwen.

### Onderwijsaanbod

Onderwijs in genderstudies wordt gegeven aan diverse faculteiten. Daarvoor stelt de UCG jaarlijks een studiegids samen die verkrijgbaar is op onderstaand adres.

Het UCG verzorgt zelf twee colleges en biedt daarnaast individueel maatwerk.

1. De basis wordt gelegd in de *M/V in Cultuur en Wetenschap* (3 studiepunten, 1<sup>e</sup> trimester 1999/2000) waarin de belangrijkste theoretische tradities, kernconcepten en actuele debatten de revue passeren.
2. Het college *De Organisatie (m/v)* (3 studiepunten, 3<sup>e</sup> trimester 1999/2000) gaat in op het feit, dat steeds meer organisaties te maken krijgen met een personeelsbestand, dat o.a. naat leeftijd, sekse en etniciteit een grotere diversiteit vertoont. Over de veranderingen in de maatschappelijke context van de (profit en non-profit) organisaties en de wijze, waarop zij daarop reageren gaat deze cursus.
3. De mogelijkheid bestaat om individueel een mondeling tentamen af te leggen over een genderstudies-onderwerp naar keuze aan de hand van literatuur (in overleg met een van de docenten).
4. Doctoraal-studenten kunnen participeren in genderstudies-onderzoek van de docenten.
5. Stage- en scriptiebegeleiding.

### Docenten

Prof. Dr. Mineke van Essen, Dr. Greetje Timmerman, Dr. Sabine Severiens en Dr. Margo Brouns.

### Inlichtingen

Voor telefonische informatie op het gebied van genderstudies kan men terecht bij het secretariaat van het UCG, Grote Rozenstraat 38, 9712 TJ Groningen, tel. 050-3636475. Een **gratis studiegids** waarin alle genderstudie-colleges aan de RuG zijn opgenomen is te verkrijgen bij het onderwijsbureau van de vakgroep Pedagogiek en Onderwijskunde, Grote Rozenstraat 38, begane grond, kamer 19/21 (Het onderwijsbureau van de vakgroep Pedagogiek en Onderwijskunde)k. Het onderwijsbureau is elke morgen van 11.00–12.30 en op woensdagmiddag van 13.30–15.30 uur open.

## 14.6 Natuurkunde, Scheikunde, Sterrenkunde, Biologie

Binnen de faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen bestaat een groot aanbod van mogelijke keuzevakken. Voor meer gedetailleerde informatie kan men zich het beste tot de desbetreffende studieadviseur wenden. Dit zijn:

Natuurkunde:	Dr. F.J. van Steenwijk, tel. 363 4782
Scheikunde:	Dr. H.H. Muller, tel. 363 4130
Sterrenkunde:	Dr. P.D. Barthel, tel. 363 4064
Biologie:	Dr. G.A. van Oortmerssen, tel. 363 2211

In het bijzonder vermelden we hier een aantal veel gekozen colleges:

### Fysische Systemen (4 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, NAFSYS)

Docent: L.H. Tjeng

Inhoud: Systemen: definities en eigenschappen, behoudswetten, toestandsvergelijkingen en continuïteitsvergelijkingen, extensive en intensieve parameters.

Elektrische wisselwerkingen: lading, wet van Coulomb, elektrisch veld, elektrische potentiaal, elektrische stroom, oscilloscoop, versneller.

Magnetische wisselwerkingen: magnetisch veld, Lorentskracht, Halleffect, aards magnetisch veld, massaspectrometer, galvanometer, versneller.

Statisch elektrische veld: polarisatie, dielektricum, condensator, RC-tijd, energie elektrisch veld, wet van Ohm, elektromotorische kracht.

Wisselstromen: Zelfinductie, LC-circuit, complexe schrijfwijze, wisselstroom, transformator.

Netwerken: wetten van Kirchhoff, theorema van Thevenin, theorema van Norton, analyse methoden, netwerken van passieve lineaire componenten en hun respons in de tijd bij diverse vormen van activering.

Halfgeleiders: algemene introductie, p en n doping, diodes en transistoren, karakteristieken, versterkers, operationele versterkers, feedback, signaalanalyse, logische schakelingen, ADC, DAC.

Practicum: Het practicum bestaat uit twee proeven:

proef 1: transistor, meten van karakteristieken en het maken en bemeten van een eenvoudige schakeling.

proef 2: operationele versterkers, diverse schakelingen.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Anders

Cursusboek: Dictaat “Technische Systemen” (TU Twente)

Alonso en Finn, “Elektromagnetisme”, Elsevier

Millman en Grabel, “Microelectronics”, McGraw Hill

**Informatietheorie** (2 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, CHINFTH)

Docent: H.J.C. Berendsen

Gewenste voorkennis: Inleiding Statistiek voor Informatica of Inleiding Stochastiek

Inhoud: De informatietheorie van Shannon geeft een kwantitatieve basis aan de begrippen onzekerheid en informatie. Aan de orde komen communicatieprocessen (kanaalcapaciteit, redundantie, datacompressie, foutencorrigerende codes), voorbeelden uit de taal, informatie in aanwezigheid van ruis, informatie in continue signalen (frequentieanalyse en sampling). Ook de relatie tussen informatie en entropie en het oplossen van problemen met de 'maximum entropie methode' zullen worden behandeld.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Schriftelijk

Cursusboek: Dictaat

Literatuur: R.E. Blahut, "Principles and Practice of Information Theory", Addison-Wesley, 1987, *fl* 115,- Practicumhandleiding

**Inleiding Ontwikkelingsgeschiedenis der Techniek** (2 sp., 1<sup>e</sup> trim., '99/'00, NAOGT)

Docent: A. Wegener Sleeswijk

Inhoud: De patronen herkenbaar in de historische ontwikkeling, -uitvinding, groei, vergetelheid- en techniek en ambacht zullen aan de hand van een aantal voorbeelden uit Oost en West besproken en vergeleken worden. Hierbij wordt aandacht geschonken aan wisselwerkingen onderling tussen technieken en maatschappij, tussen wetenschap en techniek. Methoden van vergaderen en analyse van technisch-historische gegevens worden behandeld. De voorbeelden zijn gekozen uit de gebieden:

- natuurlijke hulpbronnen en demografie
- ontwikkeling van werktuigen, jacht domesticatie
- agrarische technieken, voedselvoorziening en textiel
- civiele techniek, huizen en steden, wegen en bruggen, watervoorziening
- transport te land en te water
- stedelijke ambachten, energievoorziening, industrialisatie
- mijnbouw, metaalbewerking.

Werkvorm: Hoorcollege

Toetsing: Schriftelijk

Cursusboek: Collegedictaat

**Mechanica voor Wiskundigen** (2 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, NAMECHWI4)

Docent: F.J. van Steenwijk

Gewenste voorkennis: Oriëntatie op Natuurkunde

Inhoud: Deel 1: Beweging in één dimensie, energiebehoud, de methode van Lagrange, behoud van impuls, behoud van impulsmoment. Deel 2: Meerdeeltjessystemen en starre lichamen, versnelde coördinatenstelsels, gravitatie, niet-lineaire systemen.

Werkvorm: Hoorcollege, werkcollege, computerpracticum en practicum.

Toetsing: Schriftelijk

Opmerking: Het resultaat van de toetsen telt voor 30% mee in het eindcijfer.

**Neuroinformatica** (2 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, NANEURI2)

Docent: onbekend

Inhoud: Magnetische eigenschappen van materialen. Spin-glas materialen. Energiefunctie. Binaire Hopfieldnetwerken. Associatieve geheugens: hologram- en matrixgeheugens. Zenuwcelmembranen. Continue- en aktiepotentialen. Synapsen. Interakties tussen synapsen. Neuronen. "Neural Computation". Rekenen met continue Hopfieldnetwerken. Excursie door het Energielandschap. Het TSP probleem. McCulloch-Pitts neuronen en Perceptrons. Meervoudig gelaagde netwerken. Leren in lineaire en niet-lineaire netwerken. "Back Propagation of Errors". Boltzmann machines. "Simulated annealing". Zelf organiserende Kohonen netwerken. Cognitron en Neo-Cognitron van Fukushima. Adaptieve Resonantie Theorie. De optische computer. Visuele systemen en Neuroinformatica. Bijzonderheden: In overleg met de docent kunnen nog 2 studiepunten extra worden verkregen (b.v. voor het schrijven van een paper)

Practicum: Bij dit vak behoort een optioneel practicum van 2 studiepunten.

Werkvorm: Hoorcollege en practicum.

Toetsing: Standaard

Literatuur: Collegedictaat, wordt uitgedeeld bij college in vervolgafleringen.

Opmerking: In overleg met de docent kunnen nog 2 studiepunten extra worden verkregen (b.v. voor het schrijven van een paper).

**Signaalanalyse** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, NASA)

Docent: S.M. van Netten

Voorkennis: Wiskunde 4 voor Natuur- en Sterrenkunde.

Inhoud: Methoden voor het analyseren van zowel deterministische signalen als signalen in ruis zullen worden behandeld. Onderwerpen daarbij zijn o.a.: Analoge en discrete signalen. Bandbegrensde signalen. Bemonstering. Digitale bewerking van analoge signalen. Fourier analyse: reeks, integraal, DFT, FFT. Discrete systemen. Recursieve en niet-recursieve filters. Stochastische processen. Correlatie. Spectrale schatting. Diverse onderwerpen worden m.b.v. een computerpracticum gedemonstreerd.

Bijzonderheden: Het college kan eventueel in het engels worden gegeven.

Werkvorm: Hoorcollege en werkcollege.

Toetsing: Schriftelijk

Literatuur: wordt op college bekend gemaakt.

## 14.7 Interfacultaire Vakgroep Energie en Milieu (IVEM)

### Bovenbouwstudie Milieuwetenschappen

De Interfacultaire Vakgroep Energie en Milieukunde (IVEM) verzorgt en coördineert milieukundige of milieugerelateerde cursussen die in het kader van hoofd- of bijvakstudie kunnen worden gevolgd. De IVEM is onderdeel van de faculteit Wis en Natuurkunde. De faculteiten Wis- en Natuurkunde, Ruimtelijke Wetenschappen, Economische Wetenschappen, Rechten en Pedagogische Psychologische en Sociologische Wetenschappen werken samen in het project 'Milieuonderwijs 2000' dat resulteert in steeds betere onderlinge afstemming van hun milieukundige programma's.

Een aantal cursussen is geschikt als algemeen vormend vak of (in combinatie) als bijvak. Verschillende (sub)faculteiten, waaronder Wiskunde en Informatica kennen een milieukundige afstudeervariant of studieprofiel. Voor dergelijke specialisaties is het volgen van een of meer IVEM-cursussen aanbevolen of verplicht. In IVEM-cursussen staat multi- en interdisciplinaire aanpak van 'milieuproblemen in brede zin' centraal met een accent op natuurwetenschappen.

In verband met cursusaanbod, roostering, toetsing e.e. is het voor belangstellenden zinvol contact op te nemen met de studiecordinator van de IVEM Drs M.R. Berger tel: 050-3634603 of met de studievoordinator van je eigen studierichting. Bij de IVEM zijn ook een 'Studiegids Milieuwetenschappen' en een 'Cursusgids' verkrijgbaar.

De volgende vakken worden aangeboden:

- Natuurwetenschappen voor niet-natuurwetenschappers  
Deze cursus is ingangseis en dus verplicht voor bijvakkers uit andere studierichtingen dan Biologie, Scheikunde, Natuurkunde, Farmacie en Sterrenkunde die de IVEM-cursus 'Inleiding Energie en Milieukunde' willen volgen.
- Inleiding energie en milieukunde
- Energie en milieukunde II
- Natuurlijke Hulpbronnen, Economie en Milieu
- Industriële Innovatie en Milieu

Een informatiegids van IVEM over Milieuonderwijs aan de RuG en een overzicht met beschrijvingen van de bovengenoemde vakken is beschikbaar bij de Studieadministratie (IWI kamer 36).

## 14.8 Journalistiek

De afstudeervariant Journalistiek beoogt doctoraalstudenten naast hun hoofdvak wiskunde of informatica een degelijke training in journalistieke vaardigheden te geven. Behalve onderwijs in vaardigheden volgen studenten Journalistiek ook theoretische vakken die voorbereiden op het doen van onderzoek naar Journalistiek.

Afgestudeerden krijgen een doctoraalbul Wiskunde of Informatica met als aantekening “Afstudeervariant Journalistiek”. Deze afstudeervariant omvat in principe drie jaar, maar het leeuwendeel van de vakken wordt gevolgd in het derde en vierde studiejaar.

### Adviesprocedure

Omdat toelating tot de afstudeervariant Journalistiek specifieke eisen stelt wat betreft schrijfvaardigheden en attitude, wordt in het voorjaar voorafgaande aan het jaar waarin de student met de afstudeervariant begint een adviesprocedure georganiseerd. Onderdelen van deze adviesprocedure zijn: het schrijven van een motivatie op een inschrijfformulier, het afleggen van een schrijftoets (eind april) en eventueel het inleveren van eigen werk (al dan niet gepubliceerd). De inschrijfformulieren zijn vanaf begin april te verkrijgen bij het secretariaat van de afdeling Geschiedenis op de 5e verdieping van het Harmoniegebouw; de inschrijving sluit half mei.

