

Aansluitmonitor

Wiskunde VO-HO

Zicht op de cursusjaren 2008-2009 en 2009-2010





Colofon

Consortium NKBW
p/a Universiteit van Amsterdam, AMSTEL Instituut
www.nkbw.nl

Titel: Aansluitmonitor Wiskunde VO-HO
September 2010

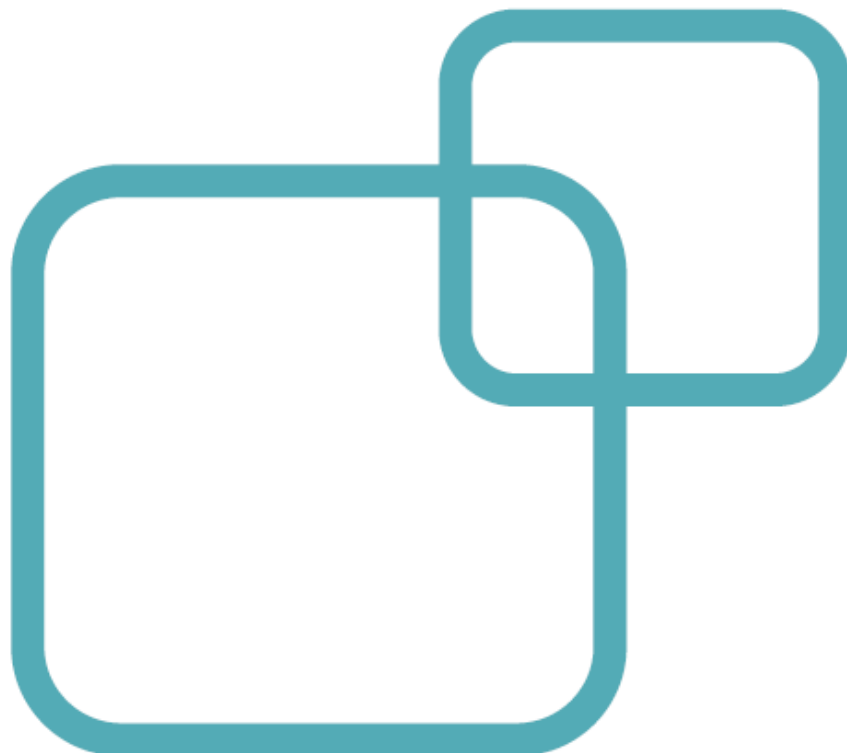
Auteurs: Leendert van Gastel, Hans Cuypers, Yolanda Grift, Wolter Kaper, Henk van de Kooij, Dirk Tempelaar, Evert van de Vrie
Eindredactie: Leendert van Gastel, Dirk Tempelaar
Druk: ZuidamUithof Drukkerijen

Deze publicatie is mede mogelijk gemaakt door SURF Foundation.

Inhoudsopgave

Colofon	2
Inhoudsopgave.....	3
0 - Voorwoord	7
1 – NKBW2: het aansluitprobleem te lijf	13
2 - Onderwijsprojecten	29
2.1 Overzicht van onderwijsprojecten.....	29
2.2 Good Practices	33
3 – Wizmo, Wikiwijs, Wiskunde content	41
3.1 Wizmo en Wikiwijs.....	41
3.2 Wiskunde content.....	43
4 – Toetsen bij de overgang VO-HO.....	53
4.1 Convergentie toetsen VO-HO	53
4.2 Toets- en Itemanalyses van NKBW-toetsen	67
5 – Onderzoek status wiskundeaansluiting	91
5.1 IOWO enquête ‘Tevredenheid aansluiting schoolvakken’	91
5.2 Indicatoren van het effect van het project NKBW2 op de aansluiting wiskunde VO-HO	94
5.3 Status van de wiskundeaansluiting VO-HO	104
5.4 Longitudinale analyse van instaptoetsen	115
6 – Effectonderzoek	121
6.1 De grote aantallen economen & bedrijfskundigen	121
6.2 Voorbeeld van een wetenschappelijke effectstudie: de casus UM	156

Voorwoord



0 - Voorwoord

Voor u ligt de aansluitmonitor over de jaren 2008-2009 en 2009-2010 van het project Nationale Kennisbank Basisvaardigheden Wiskunde 2 (NKBW2). U kunt dit project zien als een vervolgproject op het project NKBW uit het kader Nationaal Actieplan e-Learning 2006 van SURF, die de eerste monitor over 2006-2007 en 2007-2008 uitbracht. Maar het project heeft andere karakteristieken. Was het vorige project gericht op bundeling, uitwisseling en ontsluiting, dit project richt zich op brede opschaling van gebruik en borging van kwaliteit. Het projectconsortium is ten opzichte van het vorige project uitgebreid met VO-instellingen waardoor beide kanten van de aansluiting vertegenwoordigd zijn, en meer convergentie tussen VO en HO bereikt wordt.

Wat is het probleem?

Veel instellingen voor hoger onderwijs signaleren momenteel tekorten in algebraïsche vaardigheden bij startende studenten, waardoor het studiesucces in het eerste jaar onder druk staat. Door een verbeterde aansluiting op dit punt wil het project NKBW2 studieuitval en –vertraging voorkomen en op die wijze aan de verhoging van participatie in het hoger onderwijs werken. Het betreft hier met name de economische, natuurwetenschappelijke en technische opleidingen. Dat komt neer op HBO 53% van de studenten bij het HBO, en 36% bij het WO (instroomgegevens HBO-raad en VSNU 2006). Het is een weerbarstig probleem, mede vanwege de veelzijdigheid. Veel aspecten als inhoud, werkwijze, en de manier waarop de grafische rekenmachine wordt ingezet spelen mee. Ook speelt mee dat veel partijen bij het ketenbeheer betrokken zijn die vanuit een verschillend perspectief werken.

Voor de havo- en vwo-instroom komt er voor de technische en natuurwetenschappelijke opleidingen een structurele oplossing in zicht. Bij de tussentijdse herziening van het wiskundeprogramma 2007 is er al meer aandacht voor algebraïsche vaardigheden. Met de belangrijke vernieuwing van het wiskundeprogramma 2010 is het plan om algebraïsche vaardigheden weer geïntegreerd op te nemen in het Wiskunde B programma. Voor wiskunde A, van belang voor de economische opleidingen, is dit nog niet uitgekristalliseerd en zijn de meningen nog verdeeld. Naar verwachting gaan de vierde klassen hier niet mee aan de slag voor 2013, dus zijn pas vanaf 2016 anders opgeleide studenten te verwachten.

Ook bij de instroom van MBO naar HBO, bij de instroom in het masteronderwijs vanuit HBO en bij de internationale instroom vanuit andere landen is de heterogeniteit in de wiskundekennis en –vaardigheden groot. Het belang van effectief aansluitonderwijs wordt alleen maar groter in een onderwijs toekomst waarin individualisering van leerwegen en flexibilisering van aanbod toe gaan nemen. In deze monitor is echter de focus op de aansluiting VO-HO.

Wat bereikt het project NKBW2?

Het vorige project NKBW keek bij de start nog aan tegen een gefragmenteerd HO: veel losstaande projecten bij verschillende HO-consortia of bij instellingen zelf. Na een jaar hard werken, is er een bundeling van instellingen, ontsluiting van materialen, intensieve contacten aan beide zijden van de aansluiting, en is er een gedeelde visie over wat de beste vervolgroute is. Ondertussen is door SURF ook SIGMA (Special Interest Group Mathematics Activities) opgericht die fungeert als een gemeenschap van betrokken docenten. Het vorige project mag als geslaagd beschouwd worden. Er is dan ook een sterke wil om verder te bouwen op deze fundamenteen binnen het groeiend consortium om na het bijeenbrengen en ontsluiten van NKBW, in NKBW2 ons te richten op daadwerkelijk gebruik en daarmee vermindering studie-uitval en vertraging.

Dit project richt zich met name op de vermindering van uitval en van studievertraging in het begin van de studie die ontstaat door hiaten in de algebraïsche vaardigheden. Dit project wil bij de 18 deelnemende HO-opleidingen een substantiële vermindering van uitval en studievertraging in het eerste grotere wiskundevak realiseren. Voor het project zijn de belangrijkste operationele doelen:

- inzet van de NKBW-resultaten in 18 aansluitonderwijsprojecten voor algebraïsche vaardigheden;
- noodzakelijke verbeteringen in repository (portaal en content);
- uitwerken van een serie toetsen voor algebraïsche vaardigheden als ijkpunt voor VO en HO;
- inzet van deze toetsen in 20 VO-scholen;
- monitoren van effecten.

Als duurzaam projectresultaat komt voor het aansluitonderwijs algebraïsche vaardigheden een vrij toegankelijk repository beschikbaar met voor de docent VO en docent HO:

- rijke collectie van materialen voor de aansluitonderwijsprojecten waaronder de diagnostische toetsen, zelftoetsen, interactieve bladzijden, applets, pdf's, etc.;
- verwijzingsmogelijkheden voor studenten/scholieren die meer willen / extra moeten oefenen;
- een collectie toetsvragen als ijkpunt voor VO en HO.

Deze monitor ...

Deze monitor bestaat uit twee delen. Het eerste deel geeft de resultaten weer van het project NKBW2. Het eerste hoofdstuk van het rapport geeft een beschrijving van het project, het tweede hoofdstuk geeft een overzicht en good practices van de wiskunde-aansluitonderwijsprojecten, het derde hoofdstuk geeft een overzicht over de ontwikkelde materialen en de ontsluiting daarvan met het repository Wizmo, het vierde hoofdstuk is gewijd aan de ontwikkeling en inzet van de NKBW-toetsen., inclusief een analyse van de kwaliteitsaspecten van NKBW-toetsen, in het bijzonder met betrekking tot de betrouwbaarheid.

Het tweede deel van het rapport omvat de onderzoeksresultaten. De medewerkers van het vierde werkpakket hebben tot aan het eind van het NKBW2 project moeten wachten totdat ze op volle kracht vooruit konden gaan, dus weinig verbazingwekkend dat juist deze monitor het middel bij uitstek is om inzicht te geven in de monitor- en onderzoeksactiviteiten. De rapportage van het vierde werkpakket zal uit twee afzonderlijke hoofdstukken bestaan: Hoofdstuk 5 over de directe uitkomsten van de onderwijsprojecten, en Hoofdstuk 7 over beoordelingen van de uitkomsten van onderwijsprojecten op de zware manier van een studie naar onderzoekseffecten. In paragraaf 5.3, *'Status van de aansluiting wiskunde VO-HO'*, zal Wolter Kaper de analyses uitvoeren die destijds als 'Resultaten van het aansluitonderwijs' het empirische verslag vormde van alle onderwijsprojecten in het NKBW1 project. Op deze wijze wordt zoveel mogelijk recht gedaan aan het idee van opschaling: wat is er in het NKBW1 project bereikt, hoe zetten die uitkomsten zich door in het NKBW2 project. Sinds 2004, op verzoek van de NKBW projecten, bevraagt IOWO ieder jaar de nieuwe eerstejaars studenten naar hun perceptie van aansluitingsproblemen wiskunde. Van de uitkomsten van die peiling wordt in 5.1, *'IOWO enquête 'Tevredenheid aansluiting schoolvakken''* door Dirk Tempelaar verslag gedaan, inclusief een bespreking van de beperkingen om zo'n monitor te baseren op studentenpercepties. Van dezelfde hand is 5.4, *'Longitudinale analyse van instaptoetsen'*, waarin wordt onderzocht welke de obstakels zijn om de ontwikkeling van wiskunde beheersing in de tijd te meten met jaarlijks nieuwe toetsen.

Hoofdstuk 6 rond af met een tweetal statistisch geavanceerde effectstudies. De eerste daarvan is 6.1, *'De grote aantallen van economen & bedrijfskundigen'* door Yolanda Grift geschreven. Aan NKBW2 namen drie van de naar landelijke maatstaven zeer grote economie & bedrijfskunde opleidingen mee. Ook opleidingen die van oudsher met zeer grote uitval worden geconfronteerd. Wat zijn de bevindingen in die opleidingen, en hoe zijn ze onderling te vergelijken? In de studie 6.2, *'Voorbeeld van een wetenschappelijke effectstudie: de casus UM'* wordt gebruik gemaakt van data uit één van de langst lopende cycli van bijspijkeronderwijs om op een 'wetenschappelijke' wijze het effect van zulk type onderwijs te onderzoeken.

Projectteam NKBW2, september 2010

Leendert van Gastel, Hans Cuypers, Yolanda Grift, Wolter Kaper, Henk van de Kooij, Dirk Tempelaar, Evert van de Vrie

1

NKBW2: het aansluitprobleem te lijf

Leendert van Gastel



1 – NKBW2: het aansluitprobleem te lijf

SURF Nationaal Actieprogramma E-learning

In het kader van de opbouw van een Europese concurrerende kenniseconomie, heeft de Europese gemeenschap zich in de Lissabon-agenda het doel gesteld om 50% participatie hoger onderwijs te realiseren. Het gaat daarbij uiteindelijk om afgestudeerden, dus naast een verhoging van de instroom is ook studiesucces, waaronder het voorkomen van studie-uitval en vertraging van belang. In overleg met de Nederlandse overheid is SURF een actieplan gestart om Nederland te helpen om deze doelstellingen te realiseren. De focus van het Nationaal Actieprogramma E-learning ligt op verbeterde instroom en meer studiesucces.

Het project NKBW2 is gericht op het verbeteren van het instroomproces VO-HO ten aanzien van algebraïsche vaardigheden, wat een positief effect op de rendementen in het 1^{ste} jaar zal geven. Het vorige NKBW project heeft laten zien dat dit type werk uitstekend past binnen het kader van het Nationaal Actieplan E-learning. Maar een langer lopend project is nodig om opschaling en verankering te bereiken en een duurzame manier van werken te realiseren.

Dit project is gerelateerd aan beide thema's van het kader van het Nationaal Actieplan E-learning, omdat het zich concentreert op het verbeteren van de aansluiting ten aanzien van wiskunde. Het project past binnen het thema *verbetering instroom* omdat het hier gaat om een kwalitatieve verbetering van de instroom. Er wordt immers gewerkt aan de kwaliteit van de wiskundige vaardigheden van de instromende studenten. De activiteiten binnen het project spelen zich af voor de drempel op de VO-scholen, op de drempel (zomercursussen), en over de drempel (1^{ste} jaar HO). Het project richt zich op de kwaliteit van de instroom, en niet zozeer op de kwantitatieve verhoging van de instroom *an sich*. Hierbij zij opgemerkt dat als leerlingen meer zelfvertrouwen krijgen op basis van betere wiskundige vaardigheden, er een obstakel weggenomen wordt ten aanzien van de keuze voor een opleiding in een natuurwetenschappelijke discipline. Het project is ook verwant aan het thema *verhoging studiesucces*, omdat juist de aansluiting op wiskundegebied een obstakel is voor veel studenten. Door het effenen hiervan wordt studiesucces verhoogd en uitval voorkomen.

Voor wie is het bedoeld?

In dit project bezien we wiskunde als voorbereidend of ondersteunend vak bij de diverse opleidingen. Vanuit de economische, natuurwetenschappelijke en technische opleidingen zijn de meeste signalen gekomen over de problemen. Dit zijn dan ook de

sectoren waar we ons op richten. Ook bij de opleidingen Sociale Wetenschappen, waar de studenten in het begin van de studie een fors onderdeel Statistiek wacht, wordt al sinds jaar en dag een tekort aan elementaire wiskundekennis gesignaleerd. Enkele opleidingen uit deze sector zijn bij dit project betrokken.

Als illustratie geeft de tabel hiernaast per cluster van opleidingen (HOOP-indeling) aan bij welke vakken uit de VO vooropleiding de studenten niet tevreden zijn over de aansluiting (bron: IOWO-aansluitmonitor).

	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
	totaal			gedrag & mij.			gezondheid			taal & cultuur		
Engels	22%	21%	24%	25%	27%	29%	20%	20%	25%	22%	22%	25%
Wiskunde (A/B)	17%	23%	21%	16%	17%	17%	7%	11%	11%	3%	2%	3%
Nederlands	8%	8%	12%	11%	11%	16%	3%	3%	6%	15%	17%	19%
Natuurkunde	4%	5%	4%	1%	0%	0%	5%	5%	5%	1%	0%	0%
Biologie	4%	4%	4%	5%	3%	4%	12%	12%	11%	0%	0%	0%
Economie	4%	3%	3%	3%	2%	3%	1%	1%	1%	3%	2%	1%
ander vwo-vak	4%	4%	3%	3%	4%	3%	2%	2%	1%	5%	6%	5%
Geschiedenis	3%	4%	3%	3%	4%	3%	1%	1%	1%	13%	12%	12%
Frans	3%	3%	3%	2%	2%	1%	1%	1%	1%	12%	9%	10%
Scheikunde	3%	3%	3%	1%	0%	1%	5%	7%	6%	1%	0%	1%
Duits	3%	2%	3%	2%	2%	2%	1%	1%	1%	9%	9%	9%
CKV	3%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	1%	1%	5%	5%	5%
Filosofie	2%	2%	1%	2%	2%	2%	1%	1%	1%	3%	3%	2%
Aardrijkskunde	1%	1%	1%	2%	1%	1%	0%	0%	0%	2%	1%	1%
n = 100%	7.857	8.212	7.733	1.640	1.672	1.583	1.502	1.523	1.451	948	1.061	1.018

	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
	natuur			recht			economie			techniek		
Engels	17%	15%	15%	21%	20%	22%	28%	24%	30%	16%	15%	16%
Wiskunde (A/B)	20%	33%	28%	5%	5%	6%	32%	45%	43%	39%	52%	45%
Nederlands	3%	3%	5%	15%	16%	25%	5%	5%	7%	3%	3%	6%
Natuurkunde	10%	13%	9%	1%	1%	0%	0%	0%	1%	15%	17%	18%
Biologie	5%	7%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%
Economie	1%	0%	0%	7%	4%	4%	12%	15%	12%	1%	1%	1%
ander vwo-vak	2%	4%	3%	6%	8%	6%	5%	6%	5%	4%	4%	3%
Geschiedenis	1%	1%	0%	7%	7%	5%	1%	1%	2%	1%	1%	1%
Frans	2%	1%	1%	5%	5%	5%	2%	2%	2%	1%	1%	1%
Scheikunde	10%	11%	10%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	4%	5%	5%
Duits	2%	1%	1%	4%	3%	4%	2%	1%	2%	1%	1%	1%
CKV	2%	1%	1%	3%	3%	3%	3%	2%	2%	2%	2%	2%
Filosofie	1%	1%	1%	3%	3%	2%	1%	0%	1%	0%	1%	1%
Aardrijkskunde	1%	1%	1%	2%	2%	1%	1%	1%	1%	0%	1%	0%
n = 100%	752	823	751	878	876	825	1.055	1.120	1.051	1.082	1.137	1.054

Wat is er aan de hand?

Werd de politieke beleidsagenda bepaald door de ambities van de Lissabon-akkoorden, er bleek, wrang genoeg, ten tijde van het afsluiten van deze akkoorden er in Nederland een scheefgroei in de aansluiting VO-HO te ontstaan voor wat wiskunde betreft.

Opleiding	cohort	aantal studenten	voldoende 1ste tentamen wiskunde
RUG	2007	159	25%
UU-scheikunde	2006	83	25%
UM-IB	2006	1030	47%
TUD-EWI	2007	354	37%
Fontys-TN	2007	48	40%
UU-economie	2007	262	38%

Bron: NKBW Monitor wiskunde aansluiting (in voorbereiding)

Rendementen staan onder druk. Bij de UvA slaagt in de opleiding scheikunde van het oude cohort 2003 meer dan 80% voor het vak Calculus 1, in het jaar 2004 is dat voor het nieuwe cohort niet meer dan 45%. Bij de opleidingen wiskunde en natuurkunde is dit effect minder geprononceerd, omdat juist de instroom in die vakken over hoge wiskundecompetenties beschikt. Maar het effect is wel aanwezig (ca 13% voor alle exacte wetenschappen). Bij de TU/e zijn het juist de technische vakken waarbij de rendementen van het eerste wiskundevak sterk onder druk zijn komen te staan (slagingspercentages in 2007 van 21% tot 51%). De meer natuurwetenschappelijke vakken blijven beter overeind, maar kampen ook met rendementsdaling.

Studievertraging treedt op. Bij de UvA is het aantal herkansingen van het wiskundevak Calculus 1 omhoog gegaan. Was er in 2003 één herkansing voldoende om een voldoende rendement te halen, in 2006 zijn er 5 herkansingen georganiseerd om de studenten voldoende gelegenheid te geven voor het vak te slagen. Voor een student die zo vaak moet herkansen voor een 1^{ste} jaars sleutelvak is daarna het behalen van het Bachelordiploma in drie jaar bijkans onmogelijk. Een opleiding in deze disciplines is als een trein die vertrekt. Je kunt nog zo hard hollen, maar als de trein vaart heeft, is inhalen en op het balkon springen er niet bij.

Eind vorige eeuw zijn er grote wijzigingen bij het voortgezet onderwijs doorgevoerd: de basisvorming, invoering van profielen in de vakkenpakketten, opkomst van het studiehuis, grotere rol van contexten in het wiskundeonderwijs, en invoering van grafische rekenmachine en formulekaart in het wiskundeonderwijs. Deze onderwijsvernieuwingen hebben hun eigen merites, maar toch raakte hierbij onbedoeld bij de leerling de opbouw van algebraïsche vaardigheden ondergesneeuwd. Het hoger onderwijs leunt in het begin van de studie sterk op die algebraïsche vaardigheden, en begint te morren. In 2004/2005 worden er op veel opleidingen entreetoetsen afgenomen, met zeer negatieve resultaten die de pers halen. In de discussie die volgt blijkt hoe groot de kloof is tussen VO en HO. Sinds die tijd is bij bijna alle hoger onderwijsinstellingen het instellingsbeleid er mede op gericht om deze problematiek

aan te pakken. Op veel plaatsen worden initiatieven genomen om dit aan te pakken (zie hieronder).

De politiek geeft een duidelijke aanwijzing dat de algebraïsche vaardigheden weer helder terug moeten komen. Dit wordt meegenomen door de vernieuwingscommissie wiskunde (cTWO) en de Centrale Examencommissie Vaststelling Opgaven (CEVO). Het gaat echter nog zeker circa acht jaar duren, voordat de vernieuwing van 2010 anders opgeleide studenten gaat aanleveren. Ondertussen blijkt dat de aansluiting VO-HO zeker niet de enige problematische. Ook MBO-HBO, en Bachelor-Master vooral voor de HBO en de internationale instroom hebben last van aansluitingsproblematiek.

Hoewel de ontevredenheid duidelijk aanwezig is, is de probleemanalyse nog niet rond in de zin dat we exact weten waarom de aansluiting niet goed is. Betreft het inhoud, didactiek, leeromgeving, inzet grafische rekenmachine, of een combinatie van deze aspecten? In het afgelopen project NKBW is daarom een onderzoeksagenda voorgesteld om beter te begrijpen wat er op de cruciale dimensies van de aansluiting speelt. Uit de verkennende onderzoeken bij NKBW blijkt wel dat de problemen met name liggen bij het beheersen van bepaalde vaardigheden. De kennis is in de 5 of 6 jaar VO wiskunde wel aangeboden, echter het oefenen en op peil houden van de basisvaardigheden schiet tekort. De onderzoeksagenda is bedoeld om richting te geven aan mogelijke onderzoeksaanvragen en –projecten op het terrein van algebraïsche vaardigheden. Bij dit project beperkt het onderzoek zich tot evaluatie en monitoring.

De Onderwijsraad heeft zich in een aantal adviezen over doorstroom en aansluiting gebogen. Daarin is met name geconstateerd dat bij de vakken Nederlands, Engels en wiskunde problemen liggen. Uit het advies *Een succesvolle start in het hoger onderwijs*, 2008, citeren we het volgende.

“De raad wil dat het vwo, het havo, het middelbaar beroepsonderwijs, het hoger beroepsonderwijs en het wetenschappelijk onderwijs samen afspreken wat de aanvangsniveaus zijn voor opleidingen in het hoger onderwijs. Deze ‘afspraken aanvang hoger onderwijs’ wordt uitgewerkt in een geheel van toetsen dat beschikbaar is via internet. Studenten kunnen zelf daarmee precies nagaan of zij over de vereiste basisbagage beschikken en zich, zo nodig, bijscholen. Het initiatief voor de garantie voor een goede inhoudelijke aansluiting via de afspraak aansluiting hoger onderwijs ligt bij de vijf hierboven genoemde partijen, de minister heeft een stimulerende en een kwaliteitsbewakende rol. Tekorten kunnen via zomerscholen worden weggewerkt.”

Dit project heeft een dergelijke collectie toetsen ontwikkeld als resultaat van de convergentie VO en HO. Dit is een belangrijk ijkpunt voor beide partijen en dient als startpunt voor de “Afspraak Aanvang Hoger Onderwijs” die de Onderwijsraad bepleit.

Op de schouders van ...

Dit project bouwt voort op veel voorafgaand werk van zowel VO als HO, waarmee in dit project een repertoire aan technieken, methoden en instrumenten ingezet wordt.