Op grond van deze ingeleverde stukken en eventueel een gesprek brengt een commissie een positief dan wel negatief advies uit; dit advies is niet bindend, maar het wordt dringend aangeraden dit advies te volgen.

### Het programma Journalistiek

Het programma van de afstudeervariant Journalistiek omvat de volgende onderdelen.

Tweede jaar	<b>Trimester 2</b>	<b>studiepunten</b>
	Geschiedenis van het Nieuws	4
Derde Jaar	<b>Trimester 1</b>	
	Journalistieke Vaardigheden 1	4
	Actualiteitencollege	1
	<b>Trimester 2</b>	
	Journalistieke Vaardigheden 2	4
	Themata Journalistiek	3
	Actualiteitencollege I	–
	<b>Trimester 3</b>	
	Journalistieke Vaardigheden 3	4
	Theorie van de Journalistiek	4
	Actualiteitencollege II	1
Vierde Jaar	<b>Trimester 1</b>	
	Journalistieke Vaardigheden 4	4
	Onderzoekscollege	1
	Themacollege	1
	<b>Trimester 2</b>	
	Stage	8
	<b>Totaal studiepunten</b>	<b>39</b>

Studenten moeten zelf een studeerbaar programma samenstellen uit de hoofdvakonderdelen en de onderdelen Journalistiek. Voor de colleges Journalistieke Vaardigheden 1, 2, 3 en 4 geldt dat zij cumulatief georganiseerd zijn, dat wil zeggen dat het met goed gevolg afronden van JV1 een entreevoorwaarde is voor JV2, JV2 voor JV3 etc. De entreevoorwaarde voor de stage is het voltooien van alle vaardigheidscolleges.

In het afstudeerwerk zijn 6 van de 7 sp. onderzoekscollege journalistiek opgenomen; het overgebleven studiepunt onderzoekcollege (t.b.v. de beoordeling van de verslaglegging) maakt deel uit van de 36 sp. journalistiekvakken. Over de wijze van verslaglegging dienen dus behalve met de afstudeerdocent ook met de docent journalistiek afspraken gemaakt te worden.

Nadere inlichtingen zijn te verkrijgen bij de studieadviseur Wiskunde of Informatica en bij de studievoorzitter van Journalistiek mw S. Buurke, tel. 363 5992.

## 14.9 Het programma Bestuurlijke Informatica

De Faculteit Bedrijfskunde biedt twee bijvakpakketten aan: een bijvak van 16 studiepunten (uit te breiden met het vak informaticarecht tot 20 studiepunten) en een bijvak van 42 studiepunten. De betreffende bijvakken zijn opgebouwd uit studieonderdelen van de TBW-opleiding en hebben een programmatische opbouw en samenhang. deze bijvakken vormen een voor de IT-praktijk relevante aanvulling op de Informatica-opleiding. Het volgende overzicht laat de opbouw van de programma's zien en de verdeling van de onderdelen over de opeenvolgende trimesters. Studenten moeten zelf in combinatie met de informatica-vakken een studeerbaar programma samenstellen.

1 <sup>e</sup> trimester	sp	2 <sup>e</sup> trimester	sp	3 <sup>e</sup> trimester	sp
Bedrijfskundige Methodologie*	3	Systeemontwikkelings-theorie*	3	Systeemontwikkelings-praktijk*	4
Organisatiekunde*	2	Ontwerpen van bedrijfskundige systemen	3	I-consultancy	4
Informaticarecht	4			Productorganisatie en beheersing 1	4

4 <sup>e</sup> trimester	sp	5 <sup>e</sup> trimester	sp
Productieorganisatie en beheersing 2	3	Ontwerppraktijk	4
Kennisgebaseerde DSS	4		
Kennismanagement	4		

- De met een \* aangegeven vakken omvatten de versie van 16 studiepunten,
- Systeemontwikkelingstheorie is al verplicht bij de afstudeerrichting systeemprogrammatuur (zie 10.6.1),
- De vakomschrijvingen staan vermeld in de studiegids van de Faculteit Bedrijfskunde,
- Informaticarecht is mogelijk als AV-vak aan te merken.



## 15.1 Wiskunde

**Basiscursus Lerarenopleiding Wiskunde** (12 sp., 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIBLW-12)

Docent: A. van Streun

Voorkennis: WIL0-12

Inhoud: Met de reguliere lerarenopleiding kan voor een deel al in deze predoctorale basiscursus worden begonnen. Studenten, die deze basiscursus hebben gevolgd, krijgen een evenredige vermindering van de studielast van de postdoctorale lerarenopleiding, die elders in deze studiegids in paragraaf 8.2 is beschreven.

De basiscursus bestaat uit colleges (4 uur per week in trimester 2 en 3) met studieopdrachten en een stage in de school, waaronder het zelfstandig uitvoeren van een serie van 10–15 lessen over een bepaald onderwerp.

De toegang tot dit studie-onderdeel staat alleen open voor studenten, die de oriëntatiecursus Leren en Onderwijzen al hebben gevolgd. Het is wenselijk om de basiscursus in het laatste jaar voor het afstuderen te doen, zodat de postdoctorale lerarenopleiding daar direct op aan sluit.

Practicum: stage in de school

Werkvorm: Colleges en stage (schoolpracticum)

Toetsing: Anders

**Leren en Onderwijzen van Wiskunde en Informatica 1** (4 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIL01)

Docent: A. van Streun

Voorkennis: geen

Inhoud: Dit blok bestaat uit:

- het college “leren en onderwijzen”
- verschillende projecten

Het college gaat over het leren en overdragen van wiskunde en informatica en het bevat enkele trainingsactiviteiten. De projecten worden in overleg vastgesteld en worden tijdens het college voorbereid en nabesproken. Gebruikelijke onderdelen zijn de oriëntatie op het beroep van leraar, een bijlesproject en een lesgeefproject.

De meeste projecten spelen zich af in een reguliere onderwijsinstelling, maar ook overdrachtssituaties in het bedrijfsleven behoren tot de mogelijkheden.

Werkvorm: Colleges en stages in scholen

Toetsing: Anders

Cursusboek: C. van Parreren: *Leren op school*, Wolters Noordhoff (ca. fl 28,-).

**Leren en Onderwijzen van Wiskunde en Informatica 2** (4 sp., 2<sup>e</sup> trim., jaarlijks, WIL02)

Docent: A. van Streun

Voorkennis: *Leren en Onderwijzen van W&I 1*. WIL01

Inhoud: Voortzetting van *Leren en Onderwijzen van Wiskunde en Informatica 1*

Werkvorm: Colleges en stages in basisschool

Toetsing: Anders

Cursusboek: C. van Parreren: *Leren op school*, Wolters Noordhoff.

**Meetkunde voor Natuurkundigen (Differentiaal Meetkunde)** (3 sp., 1<sup>e</sup> trim., tweejaarlijks, '00/'01, WIMNAT)

Docent: F. Takens

Voorkennis: 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> jaars colleges wiskunde of natuurkunde. Aangeraden wordt eerst *Calculus op Oppervlakken* te volgen.

Inhoud: Symmetrie en invariantie eigenschappen van de mechanica volgens Newton en volgens Einstein; algemene covariante differentiatie-parallel transport; de connectie van een (pseudo-)Riemannse metriek; het gravitatieveld als pseudo-Riemannse metriek; invariantie van de algemene relativiteitstheorie onder coördinatentransformaties.

Werkvorm: Hoorcollege.

Toetsing: Standaard

Cursusboek: Dictaat (verkrijgbaar bij de dictaatverkoop IWI kamer 36).

Literatuur: – Spivak, *Differential geometry deel II*, Publish or Perish 1970.

– D'Inverno, *Introducing Einstein's relativity*, Clarendon.

– Doubrovine, Novikov, Fomenko, *Geometrie contemporaine, Méthodes et Applications*, MIR 1979.

**Presentatie van een Wiskundig Onderwerp** (2 sp., gehele jaar, jaarlijks, WIPW0)

Docent: M.G.W. Bos

Inhoud: De bedoeling van dit seminarium is het krijgen van ervaring in het mondeling en schriftelijk presenteren van een wiskundig onderwerp. De mondelinge presentatie bestaat uit het houden van twee voordrachten voor een groep medestudenten. De schriftelijke presentatie bestaat uit het schrijven van een tekst voor een vooraf gekozen publiek. Het seminarium is een algemene oriëntatie op het presenteren van wiskunde. Het is geschikt voor alle studenten.

Werkvorm: Mondelinge presentaties met nabespreking

Toetsing: Anders

Opmerking: Elk trimester is er plaats voor een beperkt aantal deelnemers; met name het derde trimester is er vaak sprake van overtekening. Bij sterke voorkeur voor een bepaald trimester verdient het aanbeveling om dat aan het begin van het studiejaar aan de docent door te geven.

De volgende vakken worden door Wiskunde speciaal verzorgd voor andere opleidingen. Nadere informatie over deze vakken staat in de betreffende studiegidsen.

- Biologie
  - Wiskunde voor biologen
  - Statistiek
- Farmacie
  - Analyse
- Natuur- en Sterrenkunde
  - Wiskunde 4
  - Wiskunde 5
  - Wiskunde 6
- Scheikunde
  - Toegepaste Wiskunde 1
  - Toegepaste Wiskunde 2
  - Wiskunde I
  - Wiskunde B
- Technische Bedrijfswetenschappen
  - Wiskunde 1
  - Wiskunde 2
  - Wiskunde 3
- Technische Cognitiewetenschappen
  - Chaostheorie

## 15.2 Informatica

Studenten met een studierichting anders dan (Technische) Informatica wordt de mogelijkheid geboden om keuzevakken te volgen of een bijvak Informatica in het doctoraalprogramma op te nemen.

Het volgen van keuzevakken is in principe mogelijk voor alle studenten aan de RuG. Je kan kiezen uit de in deze paragraaf genoemde speciale vakken voor niet Informatica studenten en de Informatica vakken uit hoofdstuk 13. Je dient zelf te controleren of je de benodigde voorkennis bezit, neem eventueel contact op met de docent van het vak, en of je de vakken mag opnemen in het examenprogramma van jouw opleiding.

Het samenstellen van een samenhangend bijvak Informatica of Technische Informatica doe je in nauw overleg met de studieadviseur van je eigen opleiding en de studieadviseur (J.H. Jongejan, zie § 16.5) van Informatica.

### **Computerarchitectuur** (2 + 1 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INCARCH)

Docent: S. Achterop

Inhoud: In dit vak wordt een overzicht gegeven van computer architectuur, operating systems en computer netwerken. Er wordt een breed scala van onderwerpen behandeld van de primitieve bouwstenen waar computers mee opgebouwd worden via de machinetaal waarin de computer geprogrammeerd wordt tot de mogelijkheden en eigenschappen van collecties computers in een netwerk.

Aan de orde komen o.m.:

- de elektronische bouwstenen, eindige automaat, toestand, sequentiëring
- processoren: control unit, datapath, microprogramming
- machinetaal: instructies, addresseringsmethoden, procedure mechanisme
- besturingssysteem: processen, filesystemen, virtueel geheugen
- gedistribueerde systemen: shared memory en message passing computers
- netwerken: LAN, Internet

Practicum: Het programmeren van enkele programma's in machinetaal.

Werkvorm: Hoorcollege en practicum.

Toetsing: Anders

Cursusboek: Maarten van Steen, Henk Sips, Computer and Network Organization, an introduction, Prentice Hall 1996, ISBN 0-13-382425-X.

### **Inleiding Informatica voor Technische Bedrijfswetenschappen en PPSW** (3 sp., 3<sup>e</sup> trim., jaarlijks, ININF-TBW)

Docent: H. Bakker

Inhoud: – Ontwikkelen van basisvaardigheden in het omgaan met computersystemen.

- Ontwerpen en implementeren van (in Pascal geschreven) programma's voor (relatief) eenvoudige problemen.

Practicum: gerosterd practicum 2 uur per week

Werkvorm: Naast het hoorcollege (2 maal 2 uur) is er een verplicht computerpracticum, waar programmeeropdrachten moeten worden uitgewerkt.

Toetsing: Schriftelijk

Cursusboek: W. Savitch: Pascal, an introduction to the art and science of programming; Benjamin/Cummings; ISBN 0-8053-7458-2

Opgavenbundel Programmeren voor TBW en PPSW

**Programmeren A voor Technische Cognitiewetenschap** (3 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INPA-TCW:96)

Docent: H. Bakker

Inhoud: In het vak Programmeren A worden de eerste beginselen van het programmeren onderwezen. Als taal om de programma's in op te schrijven is gekozen voor PASCAL. In een rustig tempo worden diverse programma-constructies behandeld, waarbij de nadruk in eerste instantie ligt bij het ontwikkelen van algoritmen en in tweede instantie pas bij de manier waarop dit in PASCAL wordt genoteerd. Natuurlijk ontkomen we er niet aan om aan de syntax en (operationele) semantiek van PASCAL uitgebreid aandacht te besteden.