- Om flexibel aan de veelheid van wensen ten aanzien van aansluitonderwijs en zelfstudie tegemoet te komen wordt de repository-gedachte gehanteerd met leerobjecten die goed herbruikbaar zijn. Hierbij wordt de LOREnet architectuur van gedistribueerde repositories gehanteerd. Deze lijn is ingezet in *Math Learning Space* (een project van het E-merge consortium) en is verder doorgevoerd in NKBW met www.wizmo.nl als resultaat.
- Bij het DU-project [MathMatch](#) is het systeem Maple TA bij het veelgebruikte Basisboek Wiskunde van J. v.d. Craats en R. Bosch ingezet. Daarbij wordt de mogelijkheid gebruikt van het genereren van toetsopgaven. Een enkel template is goed voor zo'n 1000 opgaven die voor de student verschillend zijn. Bij elk hoofdstuk van het boek is een collectie templates voor ontwikkeld.
- In het SURF-project [Intelligente Feedback in e-learning systemen](#) is aan de hand van parsing-technieken uit de informatica een aanpak ontwikkeld om feedback voor de student bij het maken van opgaven te genereren. In dit project is het de bedoeling om deze feedbackmogelijkheid in te zetten bij Wizmo.
- Sinds een paar jaar is door Willem van Ravenstein, docent Hogeschool Rotterdam, de site [WisFaq](#) opgezet, met de mogelijkheid om vragen te stellen en antwoorden te raadplegen. Deze site wordt intensief gebruikt en kent een actieve gemeenschap van moderatoren.
- Door Bram Theune en David van Oorschot, wiskundedocenten op SSG Nehallenia, is de website [WisBase](#) opgezet voor het uitwisselen van toetsen tussen ca. 200 VO-wiskundedocenten. Ruim 100 scholen in Nederland participeren, en er is een actieve groep moderatoren/beheerders.
- In het SURF project [Webspijkereen 2](#) is in samenwerking met een aantal Dalton-scholen een collectie Maple TA-toetsopgaven gemaakt op basis van het MathMatch-materiaal die meer geschikt is voor het VO.
- Bij het Freudenthal Instituut (UU) is een collectie applets voor wiskunde ondergebracht in de [Digitale Wiskunde Oefenomgeving](#) (DWO). Bij deze collectie is het voor de docent mogelijk om aanpassingen aan de opgave te doen. Deze collectie is binnen NKBW tevens ontsloten via Wizmo.
- Bij de projecten [Mathadore](#) en *Wortel TU/e* is een aanpak ontwikkeld waarbij vanuit wiskundig bronmateriaal verschillende verschijningsvormen gegenereerd kunnen worden, zoals webbladzijden en printversies.
- In het SURF-project [Webspijkereen](#) is onder andere een evaluatieprotocol voor aansluitonderwijs en remediërend onderwijs ontwikkeld, ook een classificatieschema voor toetsvragen, en zijn een aantal good practices beschreven.
- In het NKBW-kader is door Universiteit Leiden een virtuele klas GAAV ontwikkeld op de [WIMS-server](#). Hierin wordt de leerling op interactieve wijze een gestructureerde aanpak voor algebraïsche vaardigheden geleerd.

- In het lopende project *Van Meten tot Maatwerk rond Wiskundevoorkennis* waar OUNL, TUD, RUN bij betrokken zijn wordt ervaring opgedaan met een gestructureerde manier om diagnostiek en remediatie te brengen tot maatwerkonderwijs.
- In het project [Aansluiting Wiskunde VO-HO](#) van het Apollo-consortium stond met name het concreet maken van de eindtermen voorop, waarbij leerlingen hun eigen niveau kunnen inschatten.
- Veel toetsen en studiematerialen op diverse instellingen, w.o. OUNL, Fontys, 3TU-instaptoets, etc.
- Het SURF project [Nationale Kennisbank Basisvaardigheden Wiskunde](#) (NKBW) richtte zich op:
 - Bundeling van veel van de bovenstaande initiatieven en materialen;
 - Ontsluiting van deze materialen met behulp van de repository Wizmo;
 - Meetbaar maken van effecten en uitbrengen van een *monitor*;
 - Op gang brengen van een constructieve dialoog VO-HO.
- De *special interest group SIGMA* van SURF verenigt sinds 2006 de personen die actief zijn op dit gebied, en fungeert daarmee als *Community of Practice*.

Consortium

Het startpunt voor het consortium is gevormd door het dertiental instellingen van het NKBW-project. Uit de contacten dankzij dat project vindt er uitbreiding plaats, onder andere richting VO. Vertegenwoordiging VO bestaat uit twintig scholen. Het gaat om twee consortiumpartners

- Adelbert College in Wassenaar met een goede relatie met TUD, en
- Nehalennia Scholengemeenschap met daarbij de coördinatoren van de docentengemeenschap rondom de WisBase-site (zie Bijlage 5),

en 18 scholen uit de netwerken die door HO-instellingen gecoördineerd worden, in het bijzonder gaat om de netwerken van de UvA en VU, van TU/e, RUG, UM, RU en UU.

In het consortium van dit project zijn daarmee de partijen van al de bovenstaande projecten vertegenwoordigd. Binnen instellingen zijn regelmatig meer partijen die betrokken, soms over faculteiten heen.

Het is een groot, sterk en op elkaar ingespeeld consortium. Dit heeft het voordeel dat de nationale impact goed te realiseren is, en projectresultaten een goed draagvlak hebben. Hierbinnen is de 'gebruiker' goed vertegenwoordigd, omdat alle instellingen die meedoen een aansluitonderwijs traject wiskunde implementeren. Voor de aansturing van zo'n groot consortium is het van belang dat de activiteiten goed voorgestructureerd zijn en er ervaren projectleiders betrokken zijn. In het vorige project is goede ervaring opgedaan met deze aanpak.

De instellingen Haagse Hogeschool, TU Delft en Universiteit Leiden participeren vanuit het consortium E-merge (<http://www.e-merge.nu/>). Dit consortium heeft het eerdere project Math Learning Space uitgevoerd, en was betrokkenheid bij het project NBKW.

CANdiensten is als onderneming bij het project betrokken. CANdiensten (www.can.nl) is distributeur van wiskunde en statistiek software in de Benelux. Naast de distributie, consultancy en support worden ook trainingen, workshops en gebruikersbijeenkomsten georganiseerd. Voor CANDiensten is een rol bij

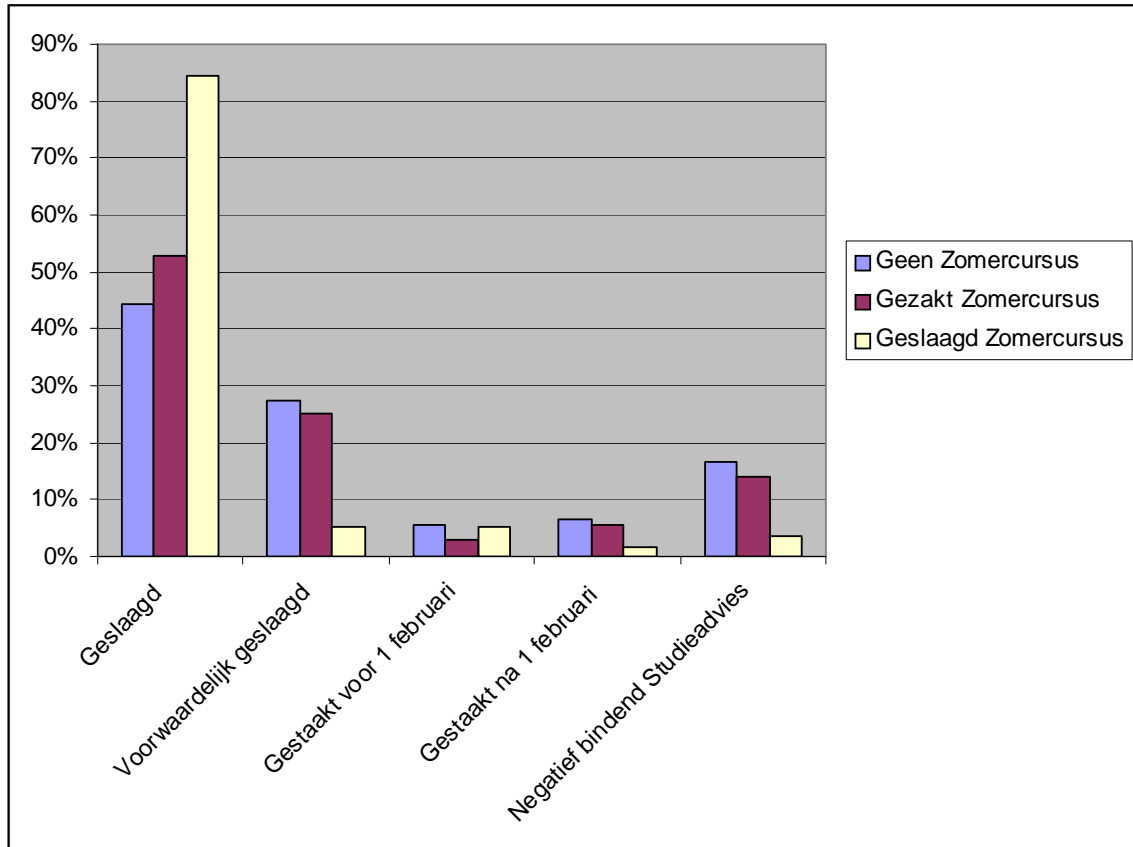
- faciliteren van Maple TA licenties bij instellingen in het project
- trainingen verzorgen op dit gebied
- beschikbaar stellen via hun server van de te ontwikkelen landelijk georiënteerde toetsen.

Ambitie

De NAP-doelstelling vindt zijn oorsprong in de Lissabon-agenda die de Europese Gemeenschap is overeengekomen in 2000 om te komen tot de meest concurrerende economie. In die agenda zijn ambitieuze doelen geformuleerd. Tezelfdertijd wordt – onbedoeld – voor de technische, economische en natuurwetenschappelijke opleidingen het tapijt onder de voeten vandaan getrokken. Net in die tijd zijn een aantal onderwijsvernieuwingen in het VO doorgevoerd en de nieuwe studenten blijken problemen te ervaren in de HO-vervolgopleidingen op wiskundegebied. Voor deze opleidingen speelt wiskunde een sleutelrol in het begin van de studie. Problemen met rendement en studietempo treden landelijk op, en trekken aandacht van de media en politiek.

Een goed overzicht van de mate van de problemen is te vinden in het rapport “Zeven jaar Tweede Fase, een balans” (Tweede Fase adviespunt, september 2005). De problemen blijken gecentreerd op het gebied van de algebraïsche vaardigheden. Veel inspanning in de aansluittrajecten is er dan ook op gericht om deze aansluiting te verbeteren met name ten aanzien van de algebraïsche vaardigheden. Juist vanwege het heterogene karakter van de instroom, de spreiding in de hiaten en de beperkte beschikbare middelen zijn aansluittrajecten complex onderwijs dat aandacht nodig heeft. Uit de NKBW monitor blijkt dat er een zeer sterke verband is tussen succes bij de aansluittrajecten en succes in het eerste jaar. Vandaar dat goed aansluitonderwijs en meer overeenstemming over de algebraïsche vaardigheden belangrijk zijn bij de vermindering van studie-uitval en –vertraging die nodig is om de participatie in het hoger onderwijs op peil te houden.

Er is aanzienlijke *evidence* om aan te nemen dat investeren in het aansluitonderwijs wiskunde loont om het rendement van het eerste studiejaar te verhogen. Hieronder is de relatie van het slagen voor de zomercursus wiskunde van Universiteit Maastricht en het slagen in het eerste jaar afgebeeld.



Deze relatie is goed te begrijpen. Algebraïsche vaardigheden zijn van groot belang voor het 1^{ste} wiskundevak, en dit vak is heel belangrijk voor het eerste jaar, niet alleen vanwege de eigen studiecredits, maar ook omdat het ondersteunend is voor de disciplinaire vakken. We zien dit terug in het NKBW-project: in alle opleidingen is er een sterke correlatie tussen het slagen voor het 1^{ste} wiskundevak en het eerste studiejaar.

Dit leidt tot de ambitie van 10% vermindering over de tweejarige projectperiode van uitval en vertraging bij het 1^{ste} wiskundevak. Nulmeting bij het begin van de projectperiode, en effectmeting na afloop.

In de contacten HO-VO naar aanleiding van het NKBW-project konden we vaststellen dat de divergentie ten aanzien van het onderwerp algebraïsche vaardigheden zelf niet zo groot was als men zou kunnen vermoeden in het licht van de landelijke polemiek rondom de vernieuwing wiskunde. De discussie is daar vooral rondom de balans tussen de twee taken van het voortgezet onderwijs: algemene vorming en voorbereiding op de vervolgopleidingen. Dit project verbetert inhoudelijk via de toetsen de aansluiting ten aanzien van de algebraïsche vaardigheden en dit heeft dan ook direct een positieve impact op het voorkomen van uitval rondom het instroom/uitstroommoment.

Meer inzicht in de problematiek op basis van gegevens en voorbeelden werkt positief aan de “common ground” voor de meningsvorming bij docenten aan beide kanten van

de aansluiting. Dit is van groot belang is om partijen, in dit geval delen van de keten, dichter bij elkaar te brengen.

Strategie

We hanteren daarbij de volgende *strategie*. De kloof tussen VO en HO treden we het beste tegemoet met twee lijnen:

- goed aansluitonderwijs: helpen de student de kloof te overbruggen;
- goede aansluiting: het verkleinen van de kloof.

Aansluitonderwijs wordt gekenmerkt door een grote heterogeniteit in de instroom, qua kennis, vaardigheden en leerervaringen. In het NKBW-project zagen we een grote diversiteit in de aansluitonderwijsstrajecten, terwijl er nog weinig ervaring is wat een effectieve aanpak is. Van vijf aansluitonderwijsstrajecten is vastgesteld dat de aanpak effectief is en dat betrokkenen (studenten, docenten en managers) tevreden zijn. Toch blijft er na het aansluitonderwijsstraject er nog steeds een deel studenten met de algebraïsche vaardigheden worstelen.

Veel docentinzet zou goed zijn voor flexibel aansluitonderwijs, maar er zijn hiervoor juist slechts beperkte middelen. Voor de docent kan inzet van ICT hierbij zeer behulpzaam zijn. ICT biedt tijd- en plaatsafhankelijke toegang tot materialen, de mogelijkheid voor maatwerk en van interactie en feedback. Juist bij wiskunde zijn er nu mogelijkheden ontstaan als het kunnen genereren van automatische toetsen, interactie met inhoudelijke feedback, adaptieve toetsen, etc.

Een goede oplossingsrichting is dan ook gelegen in de ontwikkeling van een flexibel en open repository voor leer materiaal voor wiskundige vaardigheden, gecombineerd met een vraagbaak voor studenten/scholieren. In NKBW is een start gemaakt met zo'n repository *Wizmo.nl*. waarin materialen en ervaringen van veel voorgaande projecten gebundeld zijn. Aangezien de ontwikkeling net gereed is, is het nog niet ingezet bij trajecten aansluitonderwijs wiskunde. Naast de ICT-inzet zijn voor goed aansluitonderwijs ook materialen van hoge kwaliteit, beproefde didactische scenario's en een gemeenschap van docenten VO-HO die de repository gebruiken nodig.

Voor het verkleinen van de kloof streven we ernaar dat hetzelfde repository zowel op VO als op HO gebruikt wordt. Dat gaat niet zonder slag of stoot. Dit bleek ook uit het project Webspijkeren 2, waarin het MathMatch-materiaal gereviseerd moest worden om in het VO ingezet te kunnen worden. Er treedt veel interferentie op met onderwerpen die nog niet behandeld zijn, onbegrip ontstaat vanwege formuleringen die niet bekend zijn, ander variabelengebruik zet leerlingen op het verkeerde been.

Belangrijker nog is dat er op dit moment een verschil is in wat het HO als startpunt ziet voor de algebraïsche vaardigheden, en wat het VO als eindpunt ziet. Dit verschil wordt met name helder als we de diverse entreetoetsen van het hoger onderwijs vergelijken met de recent verschenen exittoets VO (zie "Instaptoetsen! Uitstaptoetsen?", Henk

Rozenhart Euclides 83.2, november 2007). Instrumenteel in deze is dus het gezamenlijk creëren van een *collectie toetsen algebraïsche vaardigheden* die door het VO als eindpunt genomen kan worden, en door het HO als startpunt bij de aansluitonderwijstrajecten.

We moeten dit niet zien als een remplaçant voor het eindexamen, want:

1. De toetsen zijn vervolgopleidingspecifiek, en niet bedoeld als algemeen geldend eindpunt.
2. Het betreft slechts een klein deel van de wiskunde, waarover in veel meer detail overeenstemming moet zijn dan bij andere delen;
3. Het betreft “algebraïsche vaardigheden”, een deel dat zich moeilijk laat vangen in generieke eindtermen en dat voorbeeldtoetsen nodig heeft om tot expressie te komen.

Wel kunnen we het zien als een serie voorbeeldvraagstukken om eindtermen van het eindexamenprogramma te verhelderen. Hierbij gaat het om de nu geldende termen, maar ook om die voorgesteld worden door de vernieuwingscommissie wiskunde. Door deze vraagstukken te vertalen in diagnostische en oefentoetsen kunnen scholieren zich een goed beeld vormen welke algebraïsche vaardigheden in een gewenste vervolgstudie relevant zijn. Voor de aansluitonderwijstrajecten vormen de toetsen een goed startpunt als entreetoets.

Operationele doelen

Gegeven deze ambitie, strategie en de resultaten die behaald zijn in de voorgaande projecten waaronder NKBW, hebben we voor dit project *operationele doelen* gesteld die concrete monitoring vanuit de zgn. SMART-methodiek toelaten (specifiek, meetbaar, acceptabel, realistisch, tijdgebonden).

De operationele doelen van dit project zijn

1. Goed aansluitonderwijs wiskunde in HO (18 aansluitonderwijstrajecten) met
 - a. inzet van repository, en
 - b. waar betrokkenen tevreden over zijn;
2. Noodzakelijke verbeteringen aan repository (portaal en content) voor wiskunde aansluiting, die:
 - a. flexibel is met voldoende keuzevrijheid voor studenten en docenten van alle opleidingen;
 - b. content bevat met voldoende
 - i. breedte ten aanzien van onderwerpen en leerstijlen;
 - ii. diepte ten aanzien van interactie en feedback;
3. Implementatie ijkpunt algebraïsche vaardigheden voor VO en HO met behulp van een collectie toetsen
 - a. inzet van de toetsen voor oefenen en diagnostiek in twintig VO-scholen in wiskundeonderwijs;
 - b. inzet van de toetsen als startpunt voor de HO-aansluitonderwijstrajecten;

- c. creëren van draagvlak van deze toetsen bij docenten en scholieren/studenten uit VO en HO.
4. Inzicht geven aan betrokkenen en maatschappij in:
 - a. de trendontwikkeling;
 - b. “Evidence Base” van de verschillende aanpakken.

Nationale impact

Bij de aansluiting wiskunde speelt nu feitelijk een *onderwijssysteemfalen* tussen VO en veel HO-vervolgopleidingen in de zin van een mismatch van inhoud en leeromgeving. De belangrijkste *indicator* hiervoor is de IOWO-instroommonitor. Maar zelfs als op termijn dit systeemfalen is opgeheven, blijft er voor de individuele student ten aanzien van de wiskunde vaak een frictie in de aansluiting. Het kan zijn dat bepaalde onderwerpen niet eerder bestudeerd zijn, of dat de kennis en vaardigheid ervan opgefrist moet worden. Op zich is dat niet erg, wel is het van belang dat er instrumenten beschikbaar blijven die helpen bij het opvangen van aansluitingsproblematiek. Daarom blijft de repository/vraagbaak voor de individuele scholier/student in de toekomst van belang ook al is het aansluitingsprobleem voor het cohort opgeheven.

Bij dit project gaat het om een verandering in het onderwijssysteem, de focus is op algebraïsche vaardigheden en de VO-HO aansluiting, het grote consortium brengt massa mee, en de energie die door aansluitproblemen bij de betrokkenen losmaakt.

We zijn ervan overtuigd dat dit project aanzienlijke impact heeft op de strategische doelen van beter aansluitonderwijs en betere aansluiting. Immers,

- We richten ons op een kernprobleem in de aansluiting VO-HO;
- We richten ons op daadwerkelijk gebruik bij de instellingen;
- We volgen de oplossingsrichtingen die de profielcommissies en de Onderwijsraad aanbevelen;
- We verenigen de belangrijkste actoren;
- We verenigen de belangrijkste initiatieven tot nu toe.

Wat is bereikt?

De voorgenomen doelstellingen heeft het project waargemaakt. In het bijzonder

- Er zijn goede *formats* gevonden voor aansluittrajecten voor wiskunde op de overgang VO-HO. Deze *formats* zijn op ervaring gebaseerd en bieden voldoende vrijheid voor lokale bijzonderheden.
- Er is veel interactief materiaal van hoge kwaliteit en grote potentie. Met de ontsluiting via repositories en de toegepaste *creative commons* licentie is dit materiaal goed toegankelijk.
- Op een gebied waar het debat op een loopgravenoorlog (Math War) ging lijken en de landelijke pers dit uit dreigde te buiten, ontstond een zinvolle en gewaarde samenwerking tussen VO en HO.
- Er is een collectie toetsen ontwikkeld van hoge kwaliteit die gewaardeerd wordt door beide kanten van de aansluiting, en daarmee als ijkpunt fungeert.

- Dankzij monitoring en effectonderzoek is een start gemaakt met *evidence based* onderzoek voor het wiskunde aansluitonderwijs in de Nederlandse situatie.
- Mede dankzij de boeggolf van de Nederlandse Math War, heeft het project veel zichtbaarheid en aandacht gekregen, ook buiten de voorgenomen disseminatieactiviteiten om. [NRC, 9 juni 2009 en NRC, 20 oktober 2009]

NKBW2 op een zevensprong

Een belangrijk deel van de waarde van het project NKBW2 ontleent het aan het feit dat het ligt op een kruispunt, zelfs een zevensprong, van ontwikkelingen die het onderwijsveld sterk bezig houden.

1. De *Lissabon agenda* van de Europese Gemeenschap verwoordde een grote politieke ambitie van 50% deelname HO en 15% meer instroom in de bètarichtingen in de periode 2000-2010. In de vertaling naar de praktijk is het SURF NAP E-learning project een belangrijk instrument. Nu anno 2010 loopt het NAP programma af, maar is nog steeds de focus van de HO-instellingen op studiesucces, met daarbij een grote rol voor de wiskunde.
2. Frustrerend voor de Lissabon agenda wat dat de *onderwijsvernieuwingen* sinds de jaren '90 onbedoelde neveneffecten hadden. De invoering van de brede basisvorming, de profielen en de brede implementatie van het studiehuis hadden een negatief effect op kennis- en vaardighedenniveau, wat helder bij de wiskunde bleek. Dat is een belangrijke uitkomst van de parlementaire enquête onder leiding van Dijsselbloem. Sindsdien is in 2008 de commissie Meijerink opgericht met als doel doorlopende leerlijnen neer te leggen. In de praktijk houden deze op in de bovenbouw, en blijkt dat de NKBW-toetsen daar goed op aansluiten.
3. De *nationale discussie over het wiskundeonderwijs* heeft sterke gelijkenissen met wat in de Angelsaksische landen de Math War wordt genoemd. Hierbij spelen de vernieuwingen in het wiskundeonderwijs als de invoering van ICT middels de grafische rekenmachine, de inbedding van wiskunde in contexten een grote rol. Verzet daartegen komt vanuit het HO en van verontruste ouders en leraren. De vernieuwingscommissie wiskunde die de nieuwe wiskundeprogramma's vormgeeft voor 2010 en later, kreeg als een soort waakhond een resonansgroep mee om te zorgen dat de programma's op een breed draagvlak konden rekenen.
4. Al sinds het begin van het web zijn ideeën ontwikkeld voor *repositories*, databanken met leermiddelen. Veel initiatieven zijn gestart, maar het vergt een lange adem om tot een kritische massa te komen van voldoende kwaliteit en een voldoende grote gebruikersgroep. Een goed voorbeeld is het Amerikaanse repository Merlot (www.merlot.org). Omdat er in Nederland nog geen goed repository beschikbaar was, is bij het eerste project NKBW een eigen repository gestart: Wizmo.nl. Alle praktische en structurele aspecten zijn daarbij

geadresseerd. Inmiddels is echter de organisatiegraad op dit gebied toegenomen, en zijn er robuuste landelijke initiatieven waarbij aansluiting voor de hand ligt.

5. Eén van de punten die de parlementaire enquête aan het licht bracht, is dat de onderwijsvernieuwingen ingevoerd zijn met weinig evidentie dat het zou werken. Sindsdien hecht het ministerie van OC en W veel waarde aan *Evidence Based* onderwijsinnovaties. Bij NKBW hebben monitoring en effectonderzoek steeds een grote rol gespeeld.
6. Nederland heeft een traditie van ontwikkeling van en onderzoek naar *interactieve omgevingen voor wiskunde*. Omgevingen als DWO en MathDox behoren tot de *crème de la crème*. Een component als de Intelligente Feedback realiseert innovatieve ideeën. NKBW biedt een goede setting waarin dankzij nuttig gebruik deze omgevingen tot hun recht komen.
7. De rol van *toetsen* is van het eerste naar het tweede NKBW project belangrijker geworden. In het HO is de aandacht sterker geworden, na de rapporten van de inspectie en de onderwijsraad. In dit project merken we dat met de nationale insteek de toetsen werken als communicatiemiddel tussen verschillende partijen om onderwijsindeterminen over en weer te duiden, en als bindmiddel omdat ondanks alle scherpe debatten die gevoerd zijn, de vragen die we de studenten zouden willen stellen niet zoveel verschillen. SURF heeft scherp de nieuwe rol van toetsing ingezien, en dat voorop gesteld in het komende programma.

De projecten NKBW en NKBW2 hebben zich op het snijvlak van deze zeven ontwikkelingen begeven, en aan elke ontwikkeling een positieve bijdrage in de praktijk kunnen leveren die het inzicht in de materie deed toenemen. Dit maakt dat de waarde die we aan deze projecten kunnen toekennen uitstijgt buiten meer enkelvoudige projecten. Ondertussen is het daarbij goed te realiseren dat de belangrijkste succesfactor van de projecten de sterke motivatie bij de deelnemers is om het aansluitprobleem wiskunde stevig te lijf te gaan, en het geeft voldoening te merken dat er zo'n grote vooruitgang is geboekt.

2

Onderwijsprojecten

Evert van de Vrie



2 - Onderwijsprojecten

Onderdeel van het project Nationale Kennisbank Basisvaardigheden Wiskunde 2 waren 18 onderwijsprojecten, uitgevoerd bij hogescholen en universiteiten verspreid over heel Nederland. Doel van de onderwijsprojecten was het ontwikkelde portaal en de beschikbare content daadwerkelijk in te zetten bij de uitvoering van het 'aansluitonderwijs' en te testen of de gehanteerde aanpak effectief was. Immers uiteindelijk gaat het er om dat de studenten zelf betere wiskundige basisvaardigheden ontwikkelen, zodat ze een kansrijkere start maken in het hoger onderwijs. In de onderwijsprojecten kon bekeken worden of de gepleegde inspanningen ook daadwerkelijk effect sorteerden. In de onderwijsprojecten is informatie verzameld over de achtergronden van de studenten, de deelname aan de activiteiten en de resultaten binnen het aansluitonderwijs en in de vervolgvakken. De verzamelde gegevens zijn aangeleverd aan het werkpakket monitoring, waarin ze nader zijn onderzocht. In één van de volgende hoofdstukken worden in 'good practices enkele van de onderwijsprojecten nader beschreven.

Via de NKBW2-onderwijsprojecten zijn uiteindelijk bijna 6.000 studenten actief aan de slag gegaan met het verbeteren van hun wiskundekennis. Daarmee heeft het NKBW2-project een grote impact gehad op het hoger onderwijs in Nederland en het bestrijden van de 'wiskunde aansluit problematiek'.

2.1 Overzicht van onderwijsprojecten

In totaal zijn 18 onderwijsprojecten uitgevoerd. In onderstaande tabel staan ze alle met enkele kenmerken vermeld.

<i>Instelling / opleiding</i>	<i>Opzet van de onderwijsactiviteiten in het implementatieproject</i>	<i>Gebruikte onderwijsmaterialen</i>	<i>Aantal studenten dat bereikt wordt</i>	<i>Achtergrond van de studenten</i>
Fontys Hogescholen / Applied Sciences, Technische Natuurkunde	Ingangstoets Instructiegroepen Zelfstudie Eindtoets	Wiskunde vragenbank NKBW-toetsen	200	Mbo Havo (NG, NT)
Haagse Hogeschool / Technische informatica	Ingangstoets Werkcolleges Eindtoets	Schriftelijk materiaal Online toetsen	30	Mbo Havo (NT)
Hogeschool Zuyd / Netwerk Infrastructuur Design, Informatica, Technische informatica	Ingangstoets Wergroepen Zelfstudie Eindtoets	Schriftelijk materiaal NKBW-toetsen Wizmo materialen	100	Mbo Havo (NT)
Open Universiteit Nederland/ Informatica	Voorkennistoets Opfrisonderwijs op deelonderwerpen Hertoetsen op deelonderwerpen	Digitale toetsen Online studiemateriaal	50	Zeer uiteenlopend

Open Universiteit Nederland/ Milieuwetenschappen	Introductielessen deelnemers Voorberei- dingscursussen Natuur- kunde, Scheikunde en Biologie	Digitale studiemateriaal	45	Zeer uiteenlopend
Rijksuniversiteit Groningen	Toets Opfrisonderwijs Toets Opfrisonderwijs Toets	Maple TA toetsen Nieuw ontwikkelde materialen in Wizmo	250	Vwo
Radboud Universiteit / Exacte wetenschappen	Diagnostische toets Zelfstudie Eindtoets	Eigen onderwijsmaterialen, ook beschikbaar via Wizmo NKBW-toetsen	85	Vwo
Radboud Universiteit / Sociale wetenschappen	Diagnostische toets Zelfstudie Eindtoets	Eigen onderwijsmaterialen, ook beschikbaar via Wizmo NKBW-toetsen	400	Vwo
TU Delft	Instaptoets (3TU) Opfrisonderwijs Eindtoets	Schriftelijk en online materiaal NKBW-toetsen	1200	Vwo (NG, NT) Hbo
TU Eindhoven/ bacheloropleiding Wiskunde en informatica	Instaptoets (3TU) Zelfstudie met begeleiding Eindtoets	Online studiemateriaal NKBW-toetsen	1000	Vwo (NG, NT)
Universiteit Twente/ bacheloropleiding Elektrotechniek	Instaptoets Herstelonderwijs eindtoets	Maple TA toetsen NKBW toetsen	100	Vwo
Universtiteit Leiden	Entreetoets Opfriscursus met aandacht voor cognitieve schema's	Powerpoints Oefenmateriaal Weblectures	50	Vwo
Universiteit Maastricht	Online zomercursussen Instaptoets	Aleks MathXL NKBW toetsen	1000	Vwo en buitenlandse studenten
Universiteit Utrecht/ Economie	Entreetoets Wiskundepracticum Exittoets	NKBW toetsen Online studiemateriaal (DWO)	350	Vwo en buitenlandse studenten
Universiteit Utrecht/ Scheikunde	Pre-toets Remediëring op werkcolleges Post-toets	Digitale wiskunde omgeving NKBW toetsen	90	Vwo (NT, NG) Hbo
Universiteit van Amsterdam / Natuurwetenschappen wiskunde informatica	Opfriscolleges Entreetoets oefensessies Eindtoets	NKBW toetsen via Maple TA	200	Vwo
Universiteit van Amsterdam / Economie	Instaptoets Wekelijkse deelttoetsjes Eindtoets	NKBW toetsen Maple TA toetsen	500	Vwo

Vrije Universiteit/ Bewegingswetenschappen	Cursus basiswiskunde met zelftesten Tentamen	Maple TA toetsen Schriftelijk materiaal	100	Vwo
---	--	--	-----	-----

figuur 1- overzicht van implementatieprojecten van NKBW

Van alle NKBW-implementatieprojecten zijn afzonderlijke rapportages beschikbaar. Die konden niet in deze eindpublicatie worden opgenomen maar zijn beschikbaar via de website www.nkbw.nl.

Verduurzaming

Het NKBW2-project heeft een bijdrage willen leveren aan het tegengaan van de aansluitproblematiek tussen middelbaar en hoger onderwijs bij het wiskunde onderwijs. De problematiek bestond al voor aanvang van het project en is bij afsluiting ook nog niet opgelost. Door middel van het NKBW2-project hebben vele instellingen extra activiteiten kunnen ondernemen bij de inspanningen die ze toch al pleegden om de aansluitproblematiek te bestrijden. De resultaten van het NKBW2-projecten kunnen dan ook verder duurzaam worden geïmplementeerd bij de diverse instellingen. Hieronder geven we aan op welke wijze dat plaats zal vinden.

Fontys Hogescholen

Voortzetting van activiteiten en inzet bij nieuwe opleidingen. Afstemming met ROC in regio.

Haagse Hogeschool

Voortzetting van activiteiten. Vak Basisvaardigheden is vast opgenomen in propedeuseprogramma.

Hogeschool Zuyd

Consequente inzet van entree- en exittoetsen en aansluitonderwijs. Uitbreiding met nieuwe faculteiten en invoering van basisvak wiskunde.

Open Universiteit Nederland/ Informatica

Voortzetting van aanbieden van voorkennistoetsen en bijspijkermateriaal voor reguliere toetsen.

Aanbieden van voorbereidingscursussen en voortentamens wiskunde aan alle studenten in Nederland die een deficiëntie hebben om toegelaten te worden tot opleidingen met toelatingseisen.

Rijksuniversiteit Groningen

Vak basisvaardigheden wiskunde blijft in regulier onderwijsprogramma. Andere opleidingen (Informatica, Kunstmatige intelligentie, Technische bedrijfskunde) nemen aanpak over.

Radboud Universiteit / Exacte wetenschappen

Aanpak wordt voortgezet. Andere opleidingen (Biologie, Scheikunde, Informatica) nemen methode over.

Radboud Universiteit / Sociale wetenschappen

Aanpak wordt voortgezet. Andere opleidingen (Psychologie) nemen methode over.

TU Delft

Bij enkele opleidingen waar curriculumherziening plaatsvond, wordt het aansluit-onderwijs geheel geïntegreerd met het reguliere onderwijs. Andere opleidingen zetten aanpak voort.

TU Eindhoven

Uitbreiding van aansluittraject tot alle eerstejaars van TUE, onder andere met inzet van wiskunde coaches.

Universiteit Leiden

Opfriscursus wordt ook volgende jaren blijvend aangeboden.

Universiteit Maastricht

Voortzetting van de activiteiten.

Universiteit Utrecht / Economie

Voortzetting van de activiteiten met verdere implementatie van online leermaterialen uit de Digitale wiskunde omgeving (DWO).

Universiteit Utrecht / Scheikunde

Voortzetting van de activiteiten en opzet van zomerschool.

Universiteit van Amsterdam / Natuurwetenschappen wiskunde informatica

Voortzetting van de activiteiten en integratie in reguliere curriculum bij komende herzieningen van curricula.

Universiteit van Amsterdam / Economie

Wens tot voortzetting van activiteiten, maar dit staat onder druk, vanwege beperkingen op inzet capaciteit.

Vrije Universiteit

Doorontwikkeling van leeromgeving voor wiskunde bijspijker traject, als onderdeel van reguliere programma.

2.2 Good Practices

Op veel plaatsen in Nederland zijn de laatste jaren allerlei activiteiten ondernomen om de aansluiting in het wiskunde onderwijs tussen middelbaar en hoger onderwijs te verbeteren. Overal zijn de omstandigheden en mogelijkheden anders, dus op iedere plaats moet steeds gezocht worden naar de beste oplossingen.

Binnen het NKBW2 project zijn vele verschillende oplossingen gerealiseerd. Enkele daarvan belichten we hierna als 'good practices'. Ze zijn gekozen omdat ze succesvol waren en een goede indruk geven van de vele verschillende mogelijkheden waarop wiskunde aansluitonderwijs trajecten ingevuld kunnen worden.

Opvallend is, dat in alle beschreven good practices steeds de aanwezige kansen zijn benut, dat er aangesloten is bij ontwikkelingen binnen de instellingen die al langer liepen en die ook nog langer door zullen lopen, maar bovenal dat de successen geboekt zijn, omdat docenten geïnspireerd en gemotiveerd waren, ook al ging niet alles gemakkelijk en moest er soms stevig worden doorgezet. Ieder heeft op zijn of haar wijze dan ook een waardevolle bijdrage gegeven aan het bestrijden van de wiskunde aansluitproblematiek in het Nederlandse onderwijs.

[Rijksuniversiteit Groningen](#)

Doelstelling

Het aansluit wiskunde project van de Rijksuniversiteit Groningen richtte zich primair op het verbeteren van de algebraïsche vaardigheden van de studenten in de flexibele bachelor van het opleidingsinstituut Natuurwetenschappen en Technologie.

Voorgaande jaren bleek er een steeds groter gebrek aan algebraïsche vaardigheden. Al enkele jaren zijn er initiatieven genomen om dat probleem aan te pakken. Middels het NKBW2 project is nu een structurele aanpak gerealiseerd, die door enkele andere opleidingen is gekopieerd.

Opzet

In het curriculum is structureel een vak 'Basisvaardigheden wiskunde' ingevoerd, met een omvang van 1 ECTS. Vroeg in het eerste jaar maken studenten een eerste toets. Studenten die slagen, hebben daarmee direct het vak gehaald en hun eerste studiepoint binnen.

Studenten die zakken, volgen twee weken hoor- en werkcolleges. De werkcolleges zijn in kleine groepen en worden verzorgd door studentassistenten. Na deze hoor- en werkcolleges volgt er een nieuwe toets.

Studenten die ook de tweede toets nog niet halen, kunnen opnieuw twee weken aan de slag en een derde maal proberen voor de toets te slagen.

Een knelpunt bij deze opzet was, dat in een razend tempo de toetsen, die op papier werden afgenomen, nagekeken moesten worden. Dat is steeds gelukt, maar zou eigenlijk geautomatiseerd moeten worden.

Resultaten

In totaal hebben 170 studenten deelgenomen aan het vak Basisvaardigheden wiskunde. Na de eerste toets was 18% geslaagd, na twee toetsen was dat 52% en na de derde toets was 71% van de studenten geslaagd.

Doel van het vak Basisvaardigheden wiskunde was vooral dat studenten minder problemen met wiskunde zouden hebben in de 'echte' wiskundevakken. Ook dat resultaat kon worden vastgesteld: het slagingspercentage voor het vak Calculus 1 is gestegen van 37% in studiejaar 2007/8 naar 67% in studiejaar 2009/10.

Studenten en docenten zijn tevreden over het vak blijktens de uitgevoerde enquêtes.

Toekomst

Het vak Basisvaardigheden wiskunde zal komende jaren onderdeel blijven uitmaken van het curriculum en in dezelfde vorm worden gegeven. Het afnemen van de toetsen kan worden verbeterd (automatische correctie), en ook kan de afstemming tussen het vak, en de vervolgvakken nog verder worden verbeterd.

De aanpak van de wiskunde aansluit problematiek door het opleidingsinstituut Natuurwetenschappen en Technologie is gekopieerd en op dezelfde wijze uitgevoerd door de opleidingen Technische bedrijfskunde, Kunstmatige intelligentie en Informatica.

[Radboud Universiteit Nijmegen](#)

Doelstelling

Het wiskunde aansluitonderwijs project van de faculteit Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica van de Radboud Universiteit Nijmegen heeft als doelstelling de wiskunde basisvaardigheden op een voldoende hoog niveau te brengen. Studenten van de opleidingen wiskunde en natuur- en sterrenkunde zijn bij het project betrokken.

Opzet

Het onderwijstraject start met een diagnostische toets die de studenten online maken. De toets wordt automatisch gescoord en studenten krijgen per mail de uitslag. Bij die uitslag wordt, voor de onderwerpen waarop onvoldoende werd gescoord, verwezen naar online leermaterialen. Studenten werken hun kennishiaten zelfstandig op vrijwillige basis weg. De zelfstudie materialen zijn beschikbaar via de elektronische leeromgeving, waarop ook opgenomen colleges zijn te vinden, die nader ingaan op specifieke onderwerpen.

Na zeven weken wordt de eindtoets afgenomen, waaraan iedere student verplicht is deel te nemen. De eindtoets levert een bonuspunt op voor één van de reguliere vakken uit het curriculum.

De informatie over de scores en resultaten van de studenten wordt ook doorgespeeld aan de docenten van de reguliere wiskundevakken. Zij kunnen daardoor in hun colleges aandacht geven aan de punten waarop de studenten zwak scoorden in de diagnostische toets. Voor de toetsen is gebruik gemaakt van de toetsen die in werkpakket 3 van het NKBW2-project zijn ontwikkeld.

Resultaten

Zo'n 85 studenten hebben deelgenomen aan het wiskunde aansluit project. Ten opzichte van de diagnostische toets scoorden de studenten zo'n 18% beter op de eindtoets. Ten opzichte van voorgaande jaren zijn de resultaten in de reguliere wiskundevakken met ongeveer 60% gestegen, maar daar speelden meer factoren een rol dan alleen de introductie van het NKBW2 aansluit wiskunde onderwijs project.

Toekomst

De aanpak om de wiskunde aansluit problematiek te verbeteren is effectief gebleken en studenten en docenten oordelen er positief over. De aanpak wordt dan ook voortgezet en doorontwikkeld. De toetssystemen en informatieverwerking worden verder verbeterd en de online zelfstudiematerialen uitgebreid.

De toetsen en studiematerialen zullen ook beschikbaar worden gesteld aan potentiële studenten (die nog op de middelbare school zitten). Daarmee kunnen zij kennis nemen van de wiskunde basisvaardigheden die bekend worden verondersteld bij aanvang van een studie aan de Radboud Universiteit.

De opleidingen Biologie, Scheikunde en Informatica zijn enthousiast geraakt over de aanpak en gaan deze ook volgen, waarmee nog eens 350 studenten extra worden bereikt. Op instellingsniveau zijn Colleges van Bestuur en van Decanen geïnformeerd over het project en de resultaten, hetgeen geleid heeft tot initiatieven om de aanpak nog breder binnen de Radboud Universiteit in te zetten.

[Universiteit Maastricht](#)

Doelstelling

Studenten die starten met een economieopleiding in Maastricht komen voor een aanzienlijk deel niet uit Nederland, maar uit andere landen in Europa. Om de grote verschillen in wiskundekennis te verkleinen, wordt in de zomer voorafgaande aan het eerste studiejaar een zomercursus aangeboden. In 2009 is de zomercursus voor de zevende keer georganiseerd. Het concrete doel van de zomercursus is het verhogen van het slagingspercentage bij de reguliere vakken van het eerste jaar die gebruik maken van, of voortbouwen op de wiskunde voorkennis.

Tevens was in 2009 een doel van het wiskunde aansluit onderwijs project onderzoek te doen naar twee verschillende systemen voor online wiskunde onderwijs.

Opzet

Reeds in de periode maart tot mei werden aspirant studenten op de hoogte geteld van de zomercursussen en werden ze uitgenodigd om nog voor de zomer een diagnostische zelftoets te doen. Afhankelijk van het resultaat konden ze deelnemen aan een zomercursus om hun wiskunde voorkennisniveau te verhogen. De zomercursussen werden online verzorgd, zodat studenten die 'op afstand' konden volgen.

Na afloop van de zomercursus, aan het begin van het academisch jaar hebben alle eerstejaars studenten van de economieopleiding de NKBW instaptoets gedaan. In totaal hebben zo'n 1000 studenten de toets gedaan, zowel studenten die de zomercursus hadden gedaan, als studenten die de zomercursus niet hadden gedaan.

Resultaten

Zo'n 370 studenten hebben de diagnostische zelftoets gedaan. Ondanks alle publiciteit en voorlichting, is dat een teleurstellend percentage. Bijna 200 studenten, voornamelijk Duitstalige studenten, zijn de zomercursussen gaan doen.

Het zijn vooral de zwakkere studenten die de zomercursus gaan doen, juist voor hen is de cursus ook bedoeld. De zwaksten van deze groep zijn echter het moeilijkst vast te houden en te stimuleren om de cursus ook daadwerkelijk af te ronden.

Op de instaptoets scoren studenten ongeveer even hoog, of ze nu wel of niet aan de zomercursus hebben deelgenomen. Dit is een positief resultaat, immers het zijn juist de zwakke studenten die deelnemen aan de zomercursus. Blijkbaar hebben ze hun voorkennisachterstand ten opzichte van de andere studenten ingelopen.

De zomercursussen werden met twee verschillende systemen aangeboden, ALEKS en MathXL. Studenten werden random aan de ene of ander cursus toegewezen. De toewijzing aan het ene of andere systeem bleek niet tot systematisch verschillende resultaten op de toetsen te leiden.

[Universiteit van Amsterdam](#)

Doelstelling

Studenten van de opleidingen Economie en Bedrijfskunde hebben een matige beheersing van de wiskunde basisvaardigheden. Dat leidt tot een grote uitval en vertraging in het eerste semester. Door gebruik te maken van toetsen, vooraf en tijdens de wiskundevakken, kunnen studenten inzicht krijgen in hun vaardigheden en worden ze gestimuleerd die op een hoger peil te brengen.

Als doelstelling van project is geformuleerd dat het slagingspercentage van de reguliere wiskundevakken van de opleidingen met 10% moet worden verhoogd.

Opzet

Bij aanvang van het studiejaar maken alle studenten de NKBW instaptoets; na een halfjaar volgt de exittoets. Met de exittoets kon een kleine bonus worden verdiend. Gedurende het reguliere onderwijs werden in twee periodes van ieder 5 weken, wekelijks 2 kleine wiskundetoetsen aan studenten aangeboden. In totaal dus 20 toetsen. Deze toetsen werden geautomatiseerd afgenomen met het systeem MapleTA. De studenten konden de toetsen online maken en konden er wederom een kleine bonus mee verdienen voor het reguliere wiskundevak. Indien een toets onvoldoende wordt gemaakt, kon de toets worden herkanst. Docenten werden op de hoogte gesteld van de resultaten op de toetsen, zodat ze indien nodig aan zwakke punten tijdens de reguliere colleges extra aandacht konden geven.

De hoge frequentie van de toetsen, maar de kleine omvang, stimuleert studenten om specifieke vaardigheden bij te spijkeren als ze die onvoldoende beheersen. Indien nodig konden ze een beroep doen op bijles gegeven door medestudenten.

Resultaten

Ongeveer 400 van de 650 studenten hebben de instaptoets gedaan. Aan de exittoets hebben zo'n 300 studenten deelgenomen. Ongeveer 65% van de studenten heeft MapleTA toetsen gemaakt. Het aantal deelnemers aan de MapleTA toetsen stijgt (met

20%) ten opzichte van voorgaande jaren. Uit analyses volgt dat studenten die voldoende scores op de MapleTA toetsen veel beter scoren op het reguliere wiskundevak dan de studenten die slecht scoren op de MapleTA toetsen: 61 om 15 %. Een vijftigtal studenten heeft zijn cijfer op het reguliere wiskundevak van een 5 naar een 6 kunnen tillen met de bonus die verdiend is met de MapleTA toetsen. Overall is het slagingspercentage voor het reguliere wiskundevak echter nog niet gestegen, maar stabiel gebleven op ongeveer 40%.

Toekomst

Het wiskunde aansluitproject van de Economie en Bedrijfskunde opleidingen van de Universiteit van Amsterdam heeft veel effect gesorteerd. Veel studenten zijn actiever met hun studie bezig geweest. Die studenten die regelmatig en voldoende tijd investeren in hun studie verhogen hun kans op studiesucces aanmerkelijk.

Om dit te bereiken is er veel energie en tijd geïnvesteerd door medewerkers en assistenten. De inzet van deze enthousiaste mensen is echter onder druk komen te staan vanwege bezuinigingen. Op korte termijn kan met tijdelijke middelen nog wel worden doorgewerkt, maar structurele inzet op langere termijn is nog onzeker.

Hogeschool Zuyd

Doelstelling

Bij de opleidingen Informatica, Technische informatica en Netwerk infrastructuur design is afgelopen jaren geconstateerd dat het niveau van wiskundekennis en vaardigheden niet meer aansloot bij de verwachtingen. Deelname aan het NKBW2-project had als doel de uitval bij het eerste wiskundevak te verminderen, en de problemen op te lossen die studenten hebben met rekenen en algebraïsche bewerkingen.

Opzet

De drie opleidingen hebben in de eerste lesweek de entreetoets gebruikt, zoals die binnen het NKBW2-project is ontwikkeld. Studenten die direct voor de entreetoets slaagden, kregen bij de opleiding Netwerk infrastructuur design vrijstelling voor het vak Basiswiskunde, en bij de andere twee opleidingen was daarmee een deelprestatie geleverd voor het vak Wiskunde voor software engineers.

Studenten die niet slaagden voor de toets werd een bijspijkerprogramma aangeboden. De NID-studenten werden bijgespijkerd in het reguliere wiskunde vak, de andere studenten werden facultatieve mogelijkheden geboden om onder begeleiding wekelijks aan hun wiskundevaardigheden te werken. Na het bijspijkerprogramma werd aan het eind van de eerste blokperiode de exittoets afgenomen. Een voldoende scoren voor deze toets was noodzakelijk om het blok af te kunnen ronden.

Resultaten

In totaal hebben 113 studenten deelgenomen aan de toetsen en het bijspijkerprogramma. De scores op de toetsen zijn gestegen met 20%. Echter, opgemerkt moet worden dat het absolute niveau nog niet voldoende hoog was.

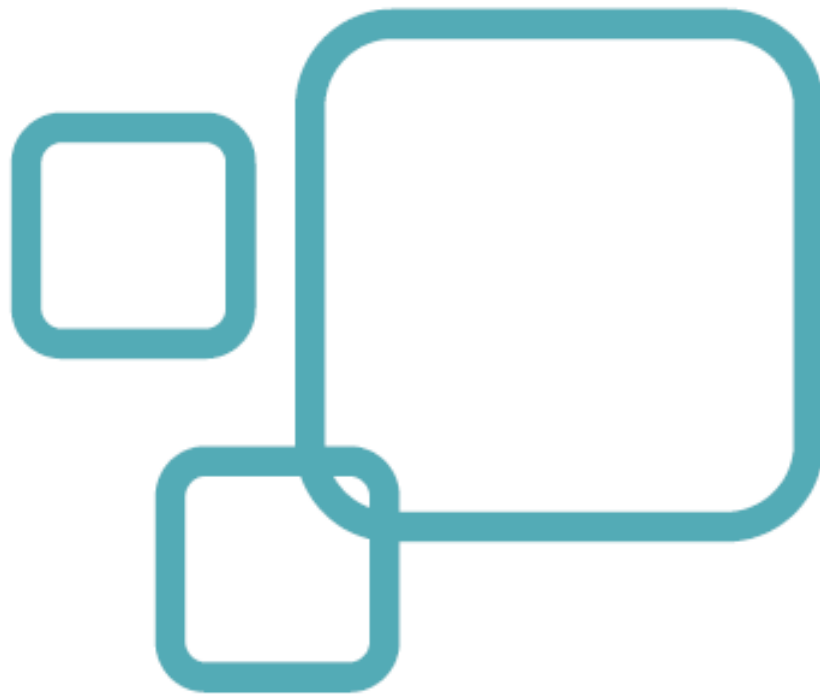
Toekomst

Duidelijk is dat er structureel ingegrepen moet worden om het wiskundeniveau van de studenten te verhogen. Bij de opleidingen Informatica en Technische informatica zal ook het vak Basiswiskunde ingevoerd worden. De entree- en exittoetsen zullen vast worden ingezet, waarbij gebruik gemaakt zal worden van de elektronische leeromgeving. Bovendien zal een samenwerking worden aangegaan met andere opleidingen van de hogeschool (Natuur en Techniek) die ook bijspijkertrajecten inzetten.

3

Wiskunde content, Wizmo en Wikiwijs

Hans Cuypers



3 – Wizmo, Wikiwijs, Wiskunde content

3.1 Wizmo en Wikiwijs

Gedurende het eerste NKBW project is gestart met de opzet van een repository van wiskunde leerobjecten: **Wizmo.nl**. Deze repository en haar functionaliteiten worden uitgebreid beschreven in het eindrapport van NKBW (2008), zie ook Cuypers & van der Zanden (2008). Binnen het NKBW2 project is Wizmo.nl verder uitgebreid en doorontwikkeld. Hierbij lag de nadruk vooral op het verder ontwikkelen van de gebruikersinterface van Wizmo.nl, en het aanvullen en verrijken van de repository met vooral interactieve content. Wizmo.nl biedt nu een rijke omgeving voor het uploaden, zoeken, vinden, en bekijken van leerobjecten.

De aan Wizmo toegevoegde leerobjecten zijn grotendeels afkomstig van de Open Universiteit (OU), Universiteit van Amsterdam (UvA) en Universiteit Twente (U Twente, Digitale Universiteit), de Universiteit Utrecht (FI), Universiteit Maastricht (UM), de TU Delft (TUD) en de Technische Universiteit Eindhoven (TU/e). Daarnaast vindt men ook materialen van de universiteit van Leiden en enkele andere (ook buitenlandse) instellingen.