Werkvorm: Hoorcollege, werkcollege en verroosterd practicum.

Toetsing: Anders

Cursusboek: W.J. Savitch: Pascal: an introduction to the art and science of programming (derde of vierde editie), Benjamin/Cummings, ISBN 0-8053-7458-2  
Opgavenbundel Programmeren A

**Voortgezet Programmeren (serviceonderwijs)** (3 sp., 1<sup>e</sup> trim., jaarlijks, INVP-3)

Docent: S. Achterop

Voorkennis: Inleiding Programmeren of Programmeren A.

Inhoud: Het college voortgezet programmeren verdiept de stof, zoals behandeld in het college inleiding programmeren. Behandeld wordt: specificatie van algoritmen, wiskundige aspecten van het programmeren; standaardalgoritmen (zoeken, sorteren); procedures, recursie, backtracking; complexiteit; dynamische datastructuren (pointers, lijsten, bomen). Het college gaat vergezeld van een practicum (practische kennismaking met de behandelde algoritmen) en een werkcollege (meer formele aspecten van de behandelde algoritmen).

Practicum: vier sets met opgaven om de behandelde stof te oefenen

Werkvorm: Hoorcollege, werkcollege en practicum.

Toetsing: Schriftelijk tentamen waarbij niet over de wiskundige aspecten van het programmeren wordt getentamineerd en practicumopdrachten

Cursusboek: An Introduction to the Art & Science of Programming Pascal, W. Savitch, Benjamin/Cummings, ISBN 0-8053-7458-2. plus aanvullend dictaat.

Opmerking:

1. Het college kan in twee varianten gevolgd worden. Zonder formele kant is het 3sp., met 4sp.
2. Dit vak kan ook in het 3<sup>e</sup> trimester gevolgd worden, zie pag. 163.



## *Organisatie en faciliteiten op onderwijsgebied*

### 16.1 Bestuur

Per 1 september 1997 wordt de afdeling Wiskunde en Informatica bestuurd volgens de wet Modernisering Universitair Bestuur (MUB). Beheer en administratie van de afdeling worden verzorgd door het Bureau (zie §16.3).

De Afdeling Wiskunde en Informatica is gesplitst in een Onderzoeks- en een Opleidingsinstituut. Het Opleidingsinstituut is verantwoordelijk voor het onderwijs, het curriculum, de studieadviesing en de voorlichting. Beide instituten hebben een directeur: de Opleidingsdirecteur op dit moment is Prof.Dr. H.W. Broer. Deze wordt bijgestaan door een aantal functionarissen en commissies. Belangrijk is de Opleidingscommissie (OC), waarin alle vakgebieden en opleidingen binnen het Opleidingsinstituut vertegenwoordigd zijn middels docenten en studenten. De OC adviseert onder meer over het beleid met betrekking tot het onderwijs. Voor het gemak zijn de instituten gesplitst in Basiseenheden (voorheen ‘Vakgroepen’) ‘Wiskunde’ en ‘Informatica’.

### 16.2 Enkele commissies

#### Dagelijkse commissie voor de examens

De dagelijkse commissie voor het **propedeutisch examen** bestaat uit Bakker en Van Maanen.

De dagelijkse commissie voor het **doctoraalexamen** bestaat uit Achterop, Epema (vz), Jonker, Wubs.

#### Opleidingscommissies

Voor elke studierichting wordt bij faculteitsreglement een opleidingscommissie (OC) ingesteld. Deze commissies adviseren met betrekking tot de vaststelling en de uitvoering van het onderwijsprogramma. De samenstelling van de verschillende OC's is als volgt:

OC Informatica/Techn. Informatica:	(staf)	Jongejan, Spaanenburg (vz.), Vegter
	(stud)	Deelstra, Kamsteeg, Sinnema
OC Lerarenopleiding:	(staf)	Bos, Buitink, Van Streun (vz.), Witterholt (wisk.)
	(stud)	vacature
OC Statistiek:	(staf)	Schaafsma (vz.), Voorhoeve
	(stud)	Beuken
OC Wiskunde/Techn. Mechanica:	(staf)	Hoogstraten (vz.), Mikosch, De Snoo
	(stud)	Bijma, De Jong, Severijnse

## 16.3 Het bureau van de Afdeling

De administratieve- en organisatorische belangen van de Afdeling Wiskunde en Informatica worden behartigd door het Bureau.

Het bureau bestaat uit de onderdelen:

- Algemeen secretariaat:
  - \* mw. D.J. Hansen,
  - \* mw. H. Jager-Venema.
- Bibliotheek:
  - \* mw. J. van der Bijl-Bulthuis,
  - \* mw. A.G. Hazenberg-Dekker.

(Zie voor de bibliotheek verder §2.12)
- Internationalisering:
  - \* mw. A.M. Beereboom

(Zie voor internationalisering §2.11)
- Onderwijsbureau
  - \* mw. P.J. Kruizinga-Huisman,
  - \* mw. W. Beverwijk

(Zie voor onderwijsbureau §16.4)
- Secretariaat onderzoeksinstituut:
  - \* mw. E.J. Adema-Houben .
- Secretariaat opleidingsinstituut:
  - \* mw. M.H. Holthof.
- Wetenschappelijk coördinator:
  - \* dr. R. Smedinga
- Zakelijk coördinator:
  - \* mw. J. de Jong-Schluker.

## 16.4 Onderwijsbureau

Het onderwijsbureau van Wiskunde en Informatica wordt beheerd door mw. P.J. Kruizinga–Huisman en is gehuisvest in kamer IWI-36 (tel. 3633977). Bij het onderwijsbureau kan men terecht voor de volgende zaken:

- Het maken van afspraken met de studieadviseurs (zie § 16.5).
- Het aanvragen van de goedkeuring van (concept) doctoraalprogramms's (zie § 17.1).
- Het aanmelden voor een propedeutische of doctoraalexamen (zie § 17.2).
- Het aanmelden bij aanvang van het afstudeerwerk (uitsluitend voor (Technische) Informatica, zie § 10.5.6).
- De dictatenverkoop van Wiskunde en Informatica. Hiertoe kan men op maandag en op vrijdag van 9.00–11.00 uur terecht op kamer IWI 36
- Inschrijving voor tentamens bij Wiskunde en Informatica (zie § 2.4).
- Het doorgeven van adreswijzigingen. Studenten moeten mutaties ook doorgeven aan de Centrale Studenten Administratie, Postbus 72, 9700 AB Groningen.
- Informatieverstrekking m.b.t. wijzigingen (zie § 2.16).

## 16.5 De studieadviseurs

De studieadviseur voor het eerste jaar Wiskunde, Technische Mechanica, Informatica, Technische Informatica en algemene studiezaken is:

- Dr. J.A. van Maanen  
Voor een gesprek met hem kan via het onderwijsbureau (zie § 16.4) een afspraak worden gemaakt voor het spreekuur op:  
woensdagmiddag 13.30 – 16.00 uur

Voor de doctorale fase bij Wiskunde/Technische Mechanica is studieadviseur:

- Dr. J. Top  
Voor een gesprek met hem kan via het onderwijsbureau (zie § 16.4) een afspraak worden gemaakt voor het spreekuur op:  
dinsdagochtend 9.30 – 10.30 uur  
donderdagmiddag 13.30 – 15.00 uur

Voor de doctorale fase bij Informatica en Technische Informatica is de studieadviseur:

- Drs. J.H. Jongejan  
Voor een gesprek met hem kan via het secretariaat van Informatica (tel. 3633939) een afspraak voor een van de spreekuren worden gemaakt. Deze zijn op:  
dinsdagochtend 10.00 – 12.00 uur  
donderdagochtend 10.00 – 12.00 uur

De studieadviseurs kunnen studenten op allerlei wijzen van dienst zijn, bijvoorbeeld:

- bij het maken van keuzen, die op vele plaatsen in de studie optreden, zoals
- bij het zoeken naar een geschikt vakkenpakket en eventuele specialisatie, enz.
- bij het bespreken van studieproblemen in het algemeen: studenten die er geen zin meer in hebben of moeilijkheden ondervinden bij bijvoorbeeld de voorbereiding van tentamens, enz., zijn welkom om er eens met de studieadviseur over te praten,
- bij het helpen verduidelijken van allerlei regelingen,
- bij het leggen van contacten met docenten, commissieleden, universitaire instituten, hulpverleningsinstanties enz.,
- bij het opstellen van het definitieve studieprogramma voor het doctoraal examen.

Ook kan het voorkomen dat de studieadviseur studenten oproept voor een gesprek, bijvoorbeeld

- om te praten over de studie als hij merkt dat die dreigt te gaan stagneren,
- om het studievorderingsadvies (§2.9) voor te bereiden,
- om de studieplannen voor het tweede en derde jaar te bespreken.

We raden alle studenten aan om aan een oproep van de studieadviseur zo snel mogelijk gehoor te geven. Studenten die de studie na een lange onderbreking hervatten en vroeger tentamens hebben afgelegd, kunnen zich rechtstreeks in verbinding stellen met één van de genoemde studieadviseurs, om na te gaan hoe hun studieresultaten passen in de huidige studieopzet.

De studieadviseur zal studenten in een aantal gevallen (bijvoorbeeld bij problemen rond inschrijving, financiën en dergelijke) doorverwijzen naar het *Studentenadviesbureau Groningen (STAG)* (zie § 16.8).

Verder vermelden we nog dat studenten ook direct een afspraak kunnen maken met de studentenpsychologen, wanneer er problemen zijn met de studie, zichzelf, relaties en dergelijke. Te denken valt hierbij aan concentratieproblemen, examenangst, nergens plezier in hebben en twijfels aan zichzelf. De hulp kan bestaan uit individuele of groeps gesprekken of trainingen. Adres: Oude Kijk in 't Jatstraat 41–41a, Groningen (tel. 3635544).

Een vouwblad “*Overzicht Studiebegeleiding: Wie, wat, waar voor een succesvolle studieloopbaan*” waarop alle faciliteiten voor studenten samengevat zijn is te krijgen bij de studieadviseurs.

## 16.6 Regeling Practicumvoorziening

Om gebruik te kunnen maken van de practicumfaciliteiten van het instituut dient iedere student een verklaring te ondertekenen, waarbij hij zich akkoord verklaart met de regelingen die voor de diverse faciliteiten gelden.

## 16.7 Ombudsfunctionaris emancipatie

Studenten kunnen bij de ombudsfunctionaris terecht met klachten over ongelijke behandeling op basis van geslacht, ras, nationaliteit, burgerlijke staat, seksuele gerichtheid, leeftijd, handicap, geloof, politieke overtuiging, etc. De ombudsfunctionaris heeft een onafhankelijke positie. Ze onderzoekt de klachten op basis van hoor en wederhoor en helpt bij het vinden van een oplossing. Ze heeft toegang tot alle noodzakelijke informatie. Ze kan bemiddelen, kan een onderzoek instellen en zelfs een oordeel uitspreken.

De ombudsfunctionaris is tevens vertrouwenspersoon bij ongewenste intimiteiten en treedt dan op als belangenbehartiger van degene met de klacht. Ongewenste intimiteiten kunnen een scala aan gedragingen betreffen: van dubbelzinnige, seksueel getinte opmerkingen tot aanrakingen en achtervolging. Steeds gaat het om gedragingen die niet met wederzijdse instemming plaatsvinden en een neagtieve uitwerking hebben op de onderlinge verhoudingen. In het uiterste geval kan het gaan om aanranding en verkrachting.

Als je dergelijke ervaringen hebt dan kun je dit voorleggen aan de vertrouwenspersoon. Je kunt het probleem alleen melden (zelfs anoniem), je kunt ook met de vertrouwenspersoon overleggen wat de eventueel te nemen stappen zijn. Als je daarna beslist dat je daadwerkelijk actie gaat ondernemen, dan kan zij je bijstaan. Het uitgangspunt is dat er niets gebeurt zonder voorafgaande toestemming van de klager.

Bezoekadres: Turftorenstraat 15. Postadres: Postbus 72, 9700 AB Groningen. Bereikbaar: elke dag van 9.00 tot 13.00 uur. Tel. 050-3635435.

## 16.8 Studentenadviesbureau Groningen (STAG)

Dit informatie- en adviescentrum voor studenten helpt bij het beantwoorden van alle vragen die je studieloopbaan betreffen en niet door de studieadviseur behandeld kunnen worden.

Het STAG bestaat uit vijf afdelingen:

Informatiebalie tel. 3638004: centraal aanspreekpunt voor alle klanten.

Studentendecanen: Vertrouwenspersonen voor studenten. Verlenen bijstand aan studenten door individuele dienstverlening gericht op studiekeuze, -voortgang en -planning, inschrijvingsproblemen, financiële problemen, persoonlijke kwesties, en bezwaar- en beroepsprocedures, tempobeurs(fonds), noodfonds, afstudeerfonds e.d.

Loopbaan advies centrum (LAC): organiseert trainingen en cursussen op het gebied van de overstap onderwijs naar arbeidsmarkt; geeft individuele loopbaanadviesgesprekken. Informatie is toegankelijk in het documentatiecentrum van het LAC in de ISB.