	<i>OU</i>	<i>UvA/UT</i>	<i>UU</i>	<i>TU/e</i>	<i>UM</i>	<i>TUD</i>
rekenen (met letters)	x	x	x	x		
functies	x	x	x	x	x	
diff. en int.	x	x	x	x	x	
oplossen van verg. en ong.	x	x	x	x		
complexe getallen	x			x		
lineaire algebra	x					x
kansrekening	x					
diff verg.	x			x	x	
NKBW toetsen		x	x	x	x	

Dit materiaal overdekt de onderwerpen die binnen de meeste implementatietrajecten van het NKBW2-project aan bod zijn gekomen. In de meeste gevallen betreft dit de onderwerpen

- rekenen (met letters)
- functies
- differentiëren en integreren
- oplossen van vergelijkingen en ongelijkheden.

Andere onderwerpen, die aan bod komen zijn

- complexe getallen
- lineaire algebra
- kansrekening
- differentiaalvergelijkingen

Tevens zijn door een aantal partners zowel interactieve als ook statische versies van de NKBW toetsen vervaardigd. De tabel levert een inventarisatie van de leerobjecten gesplitst naar onderwerp en de belangrijkste leveranciers.

The screenshot displays the Wizmo search interface. At the top left is the Wizmo logo with the tagline 'more on math'. To the right is a search bar containing the text 'integralen' and a search button labeled 'Zoeken'. A dropdown menu shows 'in Alles'. Below the search bar is a horizontal navigation menu with various mathematical topics: Cirkel, Euler, absolute, afgeleide, breuk, breuken, complex, complexe, complexe getallen, differentiaalvergelijking, differentiëren, functie, integralen, kettingregel, lijnen, limieten, logaritme, logaritmen, raaklijn, and wortel. Below the navigation menu are four buttons: 'Inloggen' (with a flag icon), 'home', 'bladeren', 'vragen', and 'links'. The search results section is titled 'Wizmo heeft 14 resultaten voor integralen'. The first four results are visible, each with a title, a brief description, and a 'nu tonen' button with a document icon.

Figuur 1: Zoekopdracht in Wizmo

Meer dan de helft van de aangeboden leerobjecten zijn interactief lesmateriaal. De meeste leerobjecten zijn Nederlandstalig, enkele objecten zijn in het Engels.

Naast Wizmo.nl kent Nederland sinds kort een tweede repository met een groot aanbod aan leerobjecten op het gebied van de wiskunde: Wikiwijs.

Wikiwijs is in opdracht van het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap in het leven geroepen om in Nederland de plek op internet te worden waar elke docent leermateriaal kan vinden, gebruiken en aanpassen, van basis- tot universitair onderwijs. Dit gebeurt waar mogelijk in samenwerking met de volgende partijen:

- PO-Raad (www.poraad.nl)
- VO-raad (www.vo-raad.nl)
- IP-VO (<http://www.vo-raad.nl/projecten/ip-vo-open-leermaterialenbank>)
- MBO Raad (www.mboraad.nl)
- SURF (www.surf.nl)
- SURFnet (<http://www.surfnet.nl>)
- Groene Kennis Corporatie (www.gkc.nl)
- Digischool (www.digischool.nl)
- Stichting Leerplan Ontwikkeling (www.slo.nl)

Gezien deze nieuwe ontwikkelingen is besloten de NKBW-collectie niet alleen via Wizmo.nl beschikbaar te stellen en te verspreiden, maar ook via Wikiwijs. De metadata uit de Wizmo-collectie is aangeboden aan Wikiwijs en wordt momenteel (Juli 2010) opgenomen in de Wikiwijs repository.

Wikiwijs kent zogenaamde “keurmerkgroepen”. Een keurmerkgroep is een identificeerbare groep die de kwaliteitseisen bepaalt waaraan leermateriaal moet voldoen en die het leermateriaal kan voorzien van een keurmerk. Dit geldt voor materiaal dat de keurmerkgroep heeft gecreëerd en/of onderhoudt, maar ook voor ander materiaal. Vanuit NKBW2 zal een keurmerkgroep opgezet worden die zorg draagt over de Wizmo-materialen in Wikiwijs.

3.2 Wiskunde content

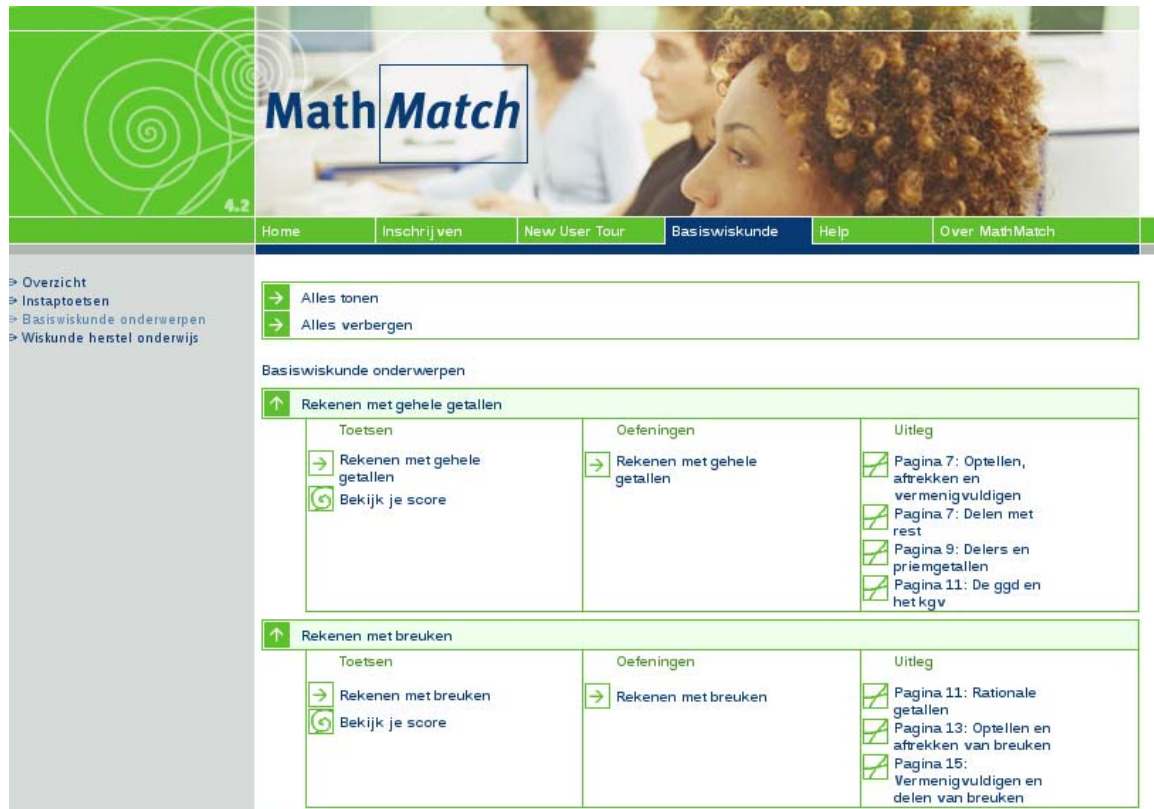
De Wizmo-repository is gedurende de NKBW2 periode ongeveer verdubbeld. Toegevoegd zijn een groot aantal interactieve wiskunde leerobjecten. We beschrijven de belangrijkste bijdragen aan de content.

MathMatch

MathMatch is een op MapleTA gebaseerde wiskunde oefen- en testomgeving. Oorspronkelijk is *MathMatch* ontwikkeld via de Digitale Universiteit. *MathMatch* wordt momenteel beheerd door het Amstel Instituut van de UvA en is te vinden op www.mathmatch.nl.

Basisdoelstelling van het MathMatch project is het bevorderen van de doorstroom tussen het voortgezet onderwijs en de universitaire bacheloropleiding en de doorstroom tussen de HBO-bachelor en de universitaire masteropleidingen.

De oefen- en toetsomgeving maakt gebruik van de theorie en opgaven uit het boek Basiswiskunde van van de Craats en Bosch. Van dit boek is in 2009 een aangepaste tweede editie verschenen. De MathMatch omgeving is in zijn geheel aangepast aan deze nieuwe editie. Hiervoor zijn aanpassingen gedaan in de ordening van de site, maar vooral ook nieuwe opgaven toegevoegd.



Figuur 2: Inhoudsopgave MathMatch

DWO

Het Freudenthal Instituut heeft een Digitale Wiskunde Omgeving (DWO) gebouwd waarin leerlingen interactief aan wiskunde kunnen werken. Deze omgeving bestaat uit een groot aantal configureerbare applets samen met een aantal administratietools voor docenten en beheerders. Docenten hebben de mogelijkheid om hun eigen modules samen te stellen en om meerdere klassen te beheren. De activiteiten van de leerlingen worden gevolgd en de leerling kan voortbouwen op het werk dat in eerdere sessies is gedaan. Naast het oefenen zijn er ook (zelf)toetsmogelijkheden aanwezig. Er kunnen nieuwe oefenmodules worden toegevoegd, gebruikmakend van bestaand materiaal, maar ook zelfgemaakte opdrachten kunnen worden toegevoegd. Tevens zijn de feedback services, ontwikkeld binnen de UU, toegevoegd aan de DWO.

Voor de opleidingen economie en scheikunde van de UU zijn verschillende nieuwe leereenheden ontwikkeld die ingezet worden in het aansluitonderwijs. (Zie <http://www.fi.uu.nl/dwo/sk/frameset.html> en <http://www.fi.uu.nl/dwo/ec/frameset.html>). Het betreft hier modules over de onderwerpen

- Rekenen met machten
- Vergelijkingen
- Differentiëren
- Integreren
- nkbw-toetsen

The screenshot shows a web interface for a digital learning environment. At the top, it says 'Digitale Wiskunde Omgeving' and 'Departement Scheikunde'. The main title is '6. Oefenen: Kettingregel'. Below this, there is a section for 'opgave 1' with the instruction 'Bepaal de afgeleide van:' and the function $f(x) = (5x + 9)^5$. To the right, a calculator interface shows the derivative $f'(x) = 5 \cdot (5x + 9)^4 \cdot 5$. At the bottom, there is a progress bar for 'Opdracht' with 10 steps, where the first step is completed. The score is 10 out of 10, and there is an 'Opnieuw' button.

Figuur 3: Opgave uit de DWO

Wortel TU/e en WisTU/e

Wortel TU/e (wortel.tue.nl) is de digitale wiskunde omgeving van de TU Eindhoven. Deze omgeving omvat digitale leerstof voor wiskunde, variërend van theoriepagina's en interactieve applets tot oefen- en toetsopgaven. De onderwerpen die binnen Wortel TU/e aan bod komen, zijn vwo-wiskunde, calculus en lineaire algebra. Wortel TU/e is

niet alleen vrij te gebruiken door TU/e studenten maar ook door individuen en door vwo-scholen.

Binnen het NKBW2 project werden vele nieuwe opgaven toegevoegd aan Wortel TU/e en werd de onderliggende MathDox software verder ontwikkeld en verbeterd. Zo werd een nieuw toets-formaat, tezamen met een LaTeX-authoring tool, ontwikkeld waarmee de NKBW-toetsen werden geïmplementeerd.

Naast Wortel TU/e is ook de site WISTU/e (www.wistue.nl) in gebruik genomen. Deze site, uitsluitend bedoeld voor instromers in het eerste jaar, bevat digitale versies van de 3TU en NKBW-toetsen, en een groot aantal oefenopgaven. De site bereidt de instromende student voor op de 3TU/NKBW-ingangstoets, die aan het begin van elk collegejaar wordt afgenomen.

WISTU/e de wiskunde oefensite van de TU/e

Je bent ingelogd als Hans Cohen (Log uit)

Home Login Handleiding Contact Help

WISTU/e > Test je kennis > Opdrachten > Korte toets 4

Stop | Wijzig Opdracht

Korte Ingangstoets Wiskunde

Deze toets is bedoeld om een idee te krijgen van je parate kennis en je beheersing van enkele basisvaardigheden van de wiskunde op het huidige moment.

Het gebruik van een rekenmachine of een formulekaart is niet toegestaan.

De toets bestaat uit 6 vragen. De tijdsduur van de toets is één kwartier.

Ga als volgt te werk. Nadat je op een kladpapier de berekeningen hebt uitgevoerd, selecteer dan het juiste antwoord.

Opgave 1.

De breuk $\frac{1}{4}$ is te schrijven als een geheel getal.

Welk getal is dat?

Opgave 2.

Voor positieve a is de uitdrukking $(a)^3 \cdot (a)^{\frac{-3}{6}}$ te schrijven als:

a. $\sqrt[3]{a}$

Figuur 4: Toets in WISTU/e met zowel open opgaven als ook multiple choice opgaven.

Opgaven in Wortel TU/e en WISTU/e kenmerken zich door de grote mate van feedback die automatisch gegenereerd wordt. Hierbij wordt onder andere gebruik gemaakt van de feedback services die de UU aanbiedt. Beide systemen maken gebruik van de MathDox software, ontwikkeld aan de TU/e, zie Cohen et al (2008).

Intelligente Feedback (Informatica UU)

In het eerdere Surf project 'Intelligente feedback' heeft de Universiteit Utrecht samen met de TU/e en de TUD een raamwerk ontwikkeld waarmee aan studenten, die wiskunde opgaven maken in interactieve omgevingen, gedetailleerde feedback gegeven kan worden, zoals wat een mogelijke volgende stap is, hoe een opgave opgelost wordt, en of er een veelvoorkomende fout is gemaakt. Binnen het NKBW project is dit raamwerk verder uitgebreid en is gewerkt aan:

- de integratie van het raamwerk met andere systemen, zoals de Digitale Wiskunde Omgeving (DWO) van het Freudenthal Instituut, en MathDox van de TU/e
- de uitbreiding van de verzameling opgaven waarvoor we feedback kunnen geven
- het publiek beschikbaar stellen van het raamwerk

Het door de UU ontwikkelde raamwerk bestaat voor een domein binnen de wiskunde uit twee services: een diagnose service en een rulesinfo service. De diagnose service is een geavanceerde service die een stap van een student in een antwoord op een opgave analyseert, en van feedback voorziet. Deze feedback varieert van: 'je hebt een goede stap gemaakt', of je hebt een veelvoorkomende fout gemaakt', tot 'je hebt niets gedaan in je stap'. De rulesinfo service geeft de omgeving informatie over welke regels een student kan gebruiken om een oplossing te construeren.

Binnen het NKBW2 project is gewerkt aan het uitbreiden van de domeinen waarop automatisch feedback geven. Deze uitbreidingen bestaan uit het definiëren van het domein en de strategie waarmee opgaven binnen dit domein opgelost worden. De domeinen, waarop automatische feedback gegeven kan worden, zijn:

- lineaire vergelijkingen ;
- kwadratische vergelijkingen;
- hogere-orde vergelijkingen ;
- ongelijkheden ;
- exponenten (gebroken, negatieve, ...) vereenvoudigen;
- polynomen factoriseren ;
- gebroken vergelijkingen .

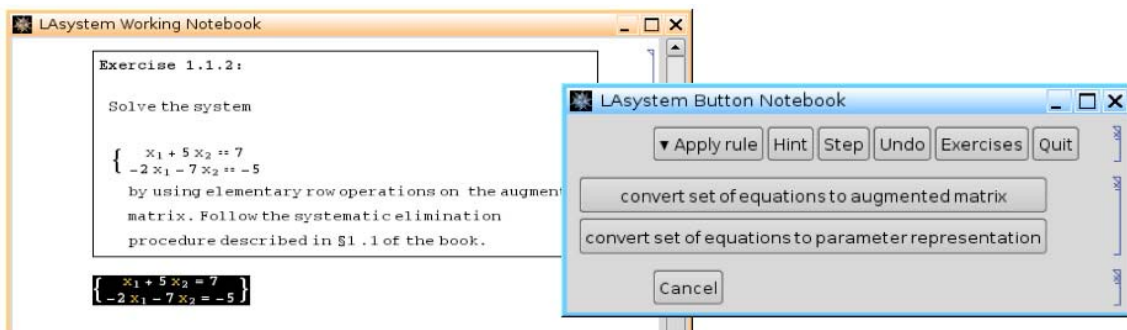
Naast deze lijst zijn er nog wat kleinere domeinen waarop feedback kunnen geven. In de komende paar maanden zullen we nog strategieën ontwikkelen voor wortelvergelijkingen, logaritmische vergelijkingen, exponentiële vergelijkingen, en differentiëren. Daarmee dekken we het grootste deel af van de onderwerpen die in de DWO applets aan bod komen.

De code voor de services is publiekelijk beschikbaar gesteld onder een GPL licentie op hackage: <http://hackage.haskell.org/package/ideas>.

De feedback services zijn geïmplementeerd in verschillende wiskundige e-learning omgevingen: de Digitale Wiskunde Omgeving van het Freudenthal Instituut, MathDox van de TU/e en ActiveMath van de universiteit van Saarbruecken. Het gebruik van de feedback-services in de DWO is getest op een aantal middelbare scholen. Hierbij werden de strategieën becommentarieerd door de middelbare school docenten, en getest met honderden leerlingen. In de eerste helft van 2010 hebben de services meer dan 20.000 hits gehad.

LA-systeem

Binnen de faculteit EWI van de TU Delft is een e-learning systeem (LA-systeem) ontwikkeld voor het oefenen van opgaven Lineaire Algebra, specifiek voor tentamenvorbereiding. Met het systeem kunnen studenten opgaven maken door operaties te specificeren die het systeem vervolgens uitvoert. In het kader van het SURF-project Intelligente Feedback is het systeem uitgebreid met een strategietaal en parser waarmee oplossingsstrategieën kunnen worden beschreven en de gebruiker gevolgd en zo nodig gecorrigeerd kan worden. Ook kunnen hints en “volgende stappen” gegeven worden. In het kader van dat project zijn ook een 20-tal opgaven in het systeem ingebracht inclusief de strategie-beschrijving. Deze set opgaven betrof slechts een deel van de leer- en oefenstof. In het kader van het NKBW2-project is het aantal opgaven nu uitgebreid tot 50 opgaven die een meer volledige overdekking van de stof van het vak Lineaire Algebra bieden.



Figuur 5: Opgave in het LA-systeem

De opgaven overdekken voor een groot deel van de Lineaire Algebra:

- LU-decompositie
- lineaire transformaties
- eigenwaarden en eigenvectoren
- dynamische systemen en Markov ketens
- inwendige producten en orthogonaliteit
- Gram-Schmidt proces
- QR-factorisatie

- orthogonale diagonalisatie
- kleinste kwadraten problemen
- lineaire regressie
- spectrale decompositie
- kwadratische vormen

Het systeem en de opgaven worden beschikbaar gesteld in Mathematica Notebook formaat op de website:

<http://graphics.tudelft.nl/LAsystem>

Referenties

Arjeh Cohen, Hans Cuypers, Jan Willem Knopper, Mark Spanbroek, Rikko Verrijzer, MathDox - A System for Interactive Mathematics, in Proceedings of Ed-media 2008.

Hans Cuypers and P. van der Zanden, Portal and Repository for sharing Mathematical Learning Objects, in Proceedings of Ed-media 2008.

Bastiaan Heeren, Johan Jeuring, and Alex Gerdes. Specifying rewrite strategies for interactive exercises. In Mathematics in Computer Science 3(3), 349-370, 2010.

Bastiaan Heeren and Johan Jeuring. Adapting Mathematical Domain Reasoners. To appear in Proceedings MKM 2010, the 9th International Conference on Mathematical Knowledge Management, LNCS, Springer, 2010.

Bastiaan Heeren and Johan Jeuring. Canonical Forms in Interactive Exercise Assistants. In Jacques Carette, Lucas Dixon, Claudio Sacerdoti Coen, and Stephen M. Watt, editors, Proceedings Calculemus/ Mathematical Knowledge Management 2009, LNAI 5625, pages 325 - 340, 2009, © Springer-Verlag.

NKBW Eindrapport, Management NKBW, 2008.

4

Toetsen bij de overgang VO-HO

Henk van der Kooij, Dirk Tempelaar



4 – Toetsen bij de overgang VO-HO

4.1 Convergentie toetsen VO-HO

Henk van der Kooij

Inleiding

In de (politieke) discussies die vanaf begin 2006 werden gevoerd over het gebrek aan algebraïsche basisvaardigheden van beginnende studenten in het HO speelden de zogenaamde entreetoetsen (met name de 3TU toets) die in het HO werden gehanteerd een belangrijke rol.

Omdat in het VO al langer een zekere onvrede bestond over de onduidelijkheden rond de eisen ten aanzien van vaardigheden voor de verschillende wiskundevakken, mede vanwege de beschikbaarheid van grafische rekenmachine en formulekaart, werden in de syllabi voor de per 2007 aangepaste examenprogramma's wiskunde van havo en vwo voor wiskunde A en B aparte hoofdstukken toegevoegd waarin de te beheersen algebraïsche vaardigheden vakspecifiek zijn beschreven (CEVO, 2007). Op basis van deze aanscherpingen heeft de werkgroep havo-vwo van de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren (NVvW) voor de vakken wiskunde B en A van vwo zogenaamde exittoetsen geformuleerd (Rozenhart, 2007) om aan te geven welke beheersing van algebraïsche vaardigheden mag worden verwacht van een vwo-leerling die een studie Natuur & Techniek (wiskunde B) of Economie (wiskunde A) in het HO ambieert. De analyse van entreetoetsen in NKBW1 (NKBW, 2007), waarbij onder andere bleek dat er verschillen bestaan tussen exit- en entreetoetsen voor wat betreft wiskunde onderwerpen en taalgebruik in de formuleringen van vragen, was aanleiding om te besluiten voor NKBW2 een werkpakket te definiëren met het doel toetsen te ontwerpen die voor het VO een acceptabel eindniveau aan algebraïsche vaardigheden bevragen en die voor het HO een duidelijk startpunt voor het onderwijs in het eerste studiejaar aanduiden. Daarmee werd beoogd het gat in de aansluiting VO-HO voor studies in Natuurwetenschappen en Techniek (vwo B voor WO en havo B voor HBO) en Economie (vwo A voor WO) ter discussie te stellen en op termijn te komen tot een doorlopende leerlijn op het gebied van de algebraïsche vaardigheden.

Het definiëren van een raamwerk voor toetsing en het produceren van een aantal toetsen was mogelijk door de enthousiaste en constructieve manier waarop de toetsgroep heeft samengewerkt. De samenstelling van de groep: Wim Caspers - TUD en Adelbert College, Bert Esmeijer - OU, Henk van der Kooij - FI, UU, Peter Kop - RU Leiden, Hans Sterk - TU/e, Bram Theune - Nehalennia SG en Wisbase.

In dit hoofdstuk komen aan de orde: het raamwerk voor de toetsen, de toetsen zelf, de afname en resultaten, discussie.

4.1.1 Het raamwerk voor de toetsen

Een raamwerk voor toetsen beschrijft diverse aspecten die bij het construeren van een toets van belang zijn.

Bij de analyse van de beschikbare toetsen bleek dat de wiskundige inhoud die werd bevroegd in hoge mate overeenkwam. Er werden echter grote verschillen geconstateerd in de moeilijkheidsgraad van de toetsen, in de formulering van de vragen en in het type vragen. Mede naar aanleiding van deze analyse is gekozen om drie aspecten van de toetsing in het raamwerk op te nemen:

- de wiskundige inhoud die wordt getoetst: de kennisdomeinen
- de niveaus van vaardigheden en de moeilijkheidsgraad van de vragen,
- het type vraagstelling.

4.1.1.1 De kennisdomeinen

De opsomming aan specifieke en algemene algebraïsche vaardigheden zoals die in de syllabus van wiskunde B vwo staan, bleek een geschikt uitgangspunt te vormen voor een NKBW beschrijving van de te bevragen kennisdomeinen. Omdat de onderwerpen differentiëren en integreren in de syllabus niet expliciet zijn genoemd, zijn die twee domeinen opgenomen. De 'algemene vaardigheden' zoals ze in de syllabus zijn beschreven, worden bij NKBW ondergebracht bij de niveau' van bevraging. Sommige kennisdomeinen worden bij havo B en vwo A niet bevroegd. Dat is in onderstaande tabel aangegeven met 'nvt'.

	wi B vwo	wi A vwo	wi B havo
A. breukvormen			
B. wortelvormen			
C. bijzondere producten		nvt	
D. exponenten en logaritmen			
E. goniometrie		nvt	
F. herleiden van vormen uit A - E			
G. vergelijkingen algemene vormen			
H. vgl-en standaardfuncties en transformaties			
I. vgl-en met polynomen via standaardalgoritmen			
K. vgl-en van het type $f(x) = g(x)$			
L. ongelijkheden van het type $f(x) \geq g(x)$			
M. differentiëren			
N. integreren		nvt	nvt

Hoewel de tabel een strikte scheiding in kennisdomeinen lijkt te geven, blijkt in de praktijk dat grenzen tussen verschillende domeinen vaak vaag zijn. Bij A - E gaat het om de beheersing van de regels van de betreffende vormen; bij F gaat het om het kunnen gebruiken van die regels in een situatie waarbij eerst een andere (denk)stap nodig is. Daarom komt het verschil tussen A - E en F vaak tot uiting in het niveau van bevraging.

Ook bij vragen in de kennisdomeinen H en K wordt veelal een beroep gedaan op kennis van de regels die horen bij de domeinen A - E.

4.1.1.2. Niveau van vaardigheden en moeilijkheidsgraad

Een opvallend verschil tussen de beschikbare entreetoetsen van het HO en de exittoetsen van het VO werd zichtbaar in het niveau van vaardigheden dat wordt getoetst. Bij de entreetoetsen zijn dat vrijwel uitsluitend vaardigheden op het gebied van reproductie, terwijl bij de VO toetsen een substantieel deel van de vragen eerst een denkstap (welke oplossingsstrategie past bij deze vraag?) vereist.

In de literatuur zijn diverse beschrijvingen, alle min of meer gebaseerd op de Bloom taxonomie, bekend van het bevragen van diverse niveaus aan vaardigheden.