Infotheek voor Studie en Beroep (ISB) tel. 3634665: beheert informatie over het Hoger Onderwijs in Nederland en studeren in het buitenland. In de geautomatiseerde

Onderwijscatalogus kun je snel een overzicht van alle vakken over een bepaald onderwerp vinden.

Onderwijsvoorlichting (tel. 3638025) regelt de voorlichting aan aspirant-studenten.

Het STAG is gehuisvest aan de Uurwerkersgang 10, 9712 EJ Groningen, tel. 3638004 (Postadres: Postbus 72, 9700 AB Groningen). De openingstijden zijn: maandag t/m vrijdag van 10.00–16.00 uur. Brochures van het STAG vind je ook in de informatie-zuil in de WSN-bibliotheek.

## 16.9 Studie Ondersteuning

Studeren is meer dan alleen maar lezen, stampen en tentamens doen. Vrijwel iedereen moet wel een keer een presentatie houden, een scriptie schrijven, participeren in werkgroepen en, aan het einde van de studie, solliciteren.

Studie Ondersteuning geeft studeercursussen, cursussen voor meer algemene academische vaardigheden en cursussen die een soepele overgang naar de arbeidsmarkt beogen. Hieronder vind je een volledige opsomming:

### **Studeercursussen:**

- |                                   |                             |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| – Effectief Studeren              | – Studieversnellingsgroep   |
| – Uitwerken van een scriptieopzet | – Hanteren van studiestress |
| – Scriptieversnellingsgroep       | – Workshop studiekeuze      |

### **Academische vaardigheden:**

- |                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| – Houden van een voordracht | – Schrijfvaardigheid |
| – Werken in teams           | – Gesprekstechnieken |
| – Sociale vaardigheden      |                      |

### **Aansluiting op de arbeidsmarkt:**

- |                             |                                  |
|-----------------------------|----------------------------------|
| – Solliciteren              | Workshop salarisonderhandelingen |
| – Training assessmentcenter | Workshop psychologische tests    |

## 16.10 Studentenpsychologen

De studentenpsychologen helpen studenten met persoonlijke en studieproblemen, zoals concentratieproblemen, examenangst, twijfels over de studie of relatieproblemen. Studenten kunnen er terecht voor individuele gesprekken, maar ook groepsbijeenkomsten (bijvoorbeeld assertiviteitstraining en psychotherapie). De hulpverlening is gratis.

Adres: Oude Kijk in 't Jatstraat 41/41A, Postbus 72, 9700 AB Groningen. Tel. 050–3635544.

Openingstijden: ma t/m vr 8.30–12.30 uur en 13.15–17.00 uur.

## Kosten, informatie en aanmelding

Alle cursussen worden elk trimester gegeven. Op  $f$  25,- inschrijfgeld na, zijn er geen kosten aan het volgen van de cursussen verbonden. Informatie kun je vragen aan Yvonne Robert, tel. 3635548, email: [Y.M.Robert@bureau.rug.nl](mailto:Y.M.Robert@bureau.rug.nl). Op de Rugsite <http://www.rug.nl> vind je actuele informatie over Studie Ondersteuning onder “studenten en medewerkers”.

Aanmelden gaat het gemakkelijkst door langs te komen in de toren van het academiegebouw.

### 16.11 Studiefinanciering

Voor vragen over studiefinanciering is er het Informatie Beheer Groep Steunpunt, Westerhaven 13, 9718 AW Groningen, tel. 050-5997755. Voor voorlichtingsmateriaal tel. 050-5999840. Brochures en formulieren van de Informatie Beheer Groep vind je ook in de informatiezuil in de WSN-bibliotheek.

Voor vragen kun je ook terecht bij de studieadviseur (zie § 16.5). Lees tevens het stukje over studiepunten (zie § 2.3).

### 16.12 Regeling inzake financiële ondersteuning van studenten in Bèta- opleidingen

Voor studenten die voor het eerst ingeschreven zijn in het studiejaar '96-'97, '97-'98 of '98-'99 voor de opleidingen Biologie, Scheikunde, Natuurkunde, Informatica, Sterrenkunde, Wiskunde, Statistiek of Technische Farmacie wordt maximaal een extra jaar studiefinanciering verstrekt. Voorwaarde daarbij is dat de student het afsluitend examen binnen de diplomatermijn met goed gevolg heeft afgelegd en dat de leeftijd van 27 jaar dan nog niet is bereikt. Ook moet de student in het vierde studiejaar studiefinanciering hebben gekregen en daar in het vijfde jaar niet meer voor in aanmerking komen. De ondersteuning is ter hoogte van de basisbeurs + eventuele aanvullende beurs en wordt uitgekeerd na het behalen van het afsluitend examen.

### 16.13 RC, Informatie- en communicatietechnologie

Adres: Landleven 1, Zernikecomplex, 9747 AD Groningen, tel. 3638080 / 3410.

## **Computercursussen**

Het Rekencentrum (RC) verzorgt voor alle studenten van de RuG cursussen in het gebruik van computers en programmatuur. Deskundige docenten geven zowel algemene introductiecursussen als ook specifieke opleidingen, bijvoorbeeld MS-Windows, Word Access, Excel, Powerpoint, SPSS etc. RuG-studenten en -medewerkers kunnen zich vanaf de eigen werkplek inschrijven voor de cursussen via WWW, adres: <http://www.rug.nl/rc>. Inschrijven kan ook via de RC-shop (Landleven 1).

Voor vragen kunt U bellen met het speciale cursusinformatienummer, tel. 3633444. Hier kan ook het gratis cursusoverzicht worden opgevraagd. Het inschrijfgeld voor studenten is fl. 15,- per cursus.

## **Gratis Helpdesk**

Bij de Helpdesk van het RC kunnen studenten gratis hulp krijgen bij problemen die zich voordoen bij het gebruik van computers en software. Ook voor inlichtingen over apparatuur en programmatuur kan men hier terecht.

## **Gratis software**

Het RC sluit namens de RuG voor steeds meer software-pakketten campuslicenties af, zodat studenten van de RuG gratis of tegen een geringe vergoeding de beschikking over deze programmatuur kunnen krijgen. Enkele voorbeelden hiervan zijn: Word Acces, Excel, Powerpoint en McAfee virusscanner.

## **RC-Shop**

Het RC heeft een eigen computerwinkel waar men informatie kan krijgen over aanschaf en gebruik van PC's, randapparatuur en programmatuur. Je kunt hier ook terecht voor uitgebreide handleidingen over uiteenlopende onderwerpen en voor cursusdocumentatie.

## **Informatie**

Meer informatie over de activiteiten van het RC vindt men wekelijks in de mededelingenrubriek van de UK. Ook geeft het RC iedere twee maanden het informatiebulletin Intercom uit. Men kan zich bij de administratie van het RC opgeven voor een gratis abonnement. Natuurlijk is informatie over het RC ook te vinden op het World Wide Web, via de homepage van de Rijksuniversiteit Groningen.

## 16.14 Studentenoverleg

Het is belangrijk dat studenten hun stem kunnen laten horen. Hiervoor is het *Studentenoverleg Wiskunde en Informatica* (SWI) opgericht. Het SWI probeert enerzijds het aanspreekpunt voor alle studenten te zijn en anderzijds een overlegorgaan waarin studentenvertegenwoordigers uit de verschillende commissies en besturen (zoals opleidingscommissies, instituutsbestuur en faculteitsraad) elkaar op de hoogte kunnen houden van hun activiteiten.

Met aanspreekpunt bedoelen we dat je je klachten, meningen en ideeën over zaken als tentamens, docenten, practica, roosters of andere onderwijsaangelegenheden bij het SWI kwijt kunt. De studentenvertegenwoordigers kunnen die zaken weer doorspelen naar de juiste commissies zodat er ook daadwerkelijk iets mee gebeurt.

Kom eens langs op onze tweewekelijkse vergadering en laat je stem horen.

Informatie over het SWI is te vinden in de UK-mededelingen en bij de volgende studenten: Fetsje Bijma (Wisk), Liesbeth Kortleve (Wisk), Peter de Jong (Wisk), Mark Hagedoorn (Wisk), Marijke van der Vliet (Inf), Cees van wieringen (Inf), Anton Jansen (Inf).

Vragen en opmerkingen kunnen via genoemde personen doorgegeven worden of per email: [swi@wing.rug.nl](mailto:swi@wing.rug.nl). Informatie over het SWI kun je ook vinden op het adres: <http://www.wing.rug.nl/~swi>

## 16.15 Fysisch-Mathematische Faculteitsvereniging (F.M.F.)

De Fysisch-Mathematische Faculteitsvereniging (FMF) is de studievereniging voor alle studenten wiskunde, statistiek, (technische) informatica, technische mechanica, (technische) natuurkunde en sterrenkunde. De vereniging telt ongeveer 700 leden. Faculteitsvereniging, studievereniging - het klinkt allemaal mooi, maar wat doen wij eigenlijk? Het antwoord is simpel: de FMF houdt zich bezig met alles wat ook maar enigzins met je studie te maken heeft. Zo verzorgen wij verschillende studiefaciliteiten - korting op je boeken, tentamensbundels die in samenwerking met de verschillende docenten worden samengesteld, voorlichtingsmiddagen. Maar er is meer: daarom organiseren wij ook maandelijks filmavonden, excursies, sporttoernooien, feesten met andere studieverenigingen, lezingen, symposia... om maar iets te noemen! De FMF - opgericht in 1959 - zal dit jaar haar Achtste Lustrum vieren. Tussen 28 oktober en 5 november zullen er tal van activiteiten plaats vinden met natuurlijk een groot eindfeest dat je zeker niet wilt missen, je zult er de komende vijf jaren mee moeten doen! Zo zie je dat de FMF er voor zorgt dat je studie wat makkelijker verloopt, maar ook zorgen wij er voor dat je ook aan de nodige ontspanning toekomt. al deze activiteiten ontstaan niet zomaar. Dit wordt gedaan door de verschillende commissies en actieve leden die de FMF rijk is. Lijkt het je leuk ons te helpen, heb je zin om actief te worden, of heb je een geweldig idee voor een nieuwe

activiteit, kom dan eens langs in een van onze kamers in het natuurkundegebouw. Fysisch-Mathematische Faculteitsvereniging Natuurkundegebouw, Kamer 11.70a

## 16.16 MUON Faculteitsblad

De MUON is het Faculteitsblad van de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen van de Rijksuniversiteit Groningen. Het blad verschijnt negen maal per jaar in een oplage van 1750 exemplaren en wordt gratis verspreid onder studenten en medewerkers van de afdelingen Wiskunde, Informatica, Natuurkunde, Scheikunde en Sterrenkunde.

De redactie van het blad bestaat uit studenten en AIO's, die een gezellige groep vormen en op allerlei manieren bezig zijn met het maken van en in stand houden van de MUON. Lay-outen, schrijven, stukken regelen, sponsors werven, cartoons tekenen, het computernetwerk onderhouden en uitbreiden, alles is mogelijk bij de MUON.

Als je zin hebt om jouw faculteitsblad mede mogelijk te maken, geven wij je graag meer informatie op onze vergadering elke maandagavond om 21:00 in cafe 'Het Paard van Troje' of neem contact met ons op via:

Telefoon: 3636944

E-mail: MUON@cpedu.rug.nl

## 16.17 Belangrijke centrale instanties

De RuG, het College van Bestuur en de Universiteitsraad hebben als adres Oude Boteringestraat 44, 9712 GL Groningen, postadres: Postbus 72, 9700 AB Groningen. Tel. 050-3639111.

Centrale Studenten Administratie (CSA) Broerstraat 5, Postbus 72, 9700 AB Groningen. Tel. 050-3635274 Openingstijden: ma t/m vr 10.00-16.00 uur (in de maanden juli t/m september 12.00-16.00 uur).

Dit bureau zorgt voor de officiële inschrijving en registratie van studenten, extraneï en promovendi. Verder verstrekt het informatie hierover aan faculteiten, universitaire diensten en overige belanghebbenden die daartoe gerechtigd zijn.

Overige voorzieningen:

- Universitair Sportcentrum, Blauwborgje 4, tel. 050-3638063;
- ACLO Studentensportstichting, Blauwborgje 4, tel. 050-3638063;
- USVA Cultureel Jongeren centrum, Munnekeholm 10, tel. 050-3634670;
- GSP (Groninger Studentenpastoraat), Kraneweg 33, tel. 050-3129926;
- KEI (Kommissie Eerstejaars Introductie), Oude Boteringestraat 47, tel. 050-3638090;
- Bureau Student en Handicap, Pelsterstraat 23, tel. 050-3634658.

### Studentenvertegenwoordiging

De belangen van studenten worden behartigd door de volgende studentengroeperingen:

- SFG (Studenten Fractie Groningen), tel. 050-3634678;
- SORUG (Studentenoverleg Rijksuniversiteit Groningen), tel. 050-3634678;
- Gsb (Groninger Studentenbond), tel. 050-3634675.

Gemeenschappelijk post- en bezoekadres: Pelsterstraat 23, 9711 KH Groningen.



## Examenregelingen

### 17.1 De goedkeuring van het doctorale studieprogramma

De student legt doctoraal examen af over een individueel studieprogramma, dat moet zijn goedgekeurd door de Examencommissie voor de Doctorale Examens. Dit programma moet zijn samengesteld conform de eisen van de afstudeerrichtingen. Om vertraging te voorkomen is het raadzaam dat deze goedkeuring zo spoedig mogelijk plaatsvindt, bij voorkeur nog in het 3e studiejaar, maar uiterlijk 2 maanden vóór de aanmelding voor het examen. Voorlopige studieprogramma's kunnen na eventuele wijziging opnieuw aan de Examencommissie ter beoordeling worden aangeboden. Elke student neemt liefst voor aanvang van het derde jaar, doch uiterlijk vóór het derde trimester hiervan, contact op met de studieadviseur, die hem/haar helpt bij de keus van een afstudeerpad en bijbehorende afstudeerdocent. Het studieprogramma moet door afstudeerdocent en studieadviseur gefiatteerd worden.

Waarschuwing: Om studieproblemen te voorkomen is het van belang zo spoedig mogelijk een goedgekeurd studieprogramma te hebben.

Het formulier (beschikbaar als L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-file) waarop de student zijn programma kan indienen, kan worden opgehaald bij het onderwijsbureau (zie § 16.4). Ingevulde en getekende formulieren kunnen daar ook weer worden ingeleverd. De student ontvangt dan binnen 8 weken bericht omtrent goedkeuring. Indien het formulier wordt ingediend op een aanmeldingsdag, krijgt de student binnen 30 dagen dit bericht van goedkeuring.

Op het programmaformulier geeft de student aan:

1. Welke examenonderdelen hij op zijn diploma vermeld wil zien.
2. Welke vakken in elk der (disjuncte) examenonderdelen zijn bevat. Hierbij hanteert hij de volgende spelregels:
  - (a) Elk examenonderdeel - met uitzondering van een onderdeel "overige vakken" - heeft een studielast van minstens 16 sp.;
  - (b) De verplichte 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup>/4<sup>e</sup> jaars vakken worden met een v gemerkt en de voor wiskunde studenten quasi-verplichte vakken met een q.

Tenslotte heeft het ingevulde formulier de handtekening van de afstudeerdocent, of, indien er geen afstudeerdocent is, van de studieadviseur voor het derde en vierde studiejaar en de handtekening van de student zelf.

Na de aanmelding voor het doctorale examen (zie hieronder) controleert de Examencommissie de behaalde studieresultaten aan de hand van het goedgekeurde programma, de gegevens op dit programma en de bijbehorende cijferlijst.

### 17.1.1 Examenonderdelen bij Wiskunde

Lijst van examenonderdelen bij de studierichtingen Wiskunde, Technische Mechanica en Statistiek:

- Wiskunde
- Statistiek
- Technische Mechanica
- Informatica
- De naam van een universitaire opleiding (b.v. Natuurkunde, Economie of Bedrijfskunde)
- Overige vakken

### 17.1.2 Examenonderdelen bij Informatica

De vakken op het aanvraagformulier voor de goedkeuring van een (voorlopig) examenprogramma Informatica of Technische Informatica worden gegroepeerd volgens examenonderdelen; deze examenonderdelen worden tevens vermeld op de cijferlijst en op het diploma. Hierbij zijn de volgende regels van toepassing:

1. **Alle** vakken uit het verplichte basisprogramma worden vermeld onder het examenonderdeel *Basisprogramma Informatica*.
2. Eén of meer van de afstudeerrichtingen:
  - (a) *Fundamentele Informatica*,
  - (b) *Systeemprogrammatuur*,
  - (c) *Scientific Computing and Imaging*,
  - (d) *Systeemarchitectuur*,
  - (e) *Computational Intelligence-Intelligent Systems*,
  - (f) *Journalistiek*,
  - (g) *Energie- en Milieukunde* en
  - (h) *Bestuurlijke Informatica*

mogen als examenonderdeel worden opgevoerd als aan alle verplichtingen met betrekking tot deze afstudeerrichtingen wordt voldaan. Hieronder mogen naast het verplichte afstudeerwerk alle onder de afstudeerrichting met naam genoemde vakken worden opgevoerd.

3. Eén of meer examenonderdelen (bijvakken) met de naam van een *universitaire opleiding* mogen worden opgevoerd. Hieronder moet een vakkenpakket met een studielast van minstens 16 studiepunten afkomstig uit deze universitaire opleiding worden opgevoerd. Geen van deze vakken mag verzorgd worden door Informatica of Technische Informatica.
4. Alle vakken die niet te plaatsen zijn onder de bovengenoemde examenonderdelen worden geplaatst onder het examenonderdeel *Overige vakken*.

In voorkomende gevallen kan de examencommissie, in afwijking van het bovenstaande, toestemming verlenen tot een andere indeling.

## 17.2 De aanmelding voor een examen

De aanmelding voor alle examens vindt plaats bij het onderwijsbureau (zie § 16.4) voor wiskunde, informatica en statistiek studenten. Hier worden de werkzaamheden van de Examencommissie voorbereid, te weten de controle van de behaalde studieresultaten.

Een student moet zich persoonlijk aanmelden op de aanmeldingsmaandagen, 's morgens tussen 09.00 en 12.00 uur. Bij eventuele verhindering om dringende redenen kan men in de week voorafgaande aan de aanmeldingsmaandag een andere afspraak maken.

**Bij de aanmelding moet de student alle bewijsstukken welke betrekking hebben op zijn studieresultaten kunnen tonen (tentamen- en practicum-briefjes, testimonia, goedgekeurde studieprogramma's).**

De propedeusediploma's zullen, op 11 oktober 1999 om 14.00–15.00 uur, tijdens een feestelijke bijeenkomst in de Senaatskamer van het Academieggebouw worden uitgereikt.

De uitreiking van de doctoraaldiploma's vindt plaats in het Academieggebouw (Senaatskamer), Broerstraat 5, Groningen, resp. op 20 september en 20 december 1999 en op 17 april, 19 juni en 18 september 2000.

Na de aanmelding voor het examen ontvangt de student van het Faculteitsbureau een rooster, waarop het tijdstip en de plaats van de uitreiking vermeld staan.

## 17.3 Aanmeldings- en examendagen 1999/2000

		aanmeldingsdag	examendag	uitreikingsdag
september	1999	6	20	07–12–1999
oktober	1999	4	20	07–12–1999
november	1999	1	20	07–12–1999
december	1999	6	17	05–04–2000
januari	2000	3	17	05–04–2000
februari	2000	7	17	05–04–2000
maart	2000	6	17	05–04–2000
april	2000	3	19	21–06–2000
mei	2000	1	19	21–06–2000
juni	2000	5	19	21–06–2000
juli	2000	zie hieronder	31	20–09–2000
augustus	2000	zie hieronder	31	20–09–2000

De aanmelding voor de maanden juli en augustus vindt plaats op nader aan te kondigen tijden. De eis dat aan alle vereisten voor het examen op de aanmeldingsdag voldaan moet zijn, vervalt voor diegenen, die een diploma in augustus wensen. Voor het doctoraal examen in augustus dient de student een verklaring van de afstudeerdocent te overleggen waaruit blijkt dat redelijkerwijs mag worden verwacht dat in augustus aan alle eisen voor het doctoraalexamen voldaan wordt.

Studenten, waarvoor de buluitreiking in een andere maand plaatsvindt dan die waarin het aanmeldingsformulier voor het examen goedgekeurd wordt, kunnen een verklaring van de examencommissie krijgen waarin staat dat ze aan alle verplichtingen voor het propedeutisch of doctoraal examen voldaan hebben, voor het geval dit in verband met studiefinanciering of een werkkring nodig is.

## Examenreglementen en College van Beroep

### 18.1 Inleiding

Er zijn twee reglementen die met betrekking tot het onderwijs en de examens van belang zijn:

- a) het “Onderwijs en Examenreglement” voor de opleidingen Wiskunde, Technische Mechanica, Informatica, Technische Informatica en Statistiek (§ 18.2).
- b) de “Regels en Richtlijnen voor de Examens” (§ 18.3).

In § 18.4 wordt tenslotte de beroepsprocedure behandeld.

### 18.2 Onderwijs- en Examenreglement

#### Paragraaf 1 - Algemeen

##### Artikel 1 Toepasselijkheid van de regeling

Deze regeling is van toepassing op het onderwijs en de examens van de opleidingen: Wiskunde, Technische Mechanica, Informatica, Technische Informatica en Statistiek, verder te noemen: de opleidingen, behalve daar waar de opleidingen afzonderlijk zijn genoemd. De opleidingen worden verzorgd binnen de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen van de Rijksuniversiteit Groningen.

##### Artikel 2 Begripsbepalingen

In deze regeling wordt verstaan onder:

- a. **de wet:** de Wet op het hoger onderwijs en wetenschappelijk onderzoek (Stb. 1992, 593);
- b. **onderdeel:** onderwijseenheid van de opleiding, in de zin van de wet;
- c. **student:** hij/zij die is ingeschreven aan de universiteit voor het volgen van het onderwijs en/of het afleggen van de tentamens over de onderdelen en de examens van de opleiding;

- d. propedeuse:** de propedeutische fase van de opleiding, als bedoeld in art 7.8 van de wet;
- e. postpropedeuse:** het gedeelte van de opleiding, dat volgt op de propedeuse;
- f. tentamen:** aan elke onderwijseenheid is een tentamen verbonden;
- g. practicum:** een praktische oefening, als bedoeld in art. 7.13 van de wet, in één van de volgende vormen:
- het maken van een scriptie,
  - het maken van een werkstuk of een proefontwerp,
  - het uitvoeren van een onderzoeksopdracht,
  - het deelnemen aan veldwerk of een excursie,
  - het doorlopen van een stage,
  - of het deelnemen aan een andere onderwijsleeractiviteit, die gericht is op het bereiken van bepaalde vaardigheden.
- h. faculteit:** de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen van de Rijksuniversiteit Groningen;
- i. studiegids:** de laatstverschenen door de Faculteitsraad goedgekeurde studiegids van de opleidingen;
- j. studievorderingsadvies:** advies aan het eind van het eerste studiejaar over wenselijkheid van voortzetting van de studie.

### Artikel 3 Doel van de opleidingen:

Met de opleidingen wordt beoogd zodanige kennis, vaardigheid en inzicht bij te brengen op het gebied van de Wiskunde c.q. de Technische Mechanica c.q. de Informatica c.q. de Technische Informatica c.q. de Statistiek, dat de afgestudeerde in staat is tot een zelfstandige beroepsuitoefening en in aanmerking komt voor een eventuele vervolgopleiding tot wetenschappelijk onderzoeker of ontwerper.

### Artikel 4 Voltijds / deeltijds

De opleidingen worden uitsluitend voltijds verzorgd.

### Artikel 5 De examens van de opleidingen

1. In de opleidingen Wiskunde en Informatica kan worden afgelegd het propedeutisch examen.
2. In de opleidingen kan worden afgelegd het afsluitend examen.
3. Tot het afsluitend examen van de opleiding Wiskunde of van de opleiding Technische Mechanica geven toelating:
  - a. het propedeutisch examen Wiskunde, behaald aan één der Nederlandse universiteiten;
  - b. het propedeutisch examen Technische Wiskunde, behaald aan één der Nederlandse Technische Universiteiten.
4. Tot het afsluitend examen van de opleiding Informatica of van de opleiding Technische informatica geven toelating:
  - a. het propedeutisch examen Informatica, behaald aan één der Nederlandse universiteiten;

- b. het propedeutisch examen Technische Informatica, behaald aan één der Nederlandse Technische Universiteiten.
5. Tot het afsluitend examen van de opleiding Statistiek geven toelating:
- (a) het propedeutisch examen Wiskunde, behaald aan de Rijksuniversiteit Groningen;
  - (b) het propedeutisch examen Econometrie, behaald aan de Rijksuniversiteit Groningen.

## Artikel 6 Titulatuur

1. Het behalen van het afsluitend examen in de opleidingen Wiskunde, Informatica, Technische Informatica en Statistiek geeft recht op het voeren van de titel doctorandus (afgekort drs).
2. Het behalen van het afsluitend examen in de opleiding Technische Mechanica geeft recht op het voeren van de titel ingenieur (afgekort ir).
3. Degenen die gerechtigd zijn tot het voeren van de titel drs of ir, zijn tevens gerechtigd in plaats daarvan de titel Master of Science (afgekort M.Sc.) te voeren.

## **Paragraaf 2 - Propedeuse**

### Artikel 7 Samenstelling

1. De onderdelen van de propedeuse van de opleiding Wiskunde zijn die onderdelen die als zodanig vermeld zijn in paragraaf §3.2.1 van de studiegids. De betreffende passage uit voornoemde studiegids is onderdeel van deze regeling.
2. De onderdelen van de propedeuse van de opleiding Informatica zijn die onderdelen die als zodanig vermeld zijn in paragraaf §3.3.1 van de studiegids. De betreffende passage uit voornoemde studiegids is onderdeel van deze regeling.