Voor het NKBW raamwerk hebben we de internationaal breed geaccepteerde indeling van PISA (Program of International Student Assessment) van de OECD als uitgangspunt gekozen (PISA, 2002). In het Framework PISA 2003 worden de volgende drie niveaus onderscheiden:

A Reproductie

Op dit niveau wordt kennis van veel geoefende strategieën in bekende situaties bevroegd: beheersing van de regels en definities en standaardalgoritmen.

Voorbeeld: Los op $x^2 - 3x + 2 = 0$

B Verbindingen

Op dit niveau is/zijn (denk) stap/pen nodig voordat de bekende aanpakken van niveau A kunnen worden toegepast. Dus het gebruik van bekende strategieën in een minder bekende situatie.

Voorbeeld: Los op $x - 3\sqrt{x} + 2 = 0$

C Reflectie

Op dit niveau is geen pasklare strategie voorhanden. Dus het bepalen van een eigen strategie in een minder bekende situatie.

Voorbeeld: Waarom heeft $x^8 + 2x^4 + x^2 + 2 = 0$ geen oplossingen?

Het is duidelijk dat het gegeven voorbeeld bij B vereist dat de leerling/student ziet dat er in principe een kwadratische vergelijking in \sqrt{x} is gegeven om daarmee, na substitutie, het standaardalgoritme zoals bij A nodig is te kunnen toepassen. Ook kan de wortel worden geïsoleerd om daarna, via kwadrateren, uit te komen op de vergelijking $x^2 - 5x + 4 = 0$. Beide strategieën leiden tot dezelfde antwoorden, maar de moeilijkheidsgraad van de twee strategieën is niet gelijk. Nog een andere verschijningsvorm van dit type opgave heeft weer een heel andere moeilijkheidsgraad, omdat het onderwerp goniometrie nu eenmaal als moeilijk wordt ervaren:

Los op in $[0, 2\pi]$: $\cos^2 x - 3\cos x + 2 = 0$.

Het is dus nodig om binnen een niveau van bevraging ook de moeilijkheidsgraad te benoemen. De discussie over complexiteit van een opgave is al opgepakt in NKBW1 (NKBW, 2007). Daar is geconstateerd dat het niet eenvoudig is om complexiteit eenduidig te definiëren. Wij hebben gekozen voor moeilijkheidsgraad (met trapjes 1 - 4). Bij PISA wordt de moeilijkheidsgraad van een opgave eenvoudig bepaald aan de hand

van de gemiddelde score en dus nadat de toets is afgenomen. Voor de toetsconstructie hebben wij gekozen om een moeilijkheidsgraad vooraf vast te leggen en die ter commentaar voor te leggen aan de afnemende docenten. Daarmee wordt bereikt dat 'moeilijkheidsgraad' discussie oplevert en daarmee een in de tijd verankerbaar gegeven wordt, afhankelijk van de manier waarop dergelijke opgaven aandacht gaan krijgen in het onderwijs. Het lijkt op zijn plaats om te benadrukken dat de drie niveaus A, B en C op zich geen binding hebben met moeilijkheidsgraad. Een opgave in de categorie C kan minder moeilijk zijn (of worden gevonden) dan een opgave in de categorie A of B. Zo is de gegeven voorbeeldopgave bij C eenvoudig te beantwoorden voor iemand die zich realiseert dat even machten nooit negatief kunnen worden. Er wordt dus een beroep gedaan op een kwalitatief inzicht dat, indien aanwezig, direct tot een goed antwoord leidt. Wordt echter dezelfde vraag gesteld voor de vergelijking $x^8 - 2x^4 + 2 = 0$, dan is de moeilijkheid meteen veel groter vanwege het min-teken, omdat een directe strategie nu niet zomaar zichtbaar is.

De bespiegelingen in de toetsgroep hebben uiteindelijk geleid tot de volgende toetsmatrices voor de drie verschillende toetsen.

Voor vwo B (20 vragen, tijdsduur 60 minuten)

	niveau A	niveau B	niveau C
A. breukvormen	1		
B. wortelvormen	2	1	
C. bijzondere producten		1	
D. exp. en logaritmen	1	2	
E. goniometrie		2	
F. herleiden		1	
G. vergelijkingen algemene vormen	1		
H. vgl-en standaardfuncties en transformaties		1	
I. vgl-en met polynomen via standaardalgoritmen			
K. vgl-en van het type $f(x) = g(x)$		3	
L. ongelijkheden van het type $f(x) \geq g(x)$	1		
M. differentiëren	2		
N. integreren	1		

Voor vwo A (16 vragen, tijdsduur 60 minuten)

	A	B	C
A. breukvormen	1		
B. wortelvormen	1		
C. bijzondere producten		nvt	
D. exp. en logaritmen	1	3	
E. goniometrie		nvt	
F. herleiden		3	
G. vergelijkingen algemene vormen	1		
H. vgl-en standaardfuncties en transformaties			
I. Vgl-en met polynomen, alleen lineair	1	1	
K. Vgl-en van het type $f(x) = g(x)$			
L. ongelijkheden van het type $f(x) \geq g(x)$		1	
M. differentiëren	3		
N. integreren		nvt	

Voor havo B (18 vragen, tijdsduur 60 minuten)

	A	B	C
A. breukvormen	1		
B. wortelvormen		1	
C. bijzondere producten			
D. exp. en logaritmen	4		
E. goniometrie		2	
F. herleiden		3	
G. vergelijkingen algemene vormen	2	1	
H. vgl-en standaardfuncties en transformaties			
I. vgl-en met polynomen via standaardalgoritmen			
K. vgl-en van het type $f(x) = g(x)$		1	
L. ongelijkheden van het type $f(x) \geq g(x)$		1	
M. differentiëren	2		
N. integreren	nvt		

In alle toetsen is er dus sprake van een min of meer gelijke verdeling over de niveaus A en B, terwijl de moeilijkheidsgraad veelal 2 of 3 is, met een enkele 1 of 4.

Opgaven op niveau C kunnen wel voorkomen, maar dan zeker niet meer dan twee per toets (zie bijvoorbeeld de toets die in 2010 in het VO is gebruikt).

4.1.1.3. Type vraagstellingen

Uiteraard is de vraagvorm van belang: een *open vraag* die om een eigen uitwerking vraagt toetst vaak andere vaardigheden dan een *multiple choice vraag* (m.c.). Binnen het VO zijn bij wiskunde op havo en vwo meerkeuzevragen volstrekt ongebruikelijk. Mede daarom worden de toetsen zoveel mogelijk in de open vraagvorm gesteld. Daarbij blijft de oplossingsstrategie die een leerling kiest zichtbaar en wordt beter duidelijk welke vaardigheden (nog) niet worden beheerst. Bij de discussie in de toetsgroep werd echter duidelijk dat er ook een categorie vraagstellingen is die in hun open vorm niet eenduidig interpreteerbaar, en daarom niet transparant, zijn. Het gaat om de vragen zoals 'herleid' of 'vereenvoudig zo ver mogelijk' of 'schrijf als één breuk'. Dergelijke vragen kunnen heel goed in een meerkeuzeformaat worden gegoten waarbij de vraag wel een eenduidig antwoord heeft. De meerkeuzevorm die daar bij hoort is van het type 'expressie A is te herschrijven als / is gelijk aan: a. B1 b. B2 c. B3 d. B4

Een belangrijk aandachtspunt was ook het taalgebruik binnen een vraag. Daarbij is strikt aangesloten bij de in het VO gebezigde terminologie.

In beginsel is een NKBW toets zo veel mogelijk open en kent alleen meerkeuzevragen bij het herschrijven van expressies. Voor verschillende HO-opleidingen blijken de grote aantallen studenten een geheel gesloten versie van een toets noodzakelijk te maken. Daarom zijn van de toetsen die in het HO zijn afgenomen ook volledige meerkeuzeversies gemaakt.

4.1.2 De toetsen

Het is goed om hier nog eens te benadrukken dat de NKBW-toetsen niet de pretentie hebben om op enige manier summatief te worden gebruikt. Voorop staat de diagnostische waarde die elk van de toetsvragen hebben voor een leerling in het laatste jaar van het VO die een studie in het HO ambieert. Voor beginnende studenten geeft de toets een beeld van wat hij/zij aan algebraïsche vaardigheden dient te beheersen om de succeskans bij de studie te vergroten. In het VO zou een school kunnen overwegen om de toets op te nemen in het Schoolexamen; in het HO wordt de toets op verschillende manieren al dan niet ingepast in het tentamensysteem. Over het gebruik van de toets doen wij geen uitspraak; het is volledig de verantwoordelijkheid van de instelling hoe de toets wordt gebruikt. Bij de diagnostiek past ook dat elke vraag 1 punt krijgt bij goede beantwoording en 0 bij een foute oplossing. De score geeft alleen maar aan of een leerling / student dat onderdeel wel of niet beheerst.

In de periode januari - september 2009 zijn voor elk van de drie trajecten vwo B-WO Natuur&Techniek (aangeduid met VB), vwo A - WO Economie (VA) en havo B - HBO Natuur&Techniek (HB) drie toetsen ontwikkeld en afgenomen. De resultaten en commentaren van docenten komen in de volgende paragraaf aan bod.

De drie verschillende varianten van elke toets duiden we aan met VB1, VB2, ...

In onderstaand schema wordt zichtbaar wanneer en door wie de diverse varianten zijn gebruikt. De gegevens van versie 3 die is gebruikt als exittoets na de scholingstrajecten in het HO zijn zo fragmentarisch dat daar onvoldoende informatie over te geven is.

<i>gebruiker</i>	vwo A	vwo B	havo B	WO Ec	WO N&T	HBO N&T
<i>toetsvariant</i>	VA1	VB1	HB1	VA2	VB2	HB2
<i>aantal deelnemers</i>	238	502	117	1786	1365	177
<i>afnameperiode</i>	mrt 2009	mrt 2009	mrt 2009	sep 2009	sep 2009	sep 2009
<i>toetsvariant</i>	VA3	VB3	HB3	VA3	VB3	HB3
<i>aantal deelnemers</i>	237	866	279
<i>afnameperiode</i>	feb 2010	feb 2010	feb 2010	okt 2009	okt 2009	okt 2009

Van de varianten 2 en 3 zijn voor het WO ook meerkeuze- en Engelse versies gemaakt.

Voor het VO zijn uitgebreide gegevens van docenten bekend van zowel de afname van 2009 als die van 2010. Voor het HO zijn voldoende gegevens bekend van de instaptoets (versie 2), maar helaas is er alleen fragmentarische informatie beschikbaar over de versie 3 die niet alleen in het HO is gebruikt, maar ook in het VO. Onderlinge vergelijking VO-HO op die toets is dus niet goed mogelijk.

4.1.3 Afname, resultaten en commentaren

In deze paragraaf richten we de aandacht op de afname van de toetsen en de resultaten. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen de afname in VO en de afname in HO. Bij het VO zijn de versies 1 (maart 2009) en 3 (februari 2010) afgenomen. Dat gebeurde op vrijwillige basis door docenten die meestal hun leerlingen daarop niet hadden voorbereid. Bij versie 1 was dat ook niet mogelijk omdat de docenten zelf nog geen beeld hadden van het karakter van de toets. In 2010 is alle docenten geadviseerd hun leerlingen te wijzen op de beschikbare versie 1. Slechts enkele docenten gaven aan dat zij dit inderdaad hebben gedaan. Verder is de toets passend bij het aangepaste examenprogramma van 2007, zodat de lichte vwo-leerlingen die de toets in 2009 maakte niet de beoogde doelgroep was. Om die reden bekijken we alleen de resultaten en commentaren op de versie 3 toets die in 2010 is afgenomen.

Voor het HO geldt dat de instaptoets (versie 2) breed genoeg is afgenomen om te kunnen analyseren. Omdat met name de manier van afnemen en de doelgroepen nogal verschillen, wordt met name op deze aspecten ingezoomd.

4.1.3.1 Toets versie 3, VO 2010

Alle deelnemende docenten is gevraagd om in een Excel bestand twee bladen in te vullen. Op het eerste blad de scores per vraag per leerling; op het tweede blad commentaar bij onze inschatting van niveau en moeilijkheidsgraad en of ze de toets voldoende dekkend en maakbaar vonden.

Havo wiskunde B 2010

De resultaten:

Havo B (n = 279)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
procentuele score	89	57	46	20	44	60	45	25	63	28	61	22	30	26	11	15	6	55

Zelfs als wordt bedacht dat havo leerlingen minder geneigd zijn zich in te spannen als er geen beloning tegenover staat, geven deze resultaten een weinig opwekkend beeld. Het resultaat wordt door de meeste docenten ook ver onder de maat gevonden. De opgaven 15 en 17 (redelijk eenvoudige gonio-opgaven) worden veruit het slechtst gemaakt, gevolgd door opgave 4 en 8 (toepassen van regels voor exponenten en logaritmen). Van beide onderwerpen is bekend dat ze niet goed worden beheerst. Dat opgave 16 laag scoort is te begrijpen; deze vorm is redelijk onbekend. Maar voor de lage scores op opgaven 10 en 12 is geen verklaring voorhanden.

Op de vraag of de toets voldoende dekkend was en ook maakbaar wordt door de paar docenten die hierop antwoorden bevestigend gereageerd.

Citaten uit de docentcommentaren bij een paar opgaven:

"Hier wordt zo veel op geoefend; dit moet iedere leerling met wiskunde B kunnen maken" (opgave 6)

"Leerlingen werken eerst haakjes weg. Er wordt niet eerst gekeken of er wat herkenbaars staat" (opgave 12)

De acht docenten die een eigen inschatting hebben gemaakt naast die van ons laten zien dat ze over het algemeen de niveaus en moeilijkheid licht hoger inschatten dan wij. Maar er is ook veel variatie. Bij de lege cellen was men het eens met onze inschatting.

opgave	onze inschatting	uw inschatting							
1	A1								
2	A3		A4	A2	A2				
3	B2		A4				B3		
4	B3						B2	B4	
5	A3	A2		B3		B4	A2	A2	
6	B2	B1		A2				B1	A2
7	A3	B2	A4	B2				B1	
8	A3						A4		B3
9	A3						A2		
10	A4	B3	B2		B1				
11	A4	A3		A3	A3		A2	A2	
12	A3	A4	A4		A4			B1	
13	B3						B4		
14	B2	A4	B3	B3			B3	A3	B3
15	B2	B1	A4	B3	B3				
16	B4						B3		
17	B2		B3		B3			B3	B3
18	B2	B1	A4	B3	A4			A1	

Vwo wiskunde A 2010

De resultaten:

vwo A (n = 237)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
procentuele score	70	23	34	83	47	46	33	13	48	20	45	27	14	37	42	26

Ook hier stemt het beeld niet vrolijk. Slechts twee ruim voldoende scores en 9 van de 16 vragen onder de 40%. Geconstateerd kan worden dat opgaven over exponenten en logaritmen en rond differentiëren ver onder de maat worden gemaakt. Een aantal docenten geeft aan dat de leerlingen de regels wel kunnen toepassen, maar dat ze die niet paraat hebben (gemis aan formulekaart en/of GR).

De docenten vinden de toets van goede kwaliteit en maakbaar. Ook hier geldt dat ze in het algemeen schrikken van de resultaten van de eigen leerlingen.

Het lijkt ook hier een kwestie van enkele jaren voordat de prestaties eventueel beter worden, omdat er een zekere mate van gewenning moet optreden.

De commentaren bij onze inschatting van niveau en moeilijkheidsgraad geven weer een wisselend beeld te zien. Maar in de meeste gevallen zijn er slechts lichte afwijkingen.

opgave	onze inschatting	uw inschatting	
1	B2	B2	B3
2	A3		A2
3	A4	A3	A2
4	A3	A2	A1
5	A2		A3
6	A3	B1	A4
7	A3	B1	A4
8	A3		A4
9	B2	A3	B1
10	B2	B1	B3
11	B3	B2	A3
12	A3	A2	A2
13	B3	B4	B2
14	A3	A2	B2
15	B3	A3	A2/B2
16	C2		C3

Vwo wiskunde B 2010

De resultaten:

vwo B (n = 866)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
procentuele score	79	55	88	56	40	27	76	17	62	43	40	57	63	13	25	33	51	44	43	32

Het scorebeeld is hier wat beter te noemen. Er is veel respons van docenten op individuele vragen. Daarom bekijken we die hier wat uitgebreider.

De echt lage scores zien we bij de opgaven 8 en 14. Opgave 8 is een redelijk eenvoudige ongelijkheid, waar overigens wel een kleine valstrik in zit: het uitsluiten van $x = 3$ in de oplossing. De overgrote meerderheid van de leerlingen gaat hier haakjes wegwerken en vervolgens proberen de derdegraads-vorm weer te ontbinden. En dat leidt tot niets. Bij degenen die wel vanuit de gegeven vorm werken leeft vaak de overtuiging dat

$$(x - 3)^2 \text{ altijd positief is.}$$

Opmerkelijk, maar begrijpelijk, zijn de uitspraken van verschillende docenten bij deze opgave "dit kunnen ze niet zonder plot" en "tekenschema's worden niet meer behandeld in het boek". Dat opgave 14 slecht scoort is beter te begrijpen vanuit de huidige onderwijspraktijk. Leerlingen die ook wiskunde D volgen doen deze opgave beter. Citaat van een docent: "wiskunde D-leerlingen maken deze opgave veel beter dan leerlingen die geen wiskunde D hebben, waarschijnlijk doordat limieten daar uitgebreider behandeld zijn". Deze opgave is een typische niveau C vraag. Een strategie ligt niet vast. De grafiek is er bij geplaatst om aan te geven dat differentiëren hier niet

toets digitaal hebben afgenomen (al dan niet in m.c. vorm). Bij de UvA gebeurde dat met Maple TA en in Maastricht met Aleks. Deze verschillende manieren van omgaan met de toetsen zorgt er voor dat het minder zin lijkt te hebben om alle resultaten op één hoop te gooien. Mede omdat het binnen de Natuurwetenschappen & Techniek om verschillende opleidingen gaat, heeft het wel zin om de verschillende opleidingen naast elkaar te zetten.

Instaptoets Natuurwetenschappen & Techniek, versie VB2

De resultaten per opleiding

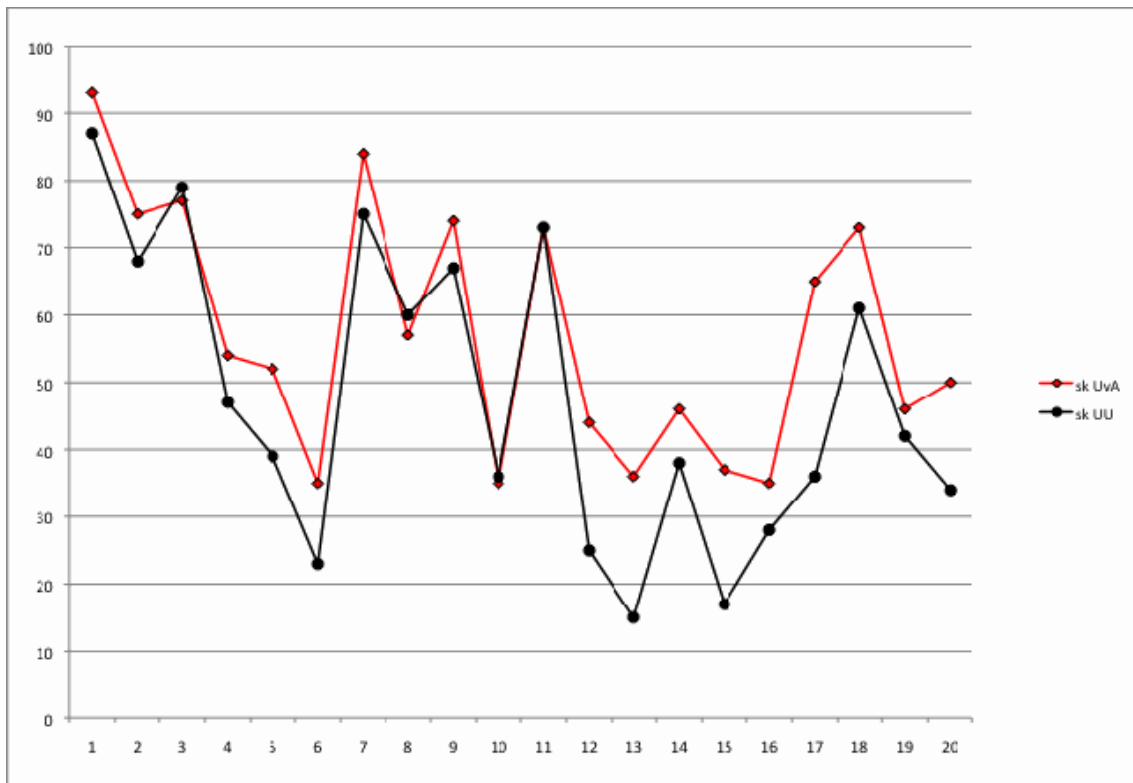
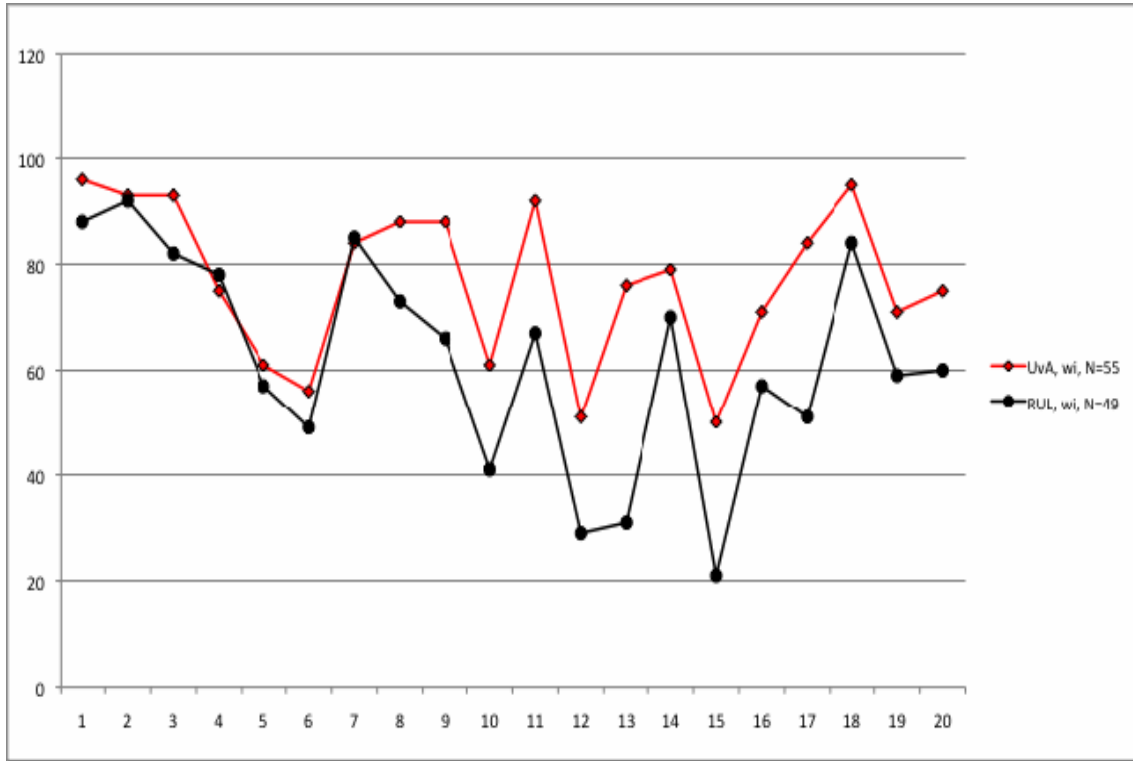
toets VB2		Opgave																				
instelling	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	gem
UU(wi) (MC)	128	93	88	75	61	42	68	87	86	60	45	72	73	43	80	43	50	47	73	48	62	64,8
UvA(wi)	55	96	93	93	75	61	56	84	88	88	61	92	51	76	79	50	71	84	95	71	75	77,0
RUL(wi)	49	88	92	82	78	57	49	85	73	66	41	67	29	31	70	21	57	51	84	59	60	62,0
UvA(na)	76	96	91	89	79	58	51	84	77	81	53	90	42	66	70	41	43	72	91	63	66	69,2
UvA(sk)	51	93	75	77	54	52	35	84	57	74	35	73	44	36	46	37	35	65	73	46	50	57,0
UU(sk)	94	87	68	79	47	39	23	75	60	67	36	73	25	15	38	17	28	36	61	42	34	47,8
TUD (MC)	722	91	81	85	57	50	65	89	75	59	36	72	56	36	81	35	42	64	77	58	54	63,1
RUG	160	91	84	72	59	36	32	82	64	73	48	78	22	29	55	21	54	63	74	60	65	58,1
Radboud	85	94	87	81	68	53	69	94	81	9	65	72	58	42	89	41	48	60	71	60	69	65,6
VU(MC)	239	82	64	52	26	21	51	75	67	46	33	28	53	25	49	30	18	25	49	32	46	43,6
VB1, vwo 2009	502	91	73	59	62	43	75	71	24	46	17	59	48	41	72	13	25	60	10	60	17	48,0

Duidelijk zichtbaar is het, niet opzienbarende, verschil in scores tussen enerzijds wiskunde en natuurkunde en anderzijds scheikunde. Het tweede blok (TUD, RUG en Radboud) betreft de hele breedte aan Natuurwetenschappen (& Techniek). Bewegingswetenschappen (VU) sluit de rij met een opmerkelijk naar beneden gerichte score.

Tenslotte zijn de resultaten van vwo B 2009 ook toegevoegd. Als we in ogeschouw nemen dat de populatie 6 vwo leerlingen veel breder is samengesteld dan de studenten die voor een specifieke N&T studie hebben gekozen, dan lijken de resultaten van het vwo in vergelijking met het WO nog niet zo slecht. Maar daarbij speelt natuurlijk ook mee dat de leerlingen in 6 vwo zijn getoetst voor de zomer en de beginnende studenten direct na de welverdiende vakantie na het behalen van het diploma.

Het is daarom aardig om een vergelijking te maken tussen WO opleidingen die de instaptoets aan het directe begin van het collegejaar hebben afgenomen en de UvA waar eerst een 'opfriscursus basisvaardigheden' werd gegeven alvorens de instaptoets aan te bieden.

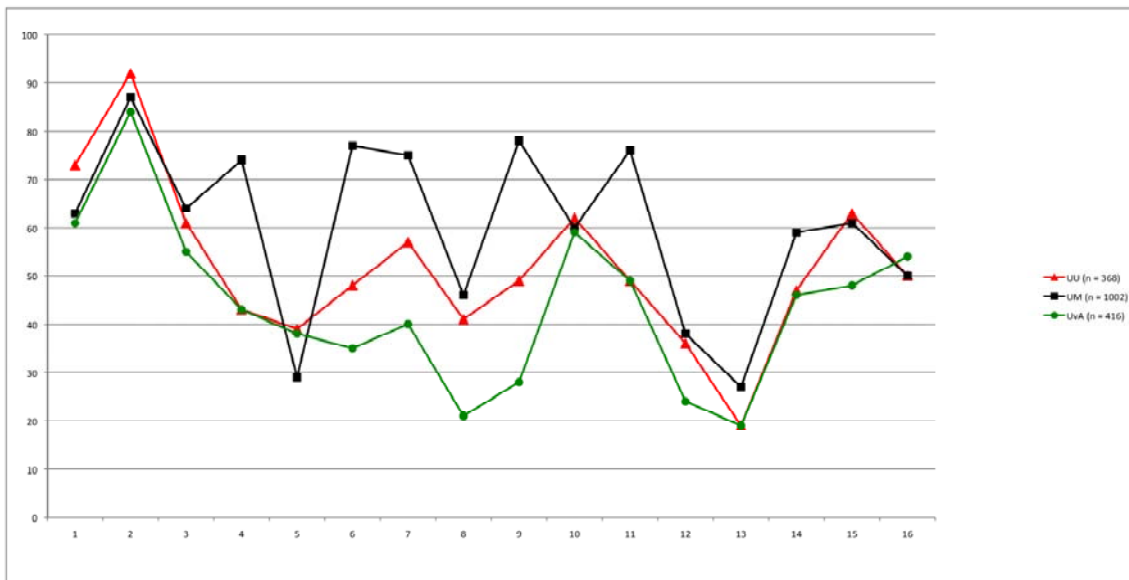
In de volgende figuren is het effect van zo'n korte opfriscursus duidelijk zichtbaar. De resultaten van scheikunde UU en UvA en van wiskunde UvA en RU Leiden worden vergeleken. Duidelijk zichtbaar is dat de UvA op vrijwel alle vragen (hoewel verschillend voor wiskunde en scheikunde) beter scoort.



Instaptoets Economie, versie VA2

Deze toets is afgenomen op de UU, UvA en UM. Zoals bekend heeft de UM een grote internationale studentenpopulatie. Hoewel de toelatingseis vwo wiskunde A is, komen veel buitenlandse studenten binnen met een diploma dat wiskunde op een hoger niveau biedt. Daarnaast kent de UM ook een zomercursus als voorbereiding op de studie. Het is daarom ook niet verwonderlijk dat de gemiddelde scores bij de UM in het algemeen uitsteken boven die van de, onderling meer vergelijkbare, UU en UvA. Dat laat het volgende plaatje ook zien.

Economie instaptoets																gem score	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
UU (n = 368)	73	92	61	43	39	48	57	41	49	62	49	36	19	47	63	50	8,3
UM (n = 1002)	63	87	64	74	29	77	75	46	78	60	76	38	27	59	61	50	9,6
UvA (n = 416)	61	84	55	43	38	35	40	21	28	59	49	24	19	46	48	54	7,0



De opgaven 4, 6 en 7 betreffen het herschrijven van algebraïsche expressies, 9 is een simpel stelsel van twee vergelijkingen en 11 is een kwadratische vergelijking in ontbonden vorm. Het algebraïsch manipuleren lijkt in Maastricht soepeler te gaan. Maar er is nog een ander interessant fenomeen zichtbaar in de grafiek. Dat zijn de verschillen tussen de (vermoedelijk) meer vergelijkbare populaties van Amsterdam en Utrecht.

UM (n = 1002)	63	87	64	74	29	77	75	46	78	60	76	38	27	59	61	50	9,6
UU (n = 368)	73	92	61	43	39	48	57	41	49	62	49	36	19	47	63	50	8,3
UvA (n = 416)	61	84	55	43	38	35	40	21	28	59	49	24	19	46	48	54	7,0

De gemarkeerde opgaven (6-9, 12 en 15) vragen om een antwoord waarin algebraïsche expressies moeten worden beschreven. Op de UvA moest dit gebeuren binnen het

digitale toetsinstrument Maple TA, terwijl de studenten van de UU deze expressies gewoon op papier moesten uitschrijven. Het lijkt er op dat het gebruikte toetsinstrument (computer met een eigen 'meta-taal' van de UvA versus pen en papier van de UU) invloed heeft op de prestaties. Hoewel deze constatering niet bewijsbaar is, lijkt nader onderzoek naar de invloed van het toetsinstrument op de prestaties nuttig. Ook op de UM werd digitaal getoetst, maar daar werd een meerkeuzeversie van de toets gebruikt. Dus het invoeren van expressies in welke vorm dan ook was niet aan de orde.

4.1.4 Conclusie

In het voorgaande is beschreven hoe een raamwerk voor toetsing van algebraïsche vaardigheden vanuit NKBW2 is ontstaan en op welke manier de bijbehorende toetsen hebben gefunctioneerd in zowel het VO als het HO. Opgemerkt mag worden dat er aan beide zijden van de aansluiting VO-HO op een constructieve manier is meegewerkt aan het doel om beter zicht te krijgen op de aansluiting VO-HO. De reacties op de toetsen die zijn aangeboden en gebruikt waren vrijwel unaniem positief. Wel bleek met name het VO min of meer geschokt door de lage scores die werden behaald door de eigen leerlingen ("nu begrijp ik de zorgen van het HO"; "ik weet nu wat ik nog moet doen voor het examen en mijn leerlingen beseffen dat ook").

4.2 Toets- en Itemanalyses van NKBW-toetsen

Dirk Tempelaar

4.2.1 Inleiding

In de beoordeling van de kwaliteit van toetsen spelen zowel validiteit en betrouwbaarheid een belangrijke rol. Aspecten van validiteit zijn onderwerp van onderzoek geweest in de werkzaamheden van Werkpakket 3, en in de eindrapportage van dat Werkpakket besproken. Denk daarbij aan de inhoudsvaliditeit van de toetsvragen, in relatie tot de acceptatie van de toetsen als de facto standaarden door VO en HO. Andere validiteitaspecten kunnen slechts op termijn worden bestudeerd, zoals de vraag in hoeverre de procedures die worden gehanteerd bij de samenstelling van NKBW-toetsen zorg kunnen dragen voor een constante moeilijkheidsgraad. In deze paragraaf zullen een aantal aspecten die de betrouwbaarheid van verschillende NKBW-toetsen betreffen worden besproken.

Bij de toetsen die de revue zullen passeren kijken we naar de volgende betrouwbaarheidsindices:

- De Cronbach- α of toetsbetrouwbaarheid: een getal tussen 0 en 1 dat aangeeft in welke mate de verschillende items die de toets samenstellen, hetzelfde meten, dus in hun scores een goede samenhang vertonen. Als gewenste waarde voor de toetsbetrouwbaarheid wordt vaak $\alpha \geq 0,7$ gehanteerd. Het is overigens niet zo dat een zo hoog mogelijke waarde het ideaal is: in het extreme geval dat de betrouwbaarheid (nagenoeg) één is, meten alle items exact hetzelfde, en heeft het dus geen zin om een toets uit meer dan één item samen te stellen: het levert enkel redundante informatie op. Om items te hebben die enerzijds consistent zijn (niet negatief samenhangen waardoor een totaalscore betekenisloos wordt), anderzijds voldoende unieke kennisbeheersing meten, is een betrouwbaarheid rond of vlak boven de normwaarde van 0,7 aantrekkelijk.
- Op itemniveau kan gekeken worden naar de bijdrage van elk item aan de toetsbetrouwbaarheid. Dat gebeurt door de waarde van α te vergelijken met de α die verkregen wordt door dat ene item uit de toets weg te laten: α -del. Wanneer al deze α -del waarden in de buurt van de α waarde liggen, hebben alle items een vergelijkbare bijdrage aan de toetsbetrouwbaarheid, hetgeen als een gewenste eigenschap van de toets beschouwd wordt.
- Itemtotaalcorrelaties of Rit-waarden. Geven in de vorm van een correlatiecoëfficiënt de samenhang weer tussen de scores op een item, en de totaalscore op de toets. Gewenste waarden zijn positieve waarden: dat is de rechtvaardiging om naar totaalscores te kijken. Sterker nog dan bij de betrouwbaarheid, is het evenmin wenselijk dat Rit-waarden te hoog zijn: dat zou aangeven dat een item geen eigenstandige bijdrage heeft, ten opzichte van de andere items in de toets.

- De D-index of Discriminatie-index. Is gebaseerd op een onderverdeling van alle studenten in vier groepen van ongeveer gelijke omvang, na randordening van alle studenten op toetstotaalscore. De eerste groep ofwel eerste kwartiel (Q1) omvat zo het kwart van de studenten met de slechtste scores. Het vierde kwartiel (Q4) omvat het kwart van beste studenten. Een item levert een bijdrage aan de betrouwbaarheid van de toets, wanneer 'goede' studenten veel vaker het goede antwoord geven, dan 'slechte' studenten. Dat wordt gemeten met de D-index: het verschil tussen de p-waarden in Q4 en Q1 (dus: verschil in proportie goede antwoorden bij goede en slechte studenten). D-indices variëren tussen -1 en +1, maar negatieve waarden zijn uitzonderlijk (bijvoorbeeld een moeilijke strikvraag waar goede studenten wel in tuimelen, maar slechte studenten niet). Hoge D-indices geven aan dat een item bijdraagt aan het discrimineren van goede en slechte studenten. Lage, positieve waarden kunnen veroorzaakt worden doordat een item ofwel erg makkelijk is (ook 'slechte' studenten kunnen hem wel beantwoorden), ofwel erg moeilijk (ook 'goede' studenten hebben er een probleem mee).
- De gemiddelde p-waarde (moeilijkheidsgraad) van het item is geen betrouwbaarheidsmaat op zichzelf, maar wel van belang bij de beoordeling van de betrouwbaarheid van de toets. Idealiter vertonen toetsitems een zekere variatie in moeilijkheidsgraad, om zowel de goede van de hele goede studenten te kunnen onderscheiden, als ook de zwakke van de zeer zwakke student, etc. Dat vereist de opname van vragen op elk niveau in de toets. Tegelijkertijd maakt dat het weer lastiger om voldoende betrouwbare toetsitems te maken: vaak zijn bijvoorbeeld items met een hoge moeilijkheidsgraad wel in staat de 'achten' van de 'negens' te onderscheiden, maar helemaal niet in staat om de 'vijven' van de 'zevens' te onderscheiden (bijvoorbeeld omdat de 'zevens' naar een aannemelijk maar fout antwoordalternatief worden gelokt, terwijl de 'vijven' niet beter kunnen doen dan puur te gokken, en dus door geen enkel alternatief verleid worden). Die gewenste variatie in p-waarden is in het bijzonder van belang bij diagnostische toetsen, omdat je daar een juiste diagnostiek verwacht voor alle studenten. Dit onderscheidt zich van toetsen die vooral gericht zijn op een slaag/zak beslissing: daar is primair het onderscheidend vermogen van de toets rondom de cesuur van belang, minder het onderscheidend vermogen daarboven of daaronder. Omdat de NKBW-toetsen evident diagnostische toetsen zijn, zijn beide, in de praktijk dus vaak tegenstrijdige, doelstellingen van belang: variatie in p-waarden voor optimaal onderscheidend vermogen, als ook voldoende item- en toetsbetrouwbaarheid.
- De gemiddelde p-waarden per kwartiel (aan te geven met Q1, Q2, Q3, en Q4) hebben een functie op zich (naast de berekening van D-index): de onderlinge verhouding (makkelijk in te zien in een lijngrafiek) geeft aan of de wijze waarop een individueel item studenten ordent, overeenkomt met de wijze waarop de toetstotaalscore de studenten ordent.
- Tenslotte is de statistische techniek van clusteranalyse toegepast om studenten steeds in drie groepen onder te verdelen (de 'goede', 'slechte' en 'modale' studenten, ofwel Cl1, Cl2 en Cl3). Dat lijkt op een onderverdeling in kwartielen,

maar de techniek van clusteranalyse gaat niet uit van groepen met vaste en gelijke omvang, maar bepaalt juist die clusteromvang aan de hand van kenmerkende antwoordpatronen van de studenten, om zo clusters te creëren met studenten die maximaal met elkaar overeenkomen. Dus anders dan bij kwartielgroepen, en anders dan de namen die hierboven zijn gebruikt om de groepen aan te duiden suggereert, vindt bij clusteranalyse de toewijzing aan groepen niet plaats op basis van de bereikte totaalscore, maar op basis zo goed mogelijk overeenkomende antwoordpatronen. Om die reden levert de clusteranalyse ook geen bijdrage aan het betrouwbaarheidsonderzoek, maar stelt het ons in staat groepen van studenten te identificeren die ‘dezelfde dingen goed, of juist fout doen’, om daarna te onderzoeken, wat die kenmerkende goede en foute antwoorden zijn. Bij clusteranalyse wordt vooraf gekozen hoeveel groepen worden onderscheiden. Voor de verschillende toetsen zijn telkens clusteranalyses uitgevoerd met een uiteenlopend aantal clustergroepen, maar steeds waren de uitkomsten van een 3-cluster zowel het eenvoudigst te interpreteren, als het meest interessant wat duiding. We zullen ons dus op een onderverdeling in 3 clusters richten, en daarbij de uitkomst van de clusteranalyse vooral gebruiken om naar de eigenschap van het derde cluster te kijken: CI3, het cluster van de modale studenten. In het bijzonder: bij welke items gedragen deze modale studenten zich als goede studenten, en bij welke items doen ze het omgekeerde, en zijn juist niet te onderscheiden van de slechte studenten? Om dat laatste inzichtelijk te maken, worden de indices CI13 en CI32 gebruikt: het verschil in p-waarden (discriminatie waarde) tussen clusters 1 en 3, respectievelijk clusters 3 en 2.

4.2.2 NKBW VWO-B toets gebruikt als 2009 HO instaptoets

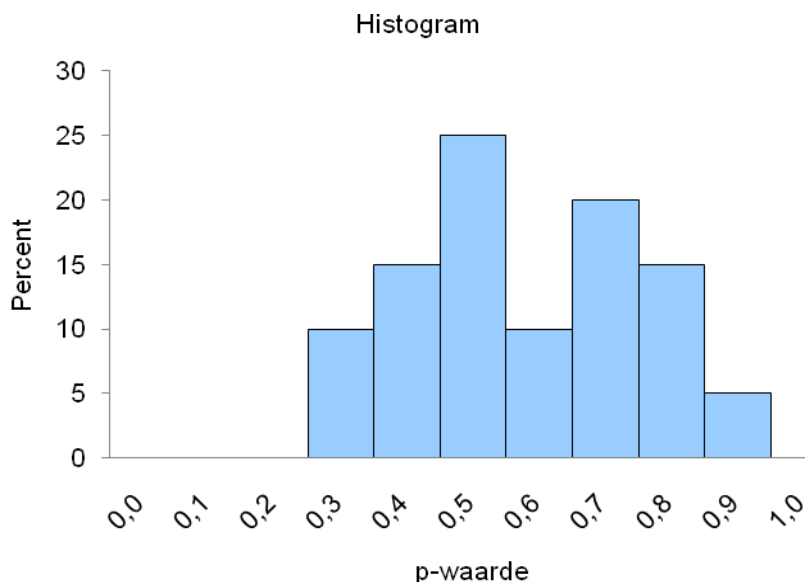
De eerste te onderzoeken toets is de NKBW VWO-B toets die in najaar 2009 is gebruikt als instaptoets in het HO, bij technische en bètaopleidingen. Gegevens op itemniveau zijn beschikbaar van 1372 studenten, behorende tot de opleidingen RUG natuurkunde, scheikunde, sterrenkunde, technische natuurkunde & wiskunde, TUD elektrotechniek, wiskunde & informatica en werktuigbouwkunde & maritieme techniek, UU scheikunde & wiskunde, UvA natuurkunde, scheikunde, sterrenkunde & wiskunde. De betrouwbaarheid van de toets bedraagt $\alpha = 0,71$, zoals hierboven aangegeven een prima waarde. Tabel 4.2.1 bevat verschillende betrouwbaarheidsindicatoren op itemniveau. De eerste kolom van Tabel 4.2.1 geeft aan dat er een mooie variatie in moeilijkheidsgraad is terug te vinden, behalve in de onderkant van de verdeling (moeilijkheidsgraden lager dan 0.3); omdat de toets zich richt op ‘vereiste voorkennis’ is dat echter niet verbazingwekkend, en zelfs als doel van de toets op te vatten: het kunnen onderscheiden tussen studenten met een extreem lage beheersingsgraad is geen taak van de NKBW-toets.

Tabel 4.2.1: betrouwbaarheidsindicatoren NKBW VWO-B toets gebruikt als 2009 HO instaptoets

p	Q1	Q2	Q3	Q4	D	CI1	CI2	CI3	CL13	CI32	Rit	α_{del}
---	----	----	----	----	---	-----	-----	-----	------	------	-----	----------------

vraag01	0.92	0.81	0.94	0.94	0.99	0.17	0.96	0.84	0.91	0.05	0.07	0.28	0.71
vraag02	0.82	0.62	0.84	0.89	0.96	0.34	0.93	0.61	0.86	0.08	0.25	0.38	0.70
vraag03	0.82	0.65	0.83	0.88	0.93	0.28	0.90	0.63	0.86	0.04	0.23	0.31	0.71
vraag04	0.59	0.28	0.50	0.64	0.89	0.62	0.89	0.35	0.39	0.50	0.04	0.51	0.69
vraag05	0.47	0.21	0.35	0.51	0.77	0.57	0.75	0.20	0.34	0.41	0.14	0.47	0.70
vraag06	0.57	0.37	0.54	0.60	0.74	0.37	0.73	0.55	0.39	0.34	-0.17	0.33	0.71
vraag07	0.87	0.73	0.86	0.93	0.96	0.23	0.94	0.76	0.86	0.09	0.10	0.31	0.71
vraag08	0.74	0.51	0.71	0.83	0.92	0.41	0.89	0.53	0.71	0.17	0.18	0.42	0.70
vraag09	0.61	0.43	0.56	0.64	0.79	0.35	0.72	0.40	0.63	0.10	0.23	0.33	0.71
vraag10	0.42	0.30	0.35	0.42	0.58	0.27	0.51	0.33	0.38	0.13	0.05	0.28	0.71
vraag11	0.75	0.53	0.72	0.83	0.91	0.37	0.87	0.50	0.78	0.09	0.28	0.37	0.70
vraag12	0.50	0.29	0.40	0.55	0.71	0.42	0.72	0.45	0.27	0.45	-0.18	0.37	0.71
vraag13	0.38	0.18	0.26	0.34	0.66	0.48	0.59	0.26	0.22	0.37	-0.04	0.42	0.70
vraag14	0.74	0.47	0.73	0.86	0.92	0.45	0.90	0.50	0.71	0.19	0.21	0.46	0.70
vraag15	0.34	0.14	0.29	0.36	0.55	0.41	0.51	0.22	0.23	0.29	0.00	0.39	0.70
vraag16	0.45	0.20	0.35	0.43	0.74	0.54	0.72	0.27	0.25	0.46	-0.02	0.44	0.70
vraag17	0.61	0.32	0.57	0.70	0.86	0.53	0.79	0.10	0.78	0.01	0.68	0.46	0.70
vraag18	0.76	0.51	0.73	0.85	0.95	0.44	0.92	0.44	0.80	0.12	0.36	0.45	0.70
vraag19	0.57	0.28	0.54	0.64	0.80	0.52	0.74	0.21	0.62	0.12	0.40	0.42	0.70
vraag20	0.56	0.32	0.51	0.61	0.79	0.48	0.77	0.38	0.45	0.32	0.07	0.41	0.70

Figuur 4.2.1. vat alle item p-waarden samen in een histogram.



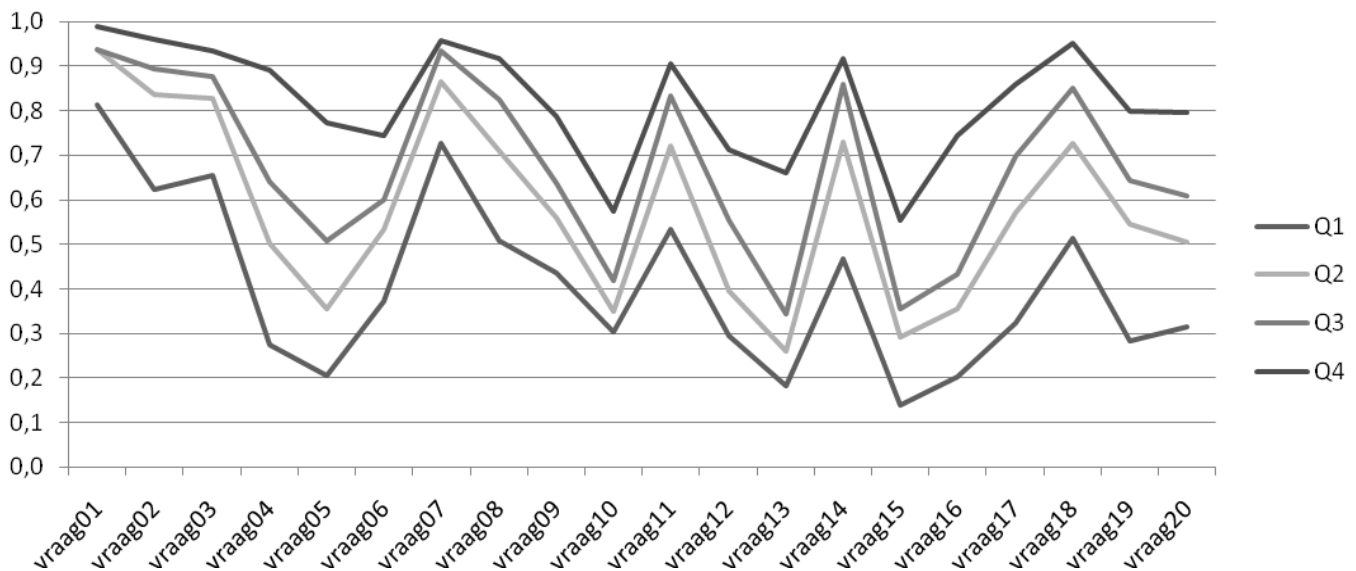
Figuur 4.2.1: histogram van p-waarden van alle items

De histogram is er eentje van een nette symmetrische verdeling, met de meeste dekking in de range van moeilijkheidsgraden tussen 0.5 en 0.9; relatief hoge waarden, die volledig overeenstemmen met de doelstelling van het toetsen van 'vereiste voorkennis'.

Als eerste stap naar het bestuderen van de betrouwbaarheid van toetsitems, zullen we de groep van deelnemende studenten opsplitsen in vier kwartielgroepen, op basis van

de eindscore in de toets. Met andere woorden, de eerste kwartielgroep (aangeduid met Q1) bevat het kwart slechtst scorende studenten, terwijl de vierde kwartielgroep (Q4), juist het kwart best scorende studenten omvat. Kwartielgroepen Q2 en Q3 zitten daar precies tussen, waarbij alle Q3 studenten het beter doen dan alle Q2 studenten, dus in termen van eindscore (en dus ook gemiddelde p-waarde van individuele studenten in de vier kwartielgroepen) geldt: $Q4 > Q3 > Q2 > Q1$. P-waarden van afzonderlijke items per kwartielgroep staan in tabel 4.2.1 opgenomen als kolommen 2 t/m 5.

Bovenstaande relatie geldt per definitie voor de totaalscore (want is afgedwongen door de wijze waarop kwartielgroepen geconstrueerd zijn), maar hoeft niet te gelden voor afzonderlijke items. Als een (intuïtieve) maatstaf voor de betrouwbaarheid van afzonderlijke items wordt beschouwd of (en de mate waarin) die items in de zelfde richting onderscheiden als de toets als geheel. Anders gezegd, of ook voor items geldt dat $Q4 > Q3 > Q2 > Q1$, en zo bereiken dat alle items een afspiegeling zijn van de toets als geheel, wat betreft ordening van de studenten. Figuur 4.2.2 geeft onmiddellijk aan dat dit inderdaad het geval is.