### Artikel 8 Nadere gegevens omtrent de onderdelen

Nadere omschrijving van de inhoud van de onderdelen die krachtens artikel 7 tot de propedeuse behoren en eventueel bij deze onderdelen vereiste praktische oefeningen zijn opgenomen in de alfabetische lijst van onderdelen in paragraaf §13 van de studiegids. De betreffende passage uit voornoemde studiegids is deel van deze regeling.

## **Paragraaf 3 - Postpropedeuse**

### Artikel 9 Samenstelling van de postpropedeutische fase van de opleidingen

1. De onderdelen van de postpropedeutische fase van de opleidingen Wiskunde en Technische Mechanica zijn die onderdelen die als zodanig vermeld zijn in paragraaf §5 van de studiegids. De betreffende passage uit voornoemde studiegids is deel van deze regeling.

2. De onderdelen van de postpropedeutische fase van de opleidingen Informatica en Technische Informatica zijn die onderdelen die als zodanig vermeld zijn in paragraaf §10 van de studiegids. De betreffende passage uit voornoemde studiegids is deel van deze regeling.
3. De onderdelen van de postpropedeutische fase van de opleiding Statistiek zijn die onderdelen die als zodanig vermeld zijn in paragraaf §7 van de studiegids. De betreffende passage uit voornoemde studiegids is deel van deze regeling.

#### Artikel 10 Nadere gegevens omtrent de onderdelen

Voor nadere gegevens van de onderdelen die krachtens de artikelen 9.1, 9.2 en 9.3 van deze regeling tot de postpropedeutische fase van de opleidingen behoren, is artikel 8 van overeenkomstige toepassing.

### **Paragraaf 4 - Afleggen van tentamens**

#### Artikel 11 Volgorde van tentamens

1. Studenten die aan het einde van hun eerste studiejaar een positief studievorderingsadvies hebben ontvangen mogen zonder meer tentamens van de postpropedeutische fase afleggen.
2. Op verzoek van de student kan de examencommissie hem/haar toelaten tot het afleggen van bepaalde tentamens van de postpropedeutische fase ook indien hij/zij geen positief studievorderingsadvies heeft gekregen.

#### Artikel 12 Tijdvakken en frequentie tentamens

1. Tot het afleggen van de tentamens van de onderdelen, die krachtens het bepaalde in artikelen 7, 9.1, 9.2 en 9.3 tot de opleidingen behoren, wordt elk jaar tenminste driemaal de gelegenheid gegeven, met dien verstande dat tot het afleggen van tentamens voor onderdelen verzorgd door de vakgroep Econometrie in de postpropedeutische fase van de opleiding Statistiek elk jaar tenminste tweemaal de gelegenheid wordt gegeven.
2. In afwijking van het bepaalde in het eerste lid wordt tot het afleggen van het tentamen van een onderdeel, waarvan het onderwijs in een bepaald studiejaar niet is gegeven, in dat jaar tenminste eenmaal de gelegenheid gegeven.
3. Voor onderdelen die anders dan schriftelijk of mondeling worden afgenomen, kan van het in lid 1 en lid 2 bepaalde worden afgeweken, indien de wijze van examinering zulks vordert.
4. Voor onderdelen, die niet langer gegeven worden, wordt een overgangsregeling gepubliceerd in de studiegids.

#### Artikel 13 Vorm van het afleggen van tentamens

1. De onderdelen die krachtens het bepaalde in de artikelen 7, 9.1, 9.2 en 9.3 tot de opleidingen behoren worden schriftelijk getentamineerd, tenzij anders vermeld in de alfabetische lijst van onderdelen als bedoeld in de artikelen 8 en 10.

2. Op verzoek van de student kan de examencommissie toestaan dat een tentamen op een andere wijze dan in lid 1 bedoeld wordt afgelegd.
3. Aan lichamelijk of zintuiglijk gehandicapte studenten wordt de gelegenheid geboden de tentamens op een zoveel mogelijk aan hun individuele handicap aangepaste wijze af te leggen. De examencommissie wint zo nodig deskundig advies in alvorens te beslissen.

#### Artikel 14 Mondelinge tentamens

1. Mondeling wordt niet meer dan één persoon tegelijk getentamineerd, tenzij de examencommissie anders heeft bepaald.
2. Het mondeling afnemen van een tentamen is openbaar, tenzij de examencommissie of de desbetreffende examinerator in een bijzonder geval anders heeft bepaald, danwel de student daartegen bezwaar heeft gemaakt.

### **Paragraaf 5 - Uitslag van een tentamen**

#### Artikel 15 Vaststelling en bekendmaking van een uitslag van een tentamen

1. De examinerator stelt terstond na het afnemen van een mondeling tentamen de uitslag vast en reikt de student de desbetreffende schriftelijke verklaring uit.
2. De examinerator stelt de uitslag van een schriftelijk tentamen of practicum vast binnen dertig dagen na de dag waarop het is afgelegd cq. voltooid, en verschaft de administratie van de faculteit de nodige gegevens ten behoeve van de uitreiking van het schriftelijk bewijsstuk omtrent de uitslag aan de student.
3. Ten aanzien van een op andere wijze af te leggen tentamen bepaalt de examencommissie tevoren op welke wijze en binnen welke termijn de student een schriftelijke verklaring omtrent de uitslag zal ontvangen.
4. Op de schriftelijke verklaring omtrent de uitslag van een tentamen wordt de student gewezen op het inzagerecht, bedoeld in artikel 17, eerste lid, alsmede op de beroepsmogelijkheid bij het College van Beroep voor de Examens.

#### Artikel 16 Geldigheidsduur

De geldigheidsduur van behaalde onderdelen is onbeperkt. In afwijking hiervan kan de examencommissie m.b.t. een onderdeel, dat langer dan zes jaar geleden is behaald, een aanvullend dan wel vervangend tentamen opleggen, alvorens de student wordt toegelaten tot het afleggen van het desbetreffende examen.

#### Artikel 17 Inzagerecht

1. Gedurende tenminste dertig dagen na de bekendmaking van de uitslag van een schriftelijk tentamen krijgt de student op zijn verzoek inzage in zijn beoordeeld werk.

2. Gedurende de in het eerste lid genoemde termijn kan elke belangstellende kennis nemen van vragen en opdrachten van het desbetreffende tentamen, alsmede zo mogelijk van de normen aan de hand waarvan de beoordeling heeft plaatsgevonden.
3. De examencommissie kan bepalen, dat de inzage of de kennisneming geschiedt op een vaste plaats en tijd.  
Indien de betrokkene aantoonbaar door overmacht verhinderd te zijn of te zijn geweest op een aldus vastgestelde plaats en tijdstip te verschijnen, wordt hem een andere mogelijkheid geboden, zo mogelijk binnen de in het eerste lid genoemde termijn.

## **Paragraaf 6 - Vrijstelling**

### Artikel 18 Vrijstelling van tentamens

De examencommissie kan vrijstelling verlenen van het afleggen van één of meer tentamens van de opleidingen op grond van eerder met goed gevolg afgelegde tentamens aan een instelling voor hoger onderwijs.

## **Paragraaf 7 - Examens**

### Artikel 19 Tijdvakken en frekwentie afleggen examens

1. Tot het afleggen van de examens wordt 12 maal per jaar gelegenheid gegeven. De examendata en de aanmeldingsprocedure voor de examens worden vermeld in de studiegids, in de paragrafen §17.2 en §17.3.
2. De examencommissie stelt voor elke examendatum de datum van een er aan voorafgaande aanmeldingsdag vast. Op deze aanmeldingsdag dient de student via de administratie van de afdeling de bewijzen van tentamenuitslagen te overleggen, die krachtens artikel 7, 9.1, 9.2 of 9.3 onderdeel zijn van het betreffende examen, alsmede een goedgekeurd examenprogramma. Voor het verkrijgen van een goedgekeurd examenprogramma wordt verwezen naar de regeling zoals vermeld in de studiegids, in paragraaf §17.1.

### Artikel 20 Uitslag examen

1. De examencommissie stelt de uitslag van het examen vast nadat de student bewijzen heeft overlegd van het met goed gevolg afleggen van de tentamens die krachtens artikel 7, 9.1, 9.2 of 9.3 onderdeel zijn van het betreffende examen.
2. De in lid 1 bedoelde vaststelling geschiedt zo spoedig mogelijk, maar ten hoogste 30 dagen nadat de in lid 1 bedoelde bewijzen conform de in artikel 19 lid 2 bedoelde aanmeldingsprocedure zijn overlegd.

## Paragraaf 8 - Vooropleiding

### Artikel 21 Vervangende eisen deficiënties vooropleiding

1. Deficiënties in de vooropleiding m.b.t. de vakken wiskunde en/of natuurkunde, zoals bedoeld in de wet in art. 7.25 lid 1, tweede volzin, kunnen worden vervuld door het met goed gevolg afleggen van een toets. De toets wordt afgenomen door de Commissie Bijzondere Toelatingen van de faculteit.
2. In bijzondere gevallen kan de examencommissie besluiten dat een deficiëntie zoals bedoeld in lid 1 is vervuld zonder dat de in lid 1 genoemde toets is afgelegd.
3. Aan de eis inzake voldoende beheersing van de Nederlandse taal wordt voldaan door het met goed gevolg afleggen van een staatsexamen Nederlands als tweede taal (NT2) Programma II.
4. In bijzondere gevallen kan de examencommissie besluiten dat aan de eis inzake voldoende beheersing van de Nederlandse taal is voldaan, zonder dat het in lid 3 bedoelde examen is afgelegd.

### Artikel 22 Toelating met HBO-propedeuse/einddiploma

1. Wie een HBO-propedeuse of –einddiploma Leraar Voortgezet Onderwijs Wiskunde van de 2<sup>e</sup> Graad behaald heeft kan worden toegelaten tot de opleiding Wiskunde.
2. Wie een HBO-propedeuse of –einddiploma behaald heeft aan een Hogere Informatica Opleiding kan worden toegelaten tot de opleiding Informatica.
3. Wie een HBO-propedeuse of –einddiploma behaald heeft aan een HTS Elektrotechniek kan worden toegelaten tot de opleiding Informatica.
4. Wie in het bezit is van een ander HBO-diploma dan in de vorige leden omschreven kan alleen worden toegelaten met een positief advies van de Commissie Bijzondere Toelatingen van de faculteit.

### Artikel 23 Doorstroomprogramma met HBO-einddiploma

1. Wie een HBO-einddiploma behaald heeft als Leraar Voortgezet Onderwijs Wiskunde van de 2<sup>e</sup> Graad kan gebruik maken van een doorstroomprogramma van 84 studiepunten voor de opleiding Wiskunde, zoals beschreven in de studiegids, paragraaf §5.4.
2. Wie een HBO-einddiploma behaald heeft als Leraar Voortgezet Onderwijs Wiskunde van de 2<sup>e</sup> Graad kan gebruik maken van een doorstroomprogramma van 126 studiepunten voor de opleiding Technische Mechanica (inclusief propedeuse Wiskunde), zoals beschreven in de studiegids, paragraaf §5.4.
3. Wie een HBO-einddiploma behaald heeft aan een Hogere Informatica Opleiding kan gebruik maken van een doorstroomprogramma van 84 studiepunten voor de opleiding Informatica, zoals beschreven in de studiegids, paragraaf §10.9.
4. Wie een HBO-einddiploma behaald heeft aan een Hogere Informatica opleiding kan gebruik maken van een doorstroomprogramma van 84 studiepunten voor de opleiding Technische Informatica (inclusief propedeuse Informatica), zoals beschreven in de studiegids, paragraaf §10.9.

5. Wie een HBO-einddiploma behaald heeft aan een HTS Elektrotechniek kan gebruik maken van een doorstroomprogramma van 105 studiepunten voor de opleiding Technische Informatica (inclusief propedeuse Informatica), zoals beschreven in de studiegids, paragraaf §10.9.

#### Artikel 24 Equivalente vooropleiding

1. Aan bezitters van een getuigschrift van een buitenlandse instelling van voortgezet onderwijs dat niet bij ministeriële regeling als gelijkwaardig is aangemerkt met de vooropleidingseisen gesteld in artikel 7.24 van de wet kan vrijstelling van de bedoelde vooropleidingseisen worden verleend door het faculteitsbestuur.
2. Het faculteitsbestuur besluit tot de in lid 1 van dit artikel bedoelde vrijstelling nadat gelijkwaardigheid van het in lid 1 bedoelde buitenlandse getuigschrift is komen vast te staan na toetsing door de Commissie Bijzondere Toelatingen van de faculteit.
3. Het in lid 2 bedoelde besluit tot vrijstelling geschiedt onverminderd het bepaalde in artikel 21 van deze regeling.