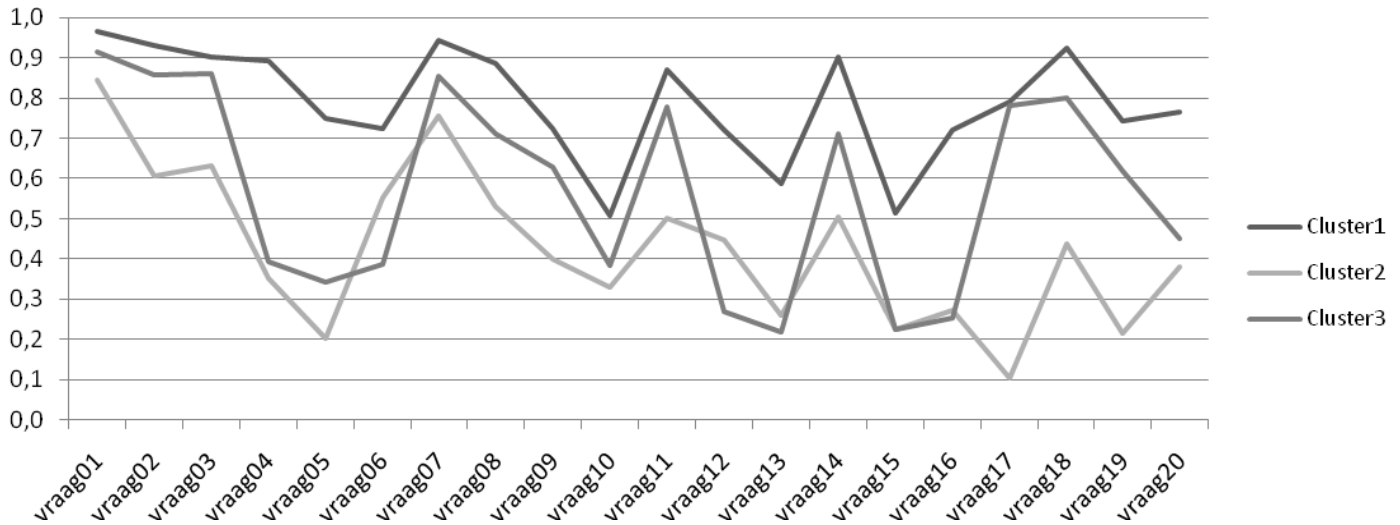


Figuur 4.2.2: p-waarden van de vier kwartielgroepen

Figuur 4.2.2 laat een aantal interessante details zien. Vraag 1 (de multiple choice versie van de vragen staan uitgeschreven aan het eind van deze sectie) is de makkelijkste vraag van de toets, met een p-waarde van 0.92. Makkelijke vragen (en ook juist moeilijke vragen, maar die zijn er in deze toets niet, daar alle p-waarden boven 0.3 liggen) hebben per definitie een beperkt onderscheidend vermogen. Dat is ook duidelijk in de figuur te zien: Q2 en Q3 behalen eenzelfde score, Q1 zit daar licht boven, het grootste verschil is nog met Q4. Hetzelfde geldt voor andere 'makkelijke' vragen als vragen 7, 11 en 14: het sterkste onderscheid dat ze maken, is dat tussen het laagste kwartiel en de rest. Tegenovergestelde voorbeelden vinden we in 'relatief moeilijke' vragen als 10, 13 en 15. Daar zit het onderscheidend vermogen primair in het onderscheiden van Q1 van de overige studenten. Heel mooie vragen (zoals altijd in deze paragraaf: door de bril van de

psychometricus) zijn vragen 5, en 16-20. Deze vragen zijn maximaal onderscheidend, in de zin dat ze de scores van alle vier kwartielgroepen ver uit elkaar trekken. Eén zo'n onderscheiding heeft in de toetstheorie een speciale betekenis: het onderscheid (verschil in p-waarden) tussen Q1 en Q4, het beste kwartiel, en het slechtste kwartiel. Dat getal wordt de Discriminatie-index (D) van een item genoemd, en is opgenomen in de zesde kolom van Tabel 4.2.1. Vragen 5, 16, 17 en 19 vallen op als vragen met een hoge D-index, hetgeen volledig overeenkomt met de uitkomsten van de grafische analyse als hierboven. Als laatste bijdrage aan de betrouwbaarheidsanalyse kan naar de laatste twee kolommen van Tabel 4.2.1 worden verwezen, met de Itemtotaalcorrelaties (Rit) en Cronbach α -waarden na weglating van het betrokken item (α_{del}). Correlaties zijn steeds keurig positief, met een omvang die niet zo hoog is dat vragen 'empirische redundantie' vertonen (hetzelfde meten, dus weinig aan de andere vragen toevoegen). Cronbach α -waarden na weglating van het betrokken item zijn de facto gelijk, en komen overeen met de Cronbach α -waarde van de hele toets: een optimaal resultaat, omdat het aangeeft dat de betrouwbaarheid van de toets niet te verbeteren valt door het elimineren van een enkele, de betrouwbaarheid negatief beïnvloedende, item.

De uitkomsten van al deze deelanalyses zijn wat eentonig, omdat ze allemaal in precies dezelfde richting wijzen: de NKBW-toets scoort zeer goed in termen van psychometrische eigenschappen betreffende de betrouwbaarheid (zo goed dat ervaren toetssamenstellers slechts zelden vergelijkbare scores zullen behalen). Op zich een opmerkelijk resultaat, aangezien twee nogal verschillende versies van de toets zijn afgenomen: een open toets, en een multiple choice toets, en toetsscores zijn berekend op basis van aggregatie van beide toetstypen. In het algemeen zal variatie in toetsformaat afbreuk doen aan de betrouwbaarheidsindices, maar gegeven de nu gevonden waarden, kan daar nauwelijks sprake van zijn. Om de toets- en itemanalyse een minder eentonige afronding te geven, is als laatste stap een cluster-analyse uitgevoerd. Deze analyse vertoont, zoals eerder aangegeven, enige verwantschap met de kwartielgroepvergelijking: studenten worden onderverdeeld in een aantal subgroepen, en scores van die groepen (gemiddelde p-waarden) worden onderling vergeleken. De wijze waarop de groepen worden samengesteld, is echter geheel anders: niet op basis van eindscore, maar op basis van overeenkomst in antwoordpatronen op alle toetsvragen. Figuur 4.2.3 geeft de prestaties van studenten in de drie clusters weer, waarbij clusters ongelijke aantallen studenten omvatten: 559, 345 en 468 studenten voor de clusters 1, 2 en 3 respectievelijk. Alhoewel totaalscore geen enkele rol speelt bij de samenstelling van de clusters, is niet verbazingwekkend dat 'vergelijkbare antwoordpatronen' een clusterindeling oplevert die ook iets zegt over hoe goed de student de toetsstof beheerst. Cluster1 omvat duidelijk de beter scorende studenten, Cluster2 de minst scorende studenten, terwijl Cluster3 de bij uitstek meest interessante groep van modale studenten is.



Figuur 4.2.3: p-waarden van de drie clusters

De belangrijkste indruk die Figuur 4.2.3 oplevert, is dat het antwoordpatroon van het cluster van 'modale' studenten, Cluster3, zeer grote fluctuaties te zien geeft. Bij sommige vragen scoren de modale studenten gelijk op met de goede studenten: vragen 1, 2, 3, 11 en 17 (en in iets mindere mate vragen 7, 9, 10, 18, 19). Bij andere vragen scoren deze studenten juist gelijk op met de slechte studenten, of in een enkel geval zelfs slechter: vragen 4, 6, 10, 12, 13, 15, 16 en 20.

Toetsvragen:

- De breuk $\frac{2}{\frac{4}{15} - \frac{1}{10}}$ is gelijk aan

a. $-12\frac{1}{2}$	b. $\frac{1}{3}$	c. $3\frac{1}{3}$	⇒ d. 12
---------------------	------------------	-------------------	---------
- $(a+b)^2 - (a-b)^2$ is gelijk aan

a. $2ab$	b. $2a^2 + 2b^2$	⇒ c. $4ab$	d. $2b^2$
----------	------------------	------------	-----------
- Voor positieve a is de uitdrukking $a^{\frac{1}{2}} \cdot a^{-\frac{1}{3}} \cdot 5a^2$ te schrijven als

⇒ a. $5a^2 \cdot \sqrt[6]{a}$	b. $\frac{5a^2}{\sqrt[6]{a}}$	c. $5a^2 \cdot \sqrt[6]{a^{-5}}$	d. $25a^2 \cdot \sqrt[6]{a}$
-------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	------------------------------
- De breuk $\frac{\sqrt{2} + \sqrt{8}}{\sqrt{2} + \sqrt{18}}$ is te herleiden tot

a. $\sqrt{\frac{1}{2}}$	b. $1\frac{2}{3}$	⇒ c. $\frac{3}{4}$	d. $\frac{2}{3}$
-------------------------	-------------------	--------------------	------------------

5. $4 \cdot \ln(2) + \ln(4)$ is gelijk aan
 a. $4 \cdot \ln(8)$ b. $8 \cdot \ln(4)$ \Rightarrow c. $6 \cdot \ln(2)$ d. $4 \cdot \ln(6)$
6. De vergelijking $1 + \sqrt{x} = \frac{6}{\sqrt{x}}$ heeft
 a. geen oplossingen
 b. twee positieve oplossingen
 \Rightarrow c. één positieve oplossing
 d. de drie bovengenoemde antwoorden zijn alle niet waar
7. Voor $a > 1$ heeft de vergelijking $a^{x-2} = 27$ als oplossing
 a. $x = \sqrt[4]{29}$ b. $x = {}^a \log(29)$ c. $x = 2 + \sqrt[4]{27}$ \Rightarrow d. $x = 2 + {}^a \log(27)$
8. De ongelijkheid $(x-1)(x-2) < 0$ heeft als oplossing
 a. $x < 2$ b. $x < 1$ \Rightarrow c. $1 < x < 2$ d. $x < 1$ of $x > 2$
9. Gegeven is de functie $f(x) = x^4 - 4x^2$. De functie f heeft een extreme waarde voor
 a. alleen $x = 0$
 b. $x = 0$ en $x = 2$ en $x = -2$
 \Rightarrow c. $x = 0$ en $x = \sqrt{2}$ en $x = -\sqrt{2}$
 d. alleen $x = \sqrt{2}$ en $x = -\sqrt{2}$
10. De vergelijking $(x^2 - 14)(x + 4) = 5x(x + 4)$
 a. heeft precies één oplossing
 b. heeft precies twee oplossingen
 \Rightarrow c. heeft precies drie oplossingen
 d. heeft meer dan drie oplossingen
11. In de uitdrukking $z = \frac{3 \cdot x^2}{y^{\frac{1}{3}}}$ is $x = 4$ en $z = 24$. Voor y geldt
 a. $y = \sqrt[3]{2}$ \Rightarrow b. $y = 8$ c. $y = \frac{1}{3} \log(2)$ d. $y = 2^{-3}$
12. Gegeven is $y = \frac{2x-1}{3-x}$. Dan geldt:
 a. $x = \frac{2y-1}{3-x}$ \Rightarrow b. $x = \frac{1+3y}{y+2}$ c. $x = \frac{1-3y}{y+2}$ d. $x = \frac{1+3y}{y-2}$
13. Het bereik van de functie $f(x) = 2\cos^2(x) + 2$ is gelijk aan
 \Rightarrow a. $[2, 4]$ b. $[0, 4]$ c. $[0, 2\pi]$ d. $[0, \pi]$
14. De oplossing van de vergelijking $(x+2)^3 = 5$ is

a. $x = -2 + {}^3\log(5)$ b. $x = {}^3\log(3)$ c. $x = \sqrt[3]{3} \Rightarrow$ d. $x = -2 + \sqrt[3]{5}$

15. Voor welke waarden van x , met $0 \leq x \leq 2\pi$, geldt: $2 \sin(2x) = -\sqrt{3}$?

a. alleen voor $x = \frac{2}{3}\pi$ en $x = \frac{5}{6}\pi$

b. alleen voor $x = \frac{4}{3}\pi$ en $x = \frac{5}{3}\pi$

\Rightarrow c. voor $x = \frac{2}{3}\pi$ en $x = \frac{5}{6}\pi$ en $x = \frac{5}{3}\pi$ en $x = \frac{11}{6}\pi$

d. voor $x = \frac{1}{6}\pi$ en $x = \frac{5}{6}\pi$ en $x = \frac{7}{6}\pi$ en $x = \frac{11}{6}\pi$

16. Gegeven is de functie $f(x) = e^{x^2+6x}$. De functie is stijgend op het interval

a. $\langle -6, \rightarrow \rangle$ b. $\langle \leftarrow, 0 \rangle$ c. $\langle -6, 0 \rangle \Rightarrow$ d. $\langle -3, \rightarrow \rangle$

17. Gegeven is de functie $f(x) = \ln(2x-2)$. $f'(2)$ is gelijk aan

a. $\frac{1}{2}$ \Rightarrow b. 1 c. $\ln(2)$ d. $2\ln(2)$

18. Een primitieve van de functie $f(x) = \frac{3}{x-2}$ is:

a. $F(x) = -\frac{3}{(x-2)^2}$ b. $F(x) = 3$ c. $F(x) = \frac{1}{3} \cdot \ln|x-2|$

\Rightarrow d. $F(x) = 3 \cdot \ln|x-2|$

19. Gegeven is de functie $f(x) = (2x-1)\sqrt{2x-1}$

$f'(1)$ is gelijk aan

a. $1\frac{1}{2}$ \Rightarrow b. 3 c. 1 d. $2\frac{1}{2}$

20. Gegeven is de functie $f(x) = -0,01(x+1)^{10} + 6$. Welke bewering is waar?

a. De grafiek van f heeft geen top

b. De functie f heeft een minimale waarde 6

c. De x -coördinaat van de top is positief

\Rightarrow d. de drie bovengenoemde antwoorden zijn alle niet waar

4.2.3 NKBW VWO-B toets gebruikt als 2010 VO exittoets

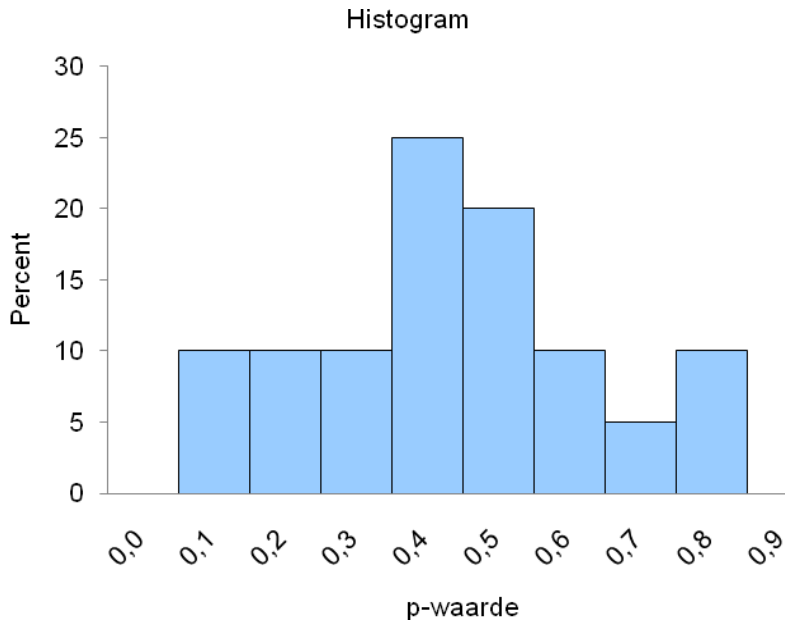
De tweede te onderzoeken toets is de NKBW VWO-B toets die in voorjaar 2010 is gebruikt als exittoets in het VO, bij de NT en NG profielen. Gegevens op itemniveau zijn beschikbaar van 862 VWO-B leerlingen afkomstig van 39 VWO scholen. De betrouwbaarheid van de toets bedraagt $\alpha = 0,80$, zoals hierboven aangegeven een

prima waarde. Tabel 4.2.2 bevat verschillende betrouwbaarheidsindicatoren op itemniveau.

Tabel 4.2.2: betrouwbaarheidsindicatoren NKBW VWO-B toets gebruikt als 2009 HO instaptoets

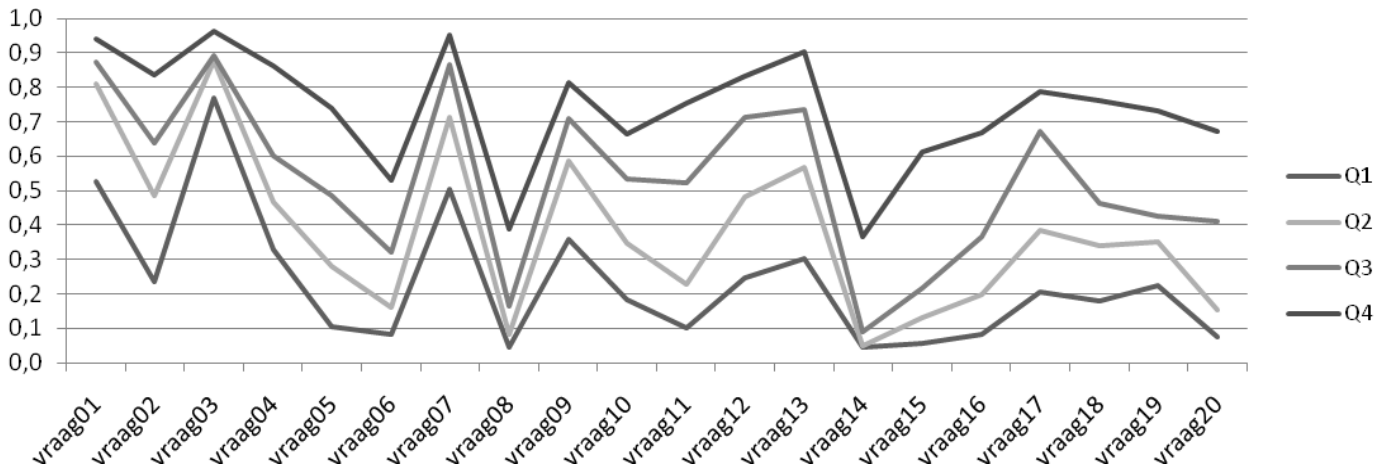
	p	Q1	Q2	Q3	Q4	D	Cl1	Cl2	Cl3	CL13	Cl32	Rit	α del
vraag01	0.79	0.53	0.81	0.87	0.94	0.42	0.91	0.62	0.85	0.05	0.24	0.37	0.80
vraag02	0.55	0.24	0.49	0.64	0.84	0.60	0.76	0.22	0.68	0.09	0.45	0.44	0.80
vraag03	0.88	0.77	0.88	0.89	0.96	0.19	0.94	0.82	0.88	0.06	0.06	0.24	0.80
vraag04	0.56	0.33	0.47	0.60	0.86	0.53	0.78	0.33	0.58	0.20	0.25	0.40	0.80
vraag05	0.40	0.10	0.28	0.49	0.74	0.63	0.72	0.13	0.38	0.34	0.25	0.55	0.79
vraag06	0.27	0.08	0.16	0.32	0.53	0.45	0.46	0.12	0.25	0.21	0.13	0.49	0.79
vraag07	0.76	0.50	0.71	0.87	0.95	0.45	0.93	0.57	0.79	0.14	0.22	0.44	0.80
vraag08	0.17	0.05	0.08	0.17	0.39	0.34	0.32	0.06	0.13	0.19	0.07	0.43	0.80
vraag09	0.62	0.36	0.59	0.71	0.81	0.45	0.73	0.41	0.72	0.01	0.31	0.37	0.80
vraag10	0.43	0.18	0.35	0.53	0.66	0.48	0.62	0.23	0.45	0.17	0.22	0.47	0.80
vraag11	0.40	0.10	0.23	0.52	0.75	0.65	0.73	0.11	0.38	0.35	0.27	0.57	0.79
vraag12	0.57	0.25	0.48	0.71	0.83	0.59	0.79	0.27	0.66	0.14	0.39	0.51	0.79
vraag13	0.63	0.30	0.57	0.74	0.90	0.60	0.86	0.31	0.73	0.12	0.43	0.49	0.79
vraag14	0.13	0.05	0.05	0.09	0.37	0.32	0.31	0.06	0.06	0.25	0.00	0.42	0.80
vraag15	0.25	0.06	0.13	0.22	0.61	0.56	0.56	0.11	0.11	0.45	0.00	0.52	0.79
vraag16	0.32	0.08	0.20	0.37	0.67	0.59	0.66	0.13	0.22	0.44	0.08	0.52	0.79
vraag17	0.51	0.20	0.38	0.67	0.79	0.58	0.78	0.25	0.52	0.26	0.26	0.52	0.79
vraag18	0.43	0.18	0.34	0.46	0.76	0.58	0.76	0.25	0.33	0.44	0.08	0.49	0.79
vraag19	0.43	0.22	0.35	0.43	0.73	0.51	0.71	0.36	0.25	0.46	-0.11	0.39	0.80
vraag20	0.32	0.08	0.15	0.41	0.67	0.59	0.65	0.09	0.25	0.40	0.16	0.57	0.79

Betrouwbaarheidsindices zijn mogelijk nog sterker dan de al opvallend goede waarden gevonden in de vorige sectie. Discriminatie-indices zijn zeer hoog, op één enkele uitzondering na: vraag 3. Snel is in te zien dat dit het gevolg is van de moeilijkheidsgraad van het item: het is de makkelijkste vraag van de toets, met een p-waarde van 0.88, en kan daardoor niet aan discriminatie bijdragen. Itemtotaalcorrelaties zijn wederom voorbeeldig, en α -betrouwbaarheden na weglating van een item zijn ook weer gelijk aan de α van de hele toets. Figuur 4.2.4 dat er een meer gelijkmatige spreiding is van de moeilijkheidsgraad dan in de vorige toets, met een iets sterkere vertegenwoordiging van moeilijker vragen.



Figuur 4.2.4: histogram van p-waarden van alle items

Een uitsplitsing in kwartielgroepen, Figuur 4.2.5, maakt duidelijk dat er twee vragen zijn waar enkel het beste kwart studenten raad mee weten, terwijl alle andere studenten in de problemen komen: Q1, Q2 en Q3 zijn de facto gelijk, enkel Q4 ligt daar ver boven, bij vragen 8 en 14.

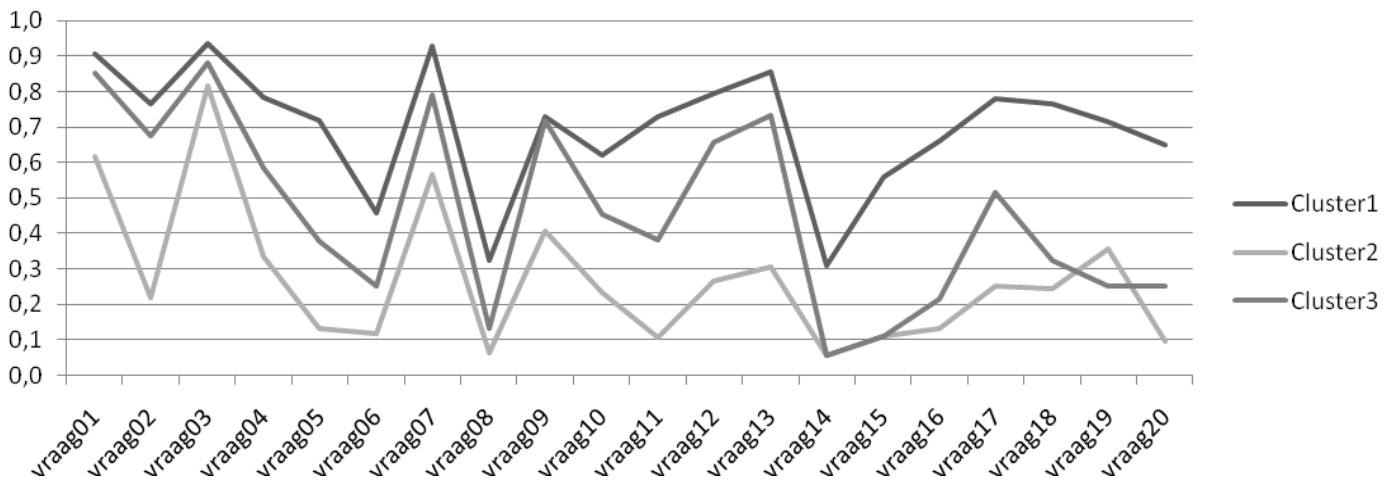


Figuur 4.2.5: p-waarden van de vier kwartielgroepen

Wederom zien we dat dit twee vragen betreft waar ofwel een oplossingsstrategie niet tot de gangbare leerstof behoort (vraag 14), ofwel de rechttoe rechtaan oplossingsstrategie de leerlingen op een dwaalspoor brengt: uitvermenigvuldigen van de drie factoren van vraag 8 levert een niet met bekende middelen op te lossen

derdegraads ongelijkheid op, terwijl enkel (een deel van) de kwartiel 4 studenten inzien dat de slimst, niet-standaard oplossingswijze gebruikt maakt van de al gegeven uitsplitsing in factoren.

Ook in de clusteranalyse, met respectievelijk 295, 300 en 267 in clusters 1, 2 en 3, vallen de vragen 8 en 14 op; zie Figuur 4.2.6. Een heel bijzondere vraag blijkt vraag 19 te zijn: daar duikt de p-waarde voor de modale Cluster3 studenten ruim onder de p-waarde van de 'slechte' Cluster2 studenten. Oorzaak is eenvoudig in te zien: de vraag is niet-standaard vraag over absolute waarden, gesteld in een meerkeuze-formaat. Cluster2 studenten hebben ogenschijnlijk geen idee hoe ze het vraagstuk moeten oplossen, maar halen dankzij het formaat nog wel de gokscore binnen, terwijl Cluster3 studenten bij gebrek aan een adequate oplossingsstrategie vaker naar het verkeerde antwoordalternatief getrokken worden. Een laatste vraag met een opvallend antwoordpatroon is vraag 9. Hier vindt precies het omgekeerde plaats: de enige manier om dit vraagstuk op te lossen, is het 'blind' toepassen van de geleerde oplossingsstrategie; inzicht verschaft hier geen enkel additioneel voordeel. Cluster1 en Cluster3 p-waarden vallen daardoor samen, en onderscheiden zich sterk van cluster2 p-waarden.