#### Artikel 25 Colloquium doctum

Bij het toelatingsonderzoek, als bedoeld in art. 7.29 van de wet, worden de volgende eisen gesteld:

1. **Wiskunde** : kennis van het VWO-vak Wiskunde B op eindexamenniveau
2. **Natuurkunde** : kennis van het VWO-vak Natuurkunde op het eindexamenniveau
3. **Talenkennis** : Kennis van de Engelse taal op HAVO-eindexamenniveau of overgangsniveau 4 naar 5 VWO.
4. **Algemene Ontwikkeling** : HAVO-eindexamenniveau of overgangsniveau 4 naar 5 VWO

Het toelatingsonderzoek wordt uitgevoerd door de Commissie Bijzondere Toelatingen van de faculteit.

### **Paragraaf 9 - Studiebegeleiding**

#### Artikel 26 Studievoortgang en studiebegeleiding

1. Het faculteitsbestuur draagt zorg voor een zodanige registratie van de studieresultaten, dat tenminste eenmaal per trimester aan elke student een overzicht verschaft kan worden van de door hem behaalde resultaten in relatie tot het onderwijs- en examenprogramma van de opleiding.
2. Het faculteitsbestuur draagt zorg voor studiebegeleiding van de studenten die voor de opleidingen zijn ingeschreven, mede ten behoeve van hun oriëntatie op mogelijke studiewegen in en buiten de opleiding.

## Paragraaf 10 - Slot- en invoeringsbepalingen

### Artikel 27 Wijziging

1. Wijzigingen van deze regelingen worden, indien van toepassing volgens artikel 7.2b van het Reglement U-raad RUG ná instemming van de Faculteitsraad, door de Faculteitsraad bij afzonderlijk besluit vastgesteld.
2. Geen wijzigingen vinden plaats die van toepassing zijn op het lopende studiejaar, tenzij de belangen van de studenten daardoor redelijkerwijs niet worden geschaad.
3. Wijzigingen kunnen voorts niet ten nadele van de studenten van invloed zijn op enige beslissing, welke krachtens deze regeling door de examencommissie is genomen ten aanzien van een student.

### Artikel 28 Overmachtsclausule

In gevallen waarin het onderwijs- en examenreglement niet voorziet beslist de examencommissie.

### Artikel 29 Bekendmaking

Deze regeling wordt jaarlijks gepubliceerd in de studiegids.

### Artikel 30 Inwerkingtreding

Deze regeling treedt in werking op 1 september 1998. Aldus vastgesteld bij besluit van het Bestuur van de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen op 18 juni 1998 na goedkeuring van de Faculteitsraad op 17 juni 1998.

## 18.3 Regels en Richtlijnen voor de Examens

Regels en Richtlijnen zoals bedoeld in artikel 7.12, vierde lid, van de Wet op het Hoger onderwijs en Wetenschappelijk onderzoek, vastgesteld door de Examencommissie Wiskunde en Informatica en de Examencommissie Statistiek, geldend voor de examens van de opleidingen

- Wiskunde en Technische Mechanica
- Informatica en Technische Informatica
- Statistiek

aan de Rijksuniversiteit Groningen.

### **Artikel 1. Toepassingsgebied**

Deze regels en richtlijnen zijn van toepassing op de onderdelen en examens in de opleidingen Wiskunde, Technische Mechanica, Informatica, Technische Informatica en Statistiek, hierna te noemen: de opleidingen.

## **Artikel 2. Begripsomschrijvingen**

In deze regels en richtlijnen wordt verstaan onder

O.E.R.: het onderwijs- en examenreglement van de opleidingen.  
examencommissie: de examencommissie van de desbetreffende opleiding.

## **Artikel 3. Voorzitterschap van de examencommissie**

De directeur van het Opleidingsinstituut Wiskunde en Informatica is q.q. voorzitter van de examencommissie.

## **Artikel 4. Dagelijkse commissies**

1. De examencommissie wijst uit haar midden een commissie van drie leden aan ter behartiging van de dagelijkse gang van zaken met betrekking tot de propedeutische examens. Dit is niet van toepassing op de examencommissie Statistiek.
2. De examencommissie wijst uit haar midden een commissie van tenminste drie leden aan ter behartiging van de dagelijkse gang van zaken met betrekking tot de afsluitende examens.

## **Artikel 5. Dagelijkse gang van zaken**

1. Onder dagelijkse gang van zaken als bedoeld in artikel 4 wordt in ieder geval verstaan het doen van een voorstel voor elk besluit te nemen door de examencommissie.
2. Een voorstel als bedoeld in het eerste lid wordt schriftelijk danwel elektronisch gedaan aan alle leden van de examencommissie.
3. Indien één of meer leden van de examencommissie binnen vijf werkdagen na verzending om een vergadering over het voorstel verzoeken, dan wordt de examencommissie door de desbetreffende dagelijkse commissie bijeengeroepen.

## **Artikel 6. Besluitvorming examencommissie**

1. Wordt geen verzoek als bedoeld in artikel 5 lid 3 ontvangen, dan geldt het in artikel 5 bedoelde voorstel na afloop van de genoemde termijn van vijf werkdagen als besluit van de examencommissie.
2. Besluiten van de examencommissie worden genomen bij gewone meerderheid van het aantal aanwezige leden, waarbij tenminste vijf leden aanwezig moeten zijn.
3. Besluiten van de commissies ter behartiging van de dagelijkse gang van zaken worden genomen bij gewone meerderheid van het aantal leden dat de desbetreffende commissie telt.

## Artikel 7. Examens en tentamens

1. Aan elke onderwijseenheid is een tentamen verbonden.
2. Elk tentamen omvat een onderzoek naar de kennis, het inzicht en de vaardigheden van de examinandus, alsmede de beoordeling van de uitkomsten van dat onderzoek.
3. Ten behoeve van het afnemen van de tentamens wijst de examencommissie examinatoren aan. Als examiner kunnen slechts worden aangewezen leden van het personeel die met het verzorgen van het onderwijs in de desbetreffende onderwijseenheid zijn belast alsmede deskundigen van binnen of buiten de instelling.
4. Overeenkomstig het bepaalde in artikel 7 lid 4 van de Wet op het Hoger Onderwijs en Wetenschappelijk Onderzoek kan de examencommissie aan de examinatoren richtlijnen geven met betrekking tot de beoordeling van degene die het tentamen aflegt en met betrekking tot de vaststelling van de uitslag van het tentamen.
5. De vaststelling of is voldaan aan de voorwaarden met het oog op de toelating tot het afleggen van het examen dan wel van één of meer onderdelen daarvan geschiedt door de examencommissie of de betreffende examiner.

## Artikel 8. De beoordeling

1. De onderdelen worden beoordeeld met het judicium “met goed gevolg” of “niet met goed gevolg”.
2. Een onderdeel kan ook worden beoordeeld met een geheel of halftallig cijfer groter dan of gelijk aan 1 en kleiner dan of gelijk aan 10. In dit geval geldt dat het onderdeel met goed gevolg is afgelegd, indien het cijfer minstens  $5\frac{1}{2}$  is.
3. In bijzondere gevallen kan op andere wijze worden uitgedrukt dat het onderdeel met goed gevolg is afgelegd.
4. De geëxamineerde is geslaagd indien alle onderdelen met goed gevolg zijn afgelegd.

## Artikel 9. Toekennen van studiepunten

1. Voor onderdelen met een omvang groter dan 4 studiepunten kan de student de examencommissie verzoeken een tussentijdse beoordeling te doen plaatsvinden.
2. Voor het opnieuw afleggen van een tentamen, waarvoor al eerder studiepunten of een vrijstelling zijn toegekend, worden geen studiepunten toegekend.
3. Voor vrijstellingen als bedoeld in artikel 18 van het O.E.R. worden geen studiepunten in de zin van de Wet op de Studiefinanciering (Stb.227) toegekend.

## Artikel 10. Vrijstelling van een examen of tentamen

1. Een verzoek tot vrijstelling van het afleggen van een examen of een tentamen op grond van het bepaalde bij of krachtens de wet wordt ingediend bij de examencommissie.
2. De examencommissie neemt een gemotiveerde beslissing zo spoedig mogelijk na ontvangst van het verzoek en nadat de betreffende examinandus in de gelegenheid is gesteld zijn verzoek toe te lichten. De examinandus wordt van het besluit onverwijld in kennis gesteld.
3. Indien een examinandus bij of krachtens de wet reeds vrijstelling geniet voor één of meer tentamens doet hij/zij hiervan mededeling aan de examencommissie.

**Artikel 11. De taal waarin geëxamineerd wordt**

De examinering geschiedt in het Nederlands of, voor zover de examencommissie of de betreffende examinerator dit nodig of gewenst acht en mits de betreffende examinandi hiertegen geen bezwaar hebben gemaakt, in een andere taal.

**Artikel 12. De aanmelding**

1. De aanmelding voor een schriftelijk tentamen geschiedt volgens de regels in de studiegids, paragraaf §2.4.
2. De aanmelding voor de examens geschiedt met inachtneming van het bepaalde in artikel 19 van het O.E.R..
3. In bijzondere gevallen kan de examencommissie of examinerator afwijken van het krachtens het eerste en tweede lid bepaalde.

**Artikel 13. De orde tijdens een examen of tentamen**

1. De examencommissie dan wel de desbetreffende examinerator draagt er zorg voor dat ten behoeve van de schriftelijke tentaminering surveillanten worden aangewezen, die erop toezien dat het tentamen in goede orde verloopt.
2. De examinandus is verplicht zich op verzoek van of vanwege de examencommissie te legitimeren met het bewijs van inschrijving.
3. Aanwijzingen van de examencommissie of de desbetreffende examinerator die voor de aanvang van het tentamen zijn gepubliceerd, alsmede aanwijzingen die tijdens het tentamen en onmiddellijk na afloop daarvan gegeven worden, dienen door de examinandus te worden opgevolgd.
4. Een examinandus die niet voldoet aan het bepaalde bij of krachtens het eerste en tweede lid kan door de examencommissie of de desbetreffende examinerator worden uitgesloten van verdere deelname aan het desbetreffende tentamen.
5. De tentamenopgaven mogen door de examinandus na afloop van het tentamen worden meegenomen.

**Artikel 14. Fraude**

1. Onder fraude wordt verstaan het handelen of nalaten van een student dat erop is gericht, het vormen van een juist oordeel omtrent zijn kennis, inzicht en vaardigheden geheel of gedeeltelijk onmogelijk te maken.
2. Ingeval van fraude kan de examencommissie, c.q. de examinerator de examinandus uitsluiten van verdere deelname aan tentamens van het betreffende onderdeel, voor de duur van ten hoogste één jaar.
3. De examinerator draagt zorg dat een verslag van de geconstateerde fraude of vermoede fraude wordt toegezonden aan de examencommissie, onder toezending van een afschrift aan de student.
4. De student kan bij de examencommissie bezwaar maken tegen de uitsluiting.
5. In geval van fraude tijdens of in verband met een examen of tentamen kan de examencommissie de student uitsluiten van verdere deelname aan het desbetreffende examen of één of meer onderdelen daarvan voor een termijn van ten hoogste één jaar nadat de fraude is geconstateerd.
6. De examencommissie beslist niet dan nadat zij de student en de examinerator heeft gehoord, althans daartoe in de gelegenheid heeft gesteld.

## Artikel 15. De vaststelling van de uitslag van het examen

Nadat alle onderdelen van het examen zijn afgelegd en de bewijzen hiervan door de student zijn overlegd overeenkomstig het bepaalde in artikel 19 lid 2 van het O.E.R., wordt de uitslag van het examen door de examencommissie vastgesteld met inachtneming van het bepaalde in artikel 16, derde lid.

## Artikel 16. Het getuigschrift

1. Ten bewijze dat het examen met goed gevolg is afgelegd, wordt door de desbetreffende examencommissie een getuigschrift uitgereikt. Het getuigschrift wordt ondertekend door tenminste twee door de examencommissie aan te wijzen leden.
2. Op de keerzijde van het getuigschrift worden de tot het examen behorende onderdelen of groepen van onderdelen vermeld. Daarenboven worden vermeld niet tot het examen behorende onderdelen of groepen van onderdelen waarin op verzoek van de examinandus is geëxamineerd, mits die onderdelen met goed gevolg zijn afgelegd en de bewijzen hiervan door de student overeenkomstig het bepaalde in artikel 15 zijn overlegd.
3. Ingeval de geëxamineerde tijdens het afleggen van het afsluitend examen blijkt heeft gegeven van uitzonderlijke bekwaamheid, dan kan dit op het getuigschrift vermeld worden met de woorden “met lof” dan wel “cum laude”. Bij het beoordelen of van uitzonderlijke bekwaamheid sprake is, laat de examencommissie zich globaal leiden door het totaal der resultaten behaald voor de tentamens. Het totaalresultaat wordt bepaald als gemiddelde van de cijfers van de tot het examen behorende onderdelen, berekend met inachtneming van de studielast van die onderdelen. Hierbij geldt als regel dat dit totaalresultaat hoger dan 8 moet zijn. Daarnaast wordt rekening gehouden met:
  - geen der cijfers is lager dan 7;
  - studietempo;
  - kwaliteit van het afstudeerwerk;
  - aantal herhalingen van tentamens;
  - resultaten behaald op tentamens die anders dan met een cijfer beoordeeld zijn.
4. Van de overeenkomstige mogelijkheid als in het derde lid bedoeld wordt bij het propedeutische examen geen gebruik gemaakt.
5. Aan de geëxamineerde wordt bij de uitreiking van het getuigschrift een afzonderlijke cijferlijst verstrekt.

## Artikel 17. Wijziging van deze regels en richtlijnen

Wijzigingen van deze regels en richtlijnen die van toepassing zijn op het lopende studiejaar vinden slechts plaats, indien de belangen van examinatoren, examinandi of geëxamineerden hierdoor redelijkerwijs niet worden geschaad.

## **Artikel 18. Inwerkingtreding**

Deze regels en richtlijnen treden in werking op 1 september 1997.

Aldus vastgesteld door de examencommissie voor de opleidingen Wiskunde, Technische Mechanica, Informatica en Technische Informatica, en de examencommissie voor de opleiding Statistiek, op 1 mei 1997 en herzien in juli 1998.

## **18.4 College van Beroep voor de Examens**

Bij de invoering van de Twee Fasen Structuur is ook voorzien in een College van Beroep voor de Examens. Dit college van beroep heeft o.a. tot taak om te oordelen over beroep tegen:

- a) beschikkingen van examencommissies en examinatoren alsook tegen de behandeling tijdens het afleggen van het examen of onderdelen daarvan (b.v. tentamens).
- b) beschikkingen m.b.t. de toelating tot de tweede fase.

Weigeringen om te beschikken worden in deze ook als beschikking opgevat.

Beroep kan alleen worden ingesteld door degene die door de beschikking of door de behandeling rechtstreeks in zijn belang is getroffen. Hieronder volgen enkele officiële mededelingen omtrent de procedure bij het College van Beroep voor de Examens, ontleend aan een brief d.d. 26 maart 1990 van het College van Bestuur aan de Faculteitsbesturen:

### **Mededeling beroepsmogelijkheid**

Ingeval een tentamen is afgenomen of de uitslag van het examen is vastgesteld dient door de betreffende examencommissie of examinerator een daarop betrekking hebbende verklaring te worden uitgereikt, waaruit de uitslag blijkt. Bij de uitreiking van de verklaring behoort mededeling te worden gedaan van de openstaande beroepsmogelijkheid bij het College van Beroep voor de Examens en van de daarbij in acht te nemen beroepstermijn.

### **Beroepstermijn**

Het beroepsschrift moet worden ingediend binnen vier weken na de dag, waarop de bestreden beschikking is meegedeeld of wordt geacht te zijn geweigerd, of de handeling waartegen beroep wordt aangetekend, heeft plaatsgevonden.

Het College van Beroep voor de Examens aan onze Universiteit is gevestigd in het pand Oude Boteringestraat 44 te Groningen. Postadres: Postbus 72, 9700 AB Groningen.

Wanneer het beroepschrift na die termijn is ingediend, blijft niet-ontvankelijkverklaring op grond daarvan achterwege, indien de appellant aantoonbaar dat hij het beroep heeft ingesteld zo spoedig als dit redelijkerwijs kon worden verlangd.

### **Beroep gericht aan verkeerd orgaan**

Is het beroepschrift niet bij het College van Beroep voor de Examens ingediend, maar bij een examiner of een ander universitair orgaan, dan dient deze het beroepschrift, nadat daarop de datum van ontvangst is aangetekend, met de daarbij overgelegde stukken door te zenden aan het College van Beroep voor de Examens onder gelijktijdige mededeling hiervan aan de appellant.

### **Onvolledig beroepschrift**

Indien binnen de termijn van dertig dagen de appellant nog niet alle benodigde gegevens heeft om beroep in te stellen, dient hij niettemin een beroepschrift in te zenden en daarbij aan te geven welke beschikking door hem wordt aangevochten. Hij wordt alsdan in de gelegenheid gesteld binnen een bepaalde termijn zijn beroepschrift aan te vullen.

### **Schikkingsprocedure**

Voordat het College het beroep in behandeling neemt zendt het het beroepschrift toe aan de (voorzitter van de) betreffende examencommissie met uitnodiging om in overleg met betrokkenen na te gaan of een schikking van het geschil mogelijk is.

Indien geen minnelijke schikking wordt bereikt deelt de voorzitter van de betreffende examencommissie aan het College van Beroep mee tot welke uitslag het beraad heeft geleid, onder overlegging van de daarop betrekking hebbende stukken. Tevens draagt hij zorg dat een verweerschrift van de examiner danwel van de examencommissie meegezonden wordt.

### **Zitting**

Het College neemt vervolgens het beroep in behandeling. De zittingen van het College zijn openbaar.

Tenslotte wijzen wij er op dat in de fase voorafgaande aan de behandeling door het College is voorzien in een mogelijkheid voor partijen om het geschil in onderling overleg te regelen, zonder dat het College een uitspraak behoeft te doen. De praktijk laat zien dat deze schikkingsprocedure in veel gevallen tot een bevredigende oplossing leidt. Hoewel het pogen om buiten de procedure bij het College van Beroep in onderling overleg tussen klager en docent of examencommissie tot een voor alle partijen bevredigende oplossing te komen op zich een goede zaak is, mogen deze pogingen niet zover gaan dat zij de klager feitelijk afhouden van zijn hem door de wet toegekende mogelijkheid om bij het College van Beroep voor de Examens in beroep te komen.



*Telefoonlijst*

Het telefoonnummer in de eerste kolom is een **doorkiesnummer**. Bij bellen van buiten de universiteit wordt dit voorafgegaan door **363**.

De email adressen van de medewerkers bestaan uit de voorletters en achternaam gescheiden door punten, gevolgd door **@math.rug.nl** voor wiskunde en door **@cs.rug.nl** voor informatica.

**Bureau van de afdeling Wiskunde en Informatica**

<b>Tel.</b>	<b>Naam</b>		<b>Kamer</b>
3973	Adema-Houben, E.J.	IWI-secretaresse	IWI 136
3927	Beereboom, A.M.	Internationalisering	IWI 32
3977	Beverwijk-Homan, W.	Onderwijsbureau	IWI 36
3939	Hansen, D.J.	Alg.-secretaresse	IWI 132
7134	Holthof, M.H.	OWI-secretaresse	IWI 136
3939	Jager-Venema, H.	Alg. secretaresse	IWI 132
3987	Jong-Schluker, J. de	Zakelijk coördinator	IWI 128
3977	Kruizinga-Huisman, P.J.	Onderwijsbureau	IWI 36
3937	Smedinga, Dr. R.	Wetensch. coördinator	IWI 122

**Bibliotheek**

<b>Tel.</b>	<b>Naam</b>	<b>Kamer</b>
4001	Bijl-Bulthuis, J. van der	Bibliotheek WSN
4001	Hazenberg-Dekker, A.G.	Bibliotheek WSN

**Wiskunde**

<b>Tel.</b>	<b>Naam</b>	<b>Kamer</b>	<b>Tel. thuis</b>
3962	Albers, Drs. C.J.	IWI 209	050-5790867
3961	Auer, Dr. R.	IWI 304	
3962	Basrak, B.	IWI 209	050-5775663
3999	Belur, M.N.	IWI 327	
3957	Berkenbosch, Drs. M.	IWI 221	
3999	Blom, Drs. K.	IWI 327	033-4553664
7121	Bos, Drs. M.G.W.	IWI 342	0591-633831
3974	Botta, Dr. E.F.F.	IWI 220	050-3094072
3960	Braaksma, Prof.dr. B.L.J.	IWI 310	050-3091017
3959	Broer, Prof.dr. H.W.	IWI 303	050-3141354
6496	Cotroneo, Drs. T.	IWI 320	050-5711415
3985	Curtain, Prof.dr. R.F.	IWI 321	050-5416872

**Vervolg Wiskunde**

<b>Tel.</b>	<b>Naam</b>	<b>Kamer</b>	<b>telthuis</b>
	Dechsiri, C.		
3971	Dehling, Prof.dr. H.G.	IWI 211	050-5267317
6779	Deinum, Drs. J.F.		050-5411835
3980	Dijksma, Prof.dr.ir. A.	IWI 305	050-5017218
3956	Epema, Dr. J.	IWI 312	050-5032353
7124	Fekken, Drs. G.	IWI 210	0513-412303
3989	Gerrits, Drs.ir. J.	IWI 206	050-5732060
3992	Hoogstraten, Prof.dr.ir. H.W.	IWI 215	050-5018608
3975	Hoveijn, Dr. I.	IWI 302	050-5278886
3996	Kuik, Drs. G.R.	IWI 309	050-5733502
7124	Loots, Drs.ir. G.E.	IWI 210	050-5797727
7132	Maanen, Dr. J.A. van	RC 64	050-3187867
3955	Mikosch, Dr. T.	IWI 204	050-5715251
3991	Noort, Drs. M. van	IWI 332	050-5736095
3996	Oudshoorn, Drs. W.R.	IWI 309	050-5731462
6496	Pillai, H.K.	IWI 320	050-5262229
3952	Put, Prof.dr. M. van der	IWI 315	050-5263734
3999	Sasane, A.J.	IWI 327	
3970	Schaafsma, Prof.dr. W.	IWI 205	050-5346540
3997	Shankar, S.	IWI 330	
3963	Snoo, Prof.dr.ir. H.S.V. de	IWI 203	0594-503102
7124	Stegeman, Drs. A.W. Straumann, D.	IWI 210	050-5772276
3981	Streun, Dr. A. van	IWI 340	0512-303694
3979	Takens, Prof.dr. F.	IWI 317	050-3014358
3978	Thomas, Prof.dr. E.G.F.	IWI 311	050-3093864
3986	Top, Dr. J.	IWI 316	0594-504644
3998	Trentelman, Dr. H.L.	IWI 324	050-3183003
3988	Veldman, Prof.dr. A.E.P.	IWI 217	050-3146373
3964	Verbitski, Drs. E.A.	IWI 212	050-5775162
3958	Verstappen, Dr.ir. R.W.C.P.	IWI 216	050-3140710
3953	Vidunas, Drs. R.	IWI 328	050-5734652
3996	Vitolo, R.	IWI 309	
3938	Vries, D.D. de	IWI 224	0594-503683
3984	Willems, Prof.dr.ir. J.C.	IWI 323	050-3180406
7121	Witterholt, Drs. M.G.	IWI 342	050-3010694
3994	Wubs, Dr.ir. F.W.	IWI 218	050-5771487

**Informatica**

<b>Tel.</b>	<b>Naam</b>	<b>Kamer</b>	<b>Tel. thuis</b>
3932	Achterop, Ir. S.	IWI 120	050-5493892
3935	Bakker, Drs. H.	IWI 226	0594-641636
7133	Bekker, Dr. H.	IWI 140	0594-659570
3926	Bron, Prof.drs. C.	IWI 140	0592-374944

**Vervolg Informatica**

<b>Tel.</b>	<b>Naam</b>	<b>Kamer</b>	<b>Tel. thuis</b>
3957	Ditmarsch, Drs. H.P. van	IWI 221	050-3187127
7126	Grigorescu, C.	IWI 103	050-5733098
7126	Grigorescu, S.	IWI 103	050-5733098
3933	Hesselink, Prof.dr. W.H.	IWI 111	050-5264649
7125	Jansen, Ir. W.J.	IWI 121	0592-380094
3928	Jongejan, Drs. J.H.	IWI 112	050-5253957
3942	Jonker, Drs. J.E.	IWI 114	0592-541762
3957	Kooi, Drs. B.	IWI 221	
7126	Kruizinga, Drs. P.	IWI 103	050-5714317
7127	Mallon, Drs. W.C.	IWI 105	
3940	Moddemeijer, Dr. R.	IWI 228	0595-442519
3957	Muresan, L.	IWI 221	
7125	Nijhuis, Dr.ir. J.A.G.	IWI 121	0593-592861
7129	Petkov, Prof.dr. N.	IWI 115	
7128	Renardel de Lavalette, Prof.dr. G.R.	IWI 109	050-5370850
3931	Roerdink, Dr. J.B.T.M.	IWI 104	050-5343749
7137	Seinhorst, Drs. J.H.M.	IWI 20	0596-614300
3937	Smedinga, Dr. R.	IWI 122	050-3010218
3925	Spaananburg, Prof.dr.ir. L.	IWI 117	050-5341377
3972	Stevens, Drs. J.H.	IWI 238	0594-505466
3936	Terlouw, Dr. J.	IWI 108	050-5735770
3943	Udding, Dr.ir. J.T.	IWI 116	050-5251012
3972	Veelen, Drs. M. van	IWI 238	050-5777353
3930	Vegter, Dr. G.	IWI 126	050-5416789
7131	Westenberg, Drs. M.A.	IWI 106	050-3139209
3374	Wilkinson, dr. M.H.F.	RC 352	

**Technische ondersteuning**

<b>Tel.</b>	<b>Naam</b>	<b>Kamer</b>	<b>Tel. thuis</b>
7130	Arendz, P.C.	RC 66	0594-212758
3944	Paas, H.	IWI 142	050-4094461
3945	Sijtsma, Ing. R.H.	RC 364	050-5032809
3968	Visser, Drs. K.	IWI 223	050-5275841