Figuur 4.2.6: p-waarden van de drie clusters

Toetsvragen:

- De breuk $\frac{\frac{1}{2} + \frac{1}{3}}{\frac{1}{4} - \frac{1}{9}}$ is te schrijven als een geheel getal. Welk getal is dat? (6)
- De uitdrukking $\frac{\sqrt{a}}{2 \cdot \sqrt[3]{a}}$ is gelijk aan:
 - $2 \cdot \sqrt[6]{a}$
 - $\frac{\sqrt[6]{a}}{2}$
 - $2 \cdot \sqrt[3]{a^2}$
 - $\frac{\sqrt[3]{a^2}}{2}$

3. Werk $(a^2 - 2b)^2$ uit tot een uitdrukking zonder haakjes. $(a^4 - 4a^2b + 4b^2)$

4. $\sqrt{1 + \frac{16}{9}}$ is gelijk aan

a. $1\frac{4}{9}$ b. $\frac{5}{9}$ c. $2\frac{1}{3}$ \Rightarrow d. $1\frac{2}{3}$

5. $^{10}\log(4) + 2 \cdot ^{10}\log(5)$ is gelijk aan een geheel getal. Welk getal is dat? (2)

6. Los op: $-1 + 2\sqrt{x} = x - 4$. (9)

7. Los op: $(x - 2)^5 = 32$. (4)

8. Los de volgende ongelijkheid op: $(x - 3)^2 \cdot (x + 1) > 0$.
 $(x > -1$ en $x \neq 3$ of: $<-1, 3> \cup <3, \rightarrow>)$

9. Bereken de coördinaten van de top van de grafiek van de functie
 $f(x) = x^4 + 4x^2 + 3$ (0,3)

10. Los op: $(x^2 - 3) \cdot (x + 2) = 2x \cdot (x + 2)$ (-2, -1, 3)

11. Gegeven is de formule $y = \frac{1}{2}e^{2x+3}$. Bepaal een waarde voor a , een waarde voor b en een waarde voor c waarmee deze formule is om te schrijven naar de vorm
 $x = a + b \cdot \ln(c \cdot y)$ $(a = -\frac{3}{2}, b = \frac{1}{2}, c = 2)$

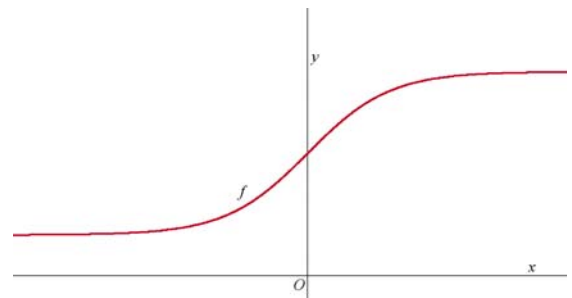
12. In de uitdrukking $z = 4 \cdot x^2 \cdot y^{-\frac{1}{2}}$ is $x = 3$ en $z = 2$. Bereken y . (324)

13. Los op: $3 \cdot ^2\log(4x - 5) = 6$ $(x = \frac{9}{4})$

14. De functie $f(x) = \frac{4 \cdot e^x}{e^x + 1} + 1$ is stijgend.

De grafiek van f is hiernaast afgebeeld.
 Bepaal het bereik van f .

$(1 < f(x) < 5)$



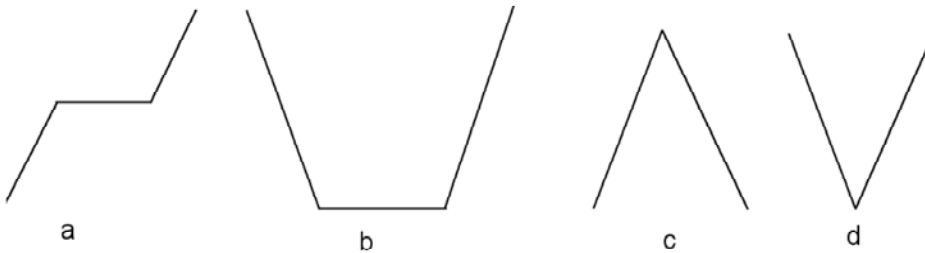
15. Bepaal het domein van de functie $f(x) = \sqrt{2x - 1} + 4 \cdot \sqrt{3 - x}$ $(\frac{1}{2} \leq x \leq 3)$

16. Bereken $\int_0^{\frac{1}{2}\pi} (\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos(2x)) dx$ ($\frac{1}{4} \pi$)

17. Bepaal een primitieve functie van $f(x) = \frac{6}{x^2} + 6x\sqrt{x}$
 ($-\frac{6}{x} + \frac{12}{5}x^2\sqrt{x}$ of $-6 \cdot x^{-1} + \frac{12}{5}x^{2\frac{1}{2}}$ of mengvormen daarvan)

18. Gegeven is de functie $f(x) = \frac{3}{(4x-1)^2}$. Bereken $f'(\frac{1}{2})$ (24)

19. Gegeven is de functie $f(x) = |x+2| + |1-x|$
 Welke van de onderstaande globale grafieken hoort bij de functie f ? (\Rightarrow b)



20. Voor welke waarden van x , met $0 \leq x \leq 2\pi$, geldt: $\cos^2(x) + \cos(x) = 0$?
($\frac{1}{2} \pi, \pi, 1\frac{1}{2} \pi$)

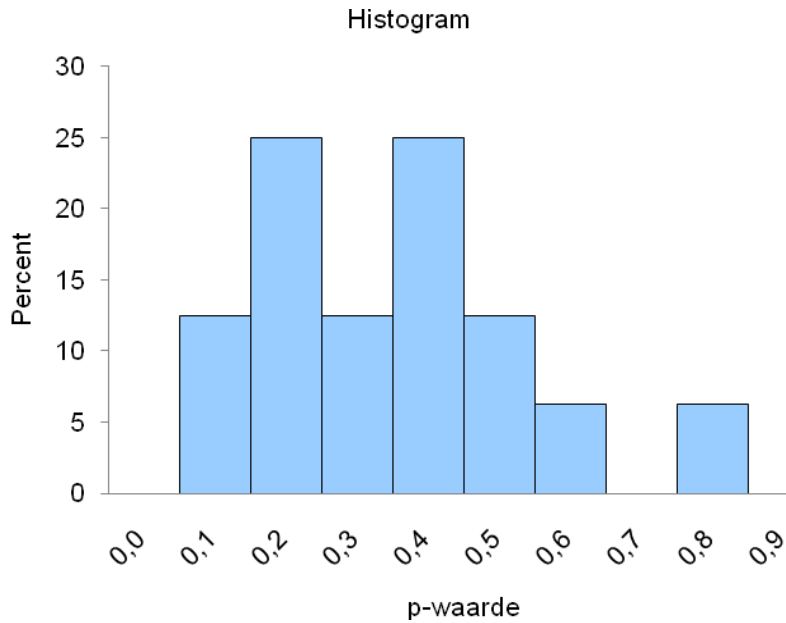
4.2.4 NKBW VWO-A toets gebruikt als 2010 VO exittoets

De derde te onderzoeken toets is de NKBW VWO-A toets die in voorjaar 2009 is gebruikt als exittoets in het VO, bij profiel E&M. Gegevens op itemniveau zijn beschikbaar van 200 VWO A leerlingen van 10 scholen. De betrouwbaarheid van de toets bedraagt $\alpha = 0,76$, zoals hierboven aangegeven een prima waarde. Tabel 4.2.3 bevat verschillende betrouwbaarheidsindicatoren op itemniveau.

Tabel 4.2.3: betrouwbaarheidsindicatoren NKBW VWO-B toets gebruikt als 2009 HO instaptoets

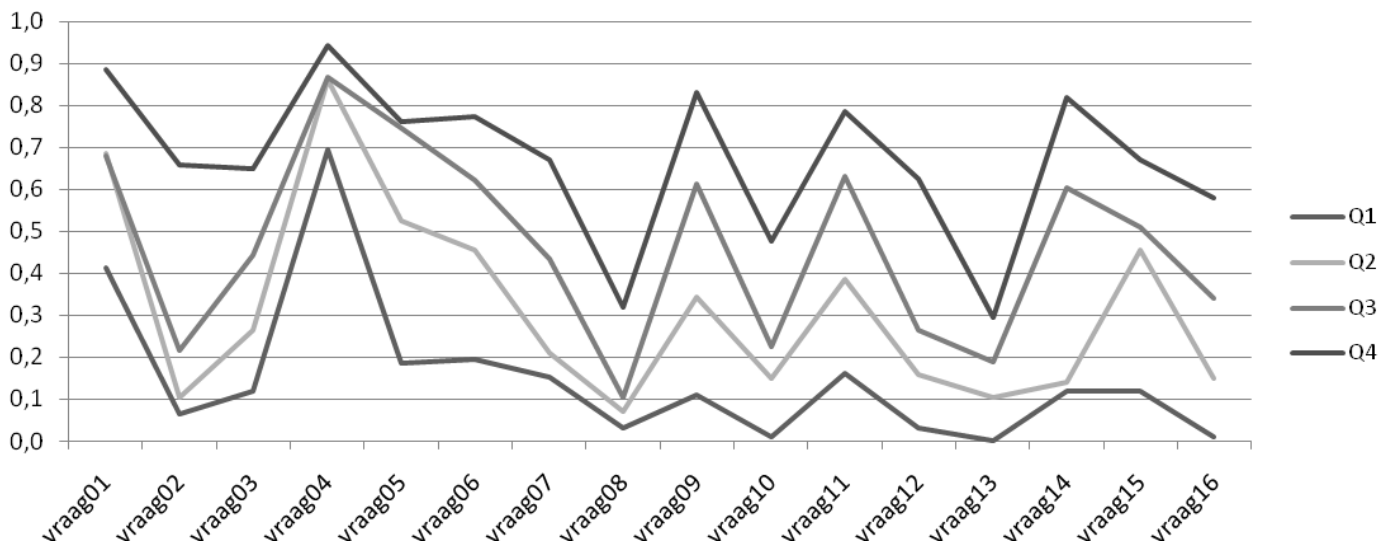
	p	Q1	Q2	Q3	Q4	D	CI1	CI2	CI3	CL13	CI32	Rit	α_{del}
vraag01	0.67	0.41	0.68	0.68	0.89	0.47	0.55	0.60	0.89	0.06	-0.28	0.35	0.77
vraag02	0.25	0.07	0.11	0.22	0.66	0.59	0.09	0.58	0.25	0.49	0.33	0.53	0.75
vraag03	0.36	0.12	0.26	0.44	0.65	0.53	0.17	0.48	0.58	0.31	-0.10	0.45	0.75
vraag04	0.84	0.70	0.86	0.87	0.94	0.25	0.78	0.87	0.92	0.09	-0.05	0.30	0.76
vraag05	0.56	0.18	0.53	0.75	0.76	0.58	0.37	0.85	0.65	0.48	0.20	0.46	0.75
vraag06	0.51	0.20	0.46	0.62	0.77	0.58	0.34	0.67	0.65	0.33	0.02	0.49	0.75
vraag07	0.36	0.15	0.21	0.43	0.67	0.52	0.19	0.66	0.40	0.47	0.26	0.51	0.75
vraag08	0.13	0.03	0.07	0.10	0.32	0.29	0.06	0.34	0.07	0.27	0.26	0.36	0.76
vraag09	0.47	0.11	0.34	0.61	0.83	0.72	0.18	0.62	0.80	0.43	-0.18	0.51	0.75
vraag10	0.21	0.01	0.15	0.23	0.48	0.47	0.08	0.42	0.26	0.33	0.16	0.50	0.75
vraag11	0.49	0.16	0.39	0.63	0.78	0.62	0.27	0.70	0.67	0.42	0.03	0.53	0.75
vraag12	0.26	0.03	0.16	0.26	0.63	0.59	0.12	0.83	0.09	0.71	0.74	0.55	0.74
vraag13	0.15	0.00	0.11	0.19	0.30	0.30	0.06	0.27	0.19	0.20	0.08	0.39	0.76
vraag14	0.41	0.12	0.14	0.60	0.82	0.70	0.12	0.92	0.49	0.80	0.43	0.60	0.74
vraag15	0.44	0.12	0.46	0.51	0.67	0.55	0.28	0.62	0.56	0.33	0.06	0.42	0.76
vraag16	0.26	0.01	0.15	0.34	0.58	0.57	0.06	0.42	0.46	0.36	-0.04	0.53	0.75

Ondanks de veel kleinere groep van deelnemende leerlingen, zijn de uitkomsten weer verrassend stabiel: hoge discriminaties, goede correlaties, geen items die een negatieve invloed op de betrouwbaarheid hebben, een aantrekkelijke variatie in moeilijkheidsgraad (zie Figuur 4.2.7).



Figuur 4.2.7: histogram van p-waarden van alle items

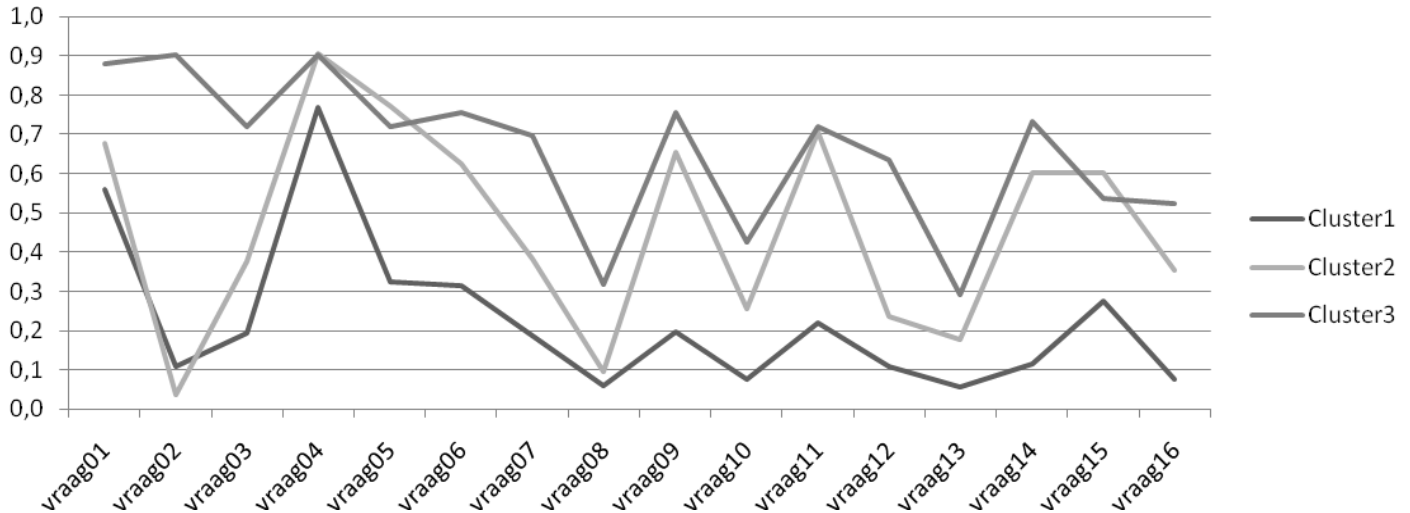
Analyse van kwartielgroepen, zie Figuur 4.2.8, wijst vragen 2 en 8 aan als vragen waar enkel het beste kwartiel mee uit de voeten kan: beide mooie voorbeelden van niet-standaard vragen.



Figuur 4.2.8: p-waarden van de vier kwartielgroepen

De uitkomsten van de clusteranalyse, zie Figuur 4.2.9, in groepen van 91, 68 en 41 studenten, levert voor dezelfde vragen 2 en 8 bijzondere signaleringen op. Omgekeerde signaleringen, waar de modale leerlingen juist de goede leerlingen evenaren, zijn er voor vragen 4, 5, 11 en 15. In het bijzonder de eerste twee van deze vragen, ook te

herkennen in de kwartielengrafiek van Figuur 4.2.8, lijken zo zeer een beroep te doen op een goed aangeleerd oplossingschema, dat geen onderscheid aangebracht kan worden tussen Clusters 2 en 3.



Figuur 4.2.9: p-waarden van de drie clusters

Toetsvragen:

- Je ziet twee uitdrukkingen. Vul in het lege vakje > (groter), < (kleiner) of = (gelijk) in.

$$\frac{40}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}} \quad \square \quad \frac{40}{\frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}} \quad (<)$$

- De uitdrukking $100 \cdot (0,5)^{-2}$ is gelijk aan een geheel getal. Welk getal is dat? (400)

- Een rechte lijn gaat door het punt $A(50,70)$ en heeft richtingscoëfficiënt (helling) $\frac{1}{3}$.

Wat is de y-coördinaat van het snijpunt van deze lijn met de y-as? $(53\frac{1}{3})$

- Herschrijf de formule $y = (2x - 3)^2$ in de vorm $y = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$

$$(y = 4x^2 - 12x + 9)$$

- Schrijf de uitdrukking $\sqrt[3]{a} \cdot \sqrt[6]{a}$ als macht van a (dus als a^{\dots}) $(a^{\frac{1}{2}})$

- Gegeven is de formule $K = 2 \cdot L^3 + a$. Druk L uit in K en a (dus in de vorm $L = \dots$)

$$(L = \sqrt[3]{\frac{K-a}{2}} \text{ of } L = \left(\frac{K-a}{2}\right)^{\frac{1}{3}})$$

7. Gegeven zijn de uitdrukkingen $G = \frac{15A}{M}$ en $M = 3 \cdot A^{2,3}$

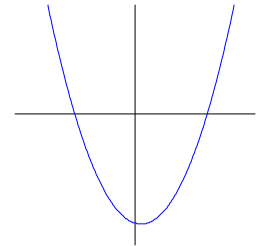
Druk G uit in A en schrijf G dan in de vorm $G = p \cdot A^q$ ($G = 5 \cdot A^{-1,3}$)

8. Gegeven is $y = {}^2 \log(4x)$. Druk x uit in y (dus schrijf in de vorm $x = \dots$) ($x = \frac{2^y}{4}$)

9. Voor welke x en welke y geldt: $\begin{cases} 4x + 3y = 17 \\ 2x + 2y = 11 \end{cases}$ ($x = \frac{1}{2}, y = 5$)

10. In de figuur hiernaast is de grafiek van $f(x) = 2 \cdot (x - 3)(x + 2,5)$ getekend.

Voor welke waarden van x geldt: $f(x) > 0$? ($x > 3$ of $x < -2,5$)



11. Bereken de waarden van x waarvoor geldt: $3 \cdot (x + 2)(x + 4) = 6 \cdot (x + 4)$

$$(x = 0, x = -4)$$

12. Differentieer de functie $f(x) = 4 \cdot (8x^2 + 3)^5$

$$(f'(x) = 320x \cdot (8x^2 + 3)^4)$$

13. Het verband tussen A en p wordt gegeven door $A = \frac{1}{p} \cdot (2p^2 + 6)$

Bereken de afgeleide $\frac{dA}{dp}$

$$\left(\frac{dA}{dp} = 2 - \frac{6}{p^2}\right)$$

14. De grafiek van $f(x) = -x^3 + 18x$ staat hiernaast afgebeeld.

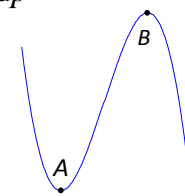
In punt A heeft f een minimum en in punt B een maximum.

Bereken de x -coördinaat van punt A en van punt B .

de x -coördinaat van punt A is:

de x -coördinaat van punt B is:

$$(x_A = -\sqrt{6}, x_B = \sqrt{6})$$



15. De grafiek van $y = (x - 3)^2 - (x + 8) \cdot x$ is een rechte lijn.

Toon dit aan door y te schrijven in de vorm $y = ax + b$.

$$(y = -14x + 9)$$

16. De grafiek van $y = \frac{300}{15 + \frac{10}{x+2}}$ is voor $x \geq 0$ hiernaast afgebeeld.

A is het snijpunt van de asymptoot met de y -as.

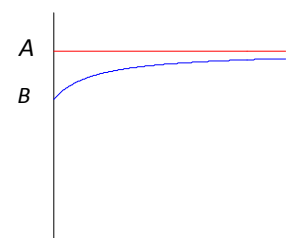
B is het snijpunt van de grafiek met de y -as.

Bereken de y -coördinaat van punt A en van punt B .

De y -coördinaat van A is:

De y -coördinaat van B is:

$$(y_A = 20, y_B = 15)$$



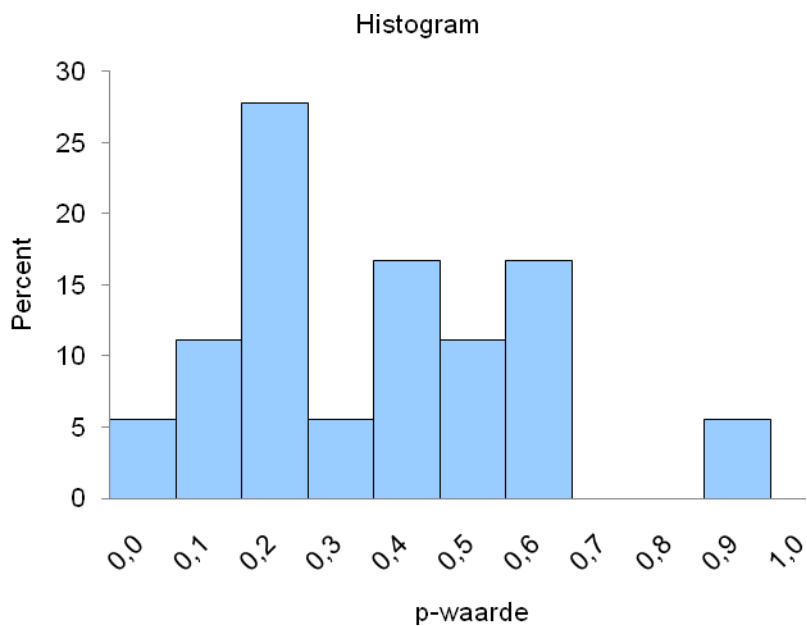
4.2.5 NKBW HAVO-B toets gebruikt als 2010 VO exittoets

De vierde te onderzoeken toets is de NKBW HAVO-B toets die in voorjaar 2010 is gebruikt als exittoets in het VO, bij NT en NG profielen. Gegevens op itemniveau zijn beschikbaar van 279 studenten uit 11 scholen. De betrouwbaarheid van de toets bedraagt $\alpha = 0,73$, zoals hierboven aangegeven een prima waarde. Tabel 4.2.4 bevat verschillende betrouwbaarheidsindicatoren op itemniveau.

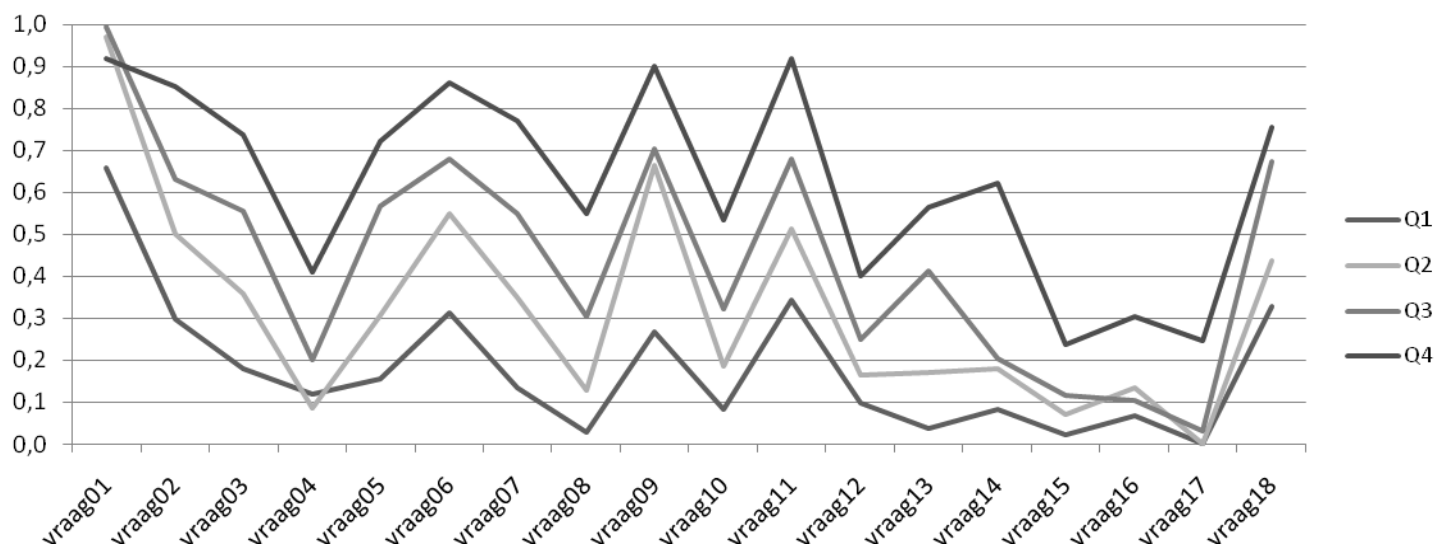
Tabel 4.2.4: betrouwbaarheidsindicatoren NKBW VWO-B toets gebruikt als 2009 HO instaptoets

	p	Q1	Q2	Q3	Q4	D	CI1	CI2	CI3	CL13	CI32	Rit	α_{del}
vraag01	0.89	0.66	0.97	0.99	0.92	0.26	0.75	0.93	1.00	0.18	-0.07	0.32	0.72
vraag02	0.57	0.30	0.50	0.63	0.85	0.55	0.24	0.73	0.76	0.50	-0.03	0.43	0.72
vraag03	0.46	0.18	0.36	0.56	0.74	0.56	0.35	0.82	0.25	0.47	0.57	0.40	0.72
vraag04	0.20	0.12	0.09	0.20	0.41	0.29	0.17	0.36	0.09	0.19	0.28	0.30	0.73
vraag05	0.44	0.16	0.31	0.57	0.72	0.56	0.30	0.75	0.30	0.45	0.45	0.48	0.71
vraag06	0.60	0.31	0.55	0.68	0.86	0.55	0.32	0.77	0.74	0.45	0.03	0.45	0.71
vraag07	0.45	0.13	0.35	0.55	0.77	0.64	0.18	0.64	0.55	0.47	0.09	0.52	0.70
vraag08	0.25	0.03	0.13	0.30	0.55	0.52	0.08	0.53	0.17	0.45	0.36	0.49	0.71
vraag09	0.63	0.27	0.66	0.70	0.90	0.63	0.34	0.84	0.76	0.51	0.09	0.47	0.71
vraag10	0.28	0.08	0.19	0.32	0.53	0.45	0.09	0.39	0.38	0.29	0.01	0.41	0.71
vraag11	0.61	0.34	0.51	0.68	0.92	0.57	0.43	0.90	0.55	0.48	0.36	0.46	0.71
vraag12	0.22	0.10	0.16	0.25	0.40	0.30	0.14	0.35	0.21	0.21	0.14	0.38	0.72
vraag13	0.30	0.04	0.17	0.41	0.57	0.53	0.06	0.57	0.30	0.51	0.27	0.54	0.70
vraag14	0.26	0.08	0.18	0.20	0.62	0.54	0.15	0.49	0.17	0.35	0.32	0.48	0.71
vraag15	0.11	0.02	0.07	0.12	0.24	0.22	0.04	0.17	0.13	0.13	0.03	0.31	0.72
vraag16	0.15	0.07	0.14	0.10	0.30	0.24	0.13	0.24	0.09	0.11	0.15	0.30	0.72
vraag17	0.06	0.00	0.00	0.03	0.25	0.25	0.00	0.18	0.02	0.18	0.16	0.47	0.71
vraag18	0.55	0.33	0.44	0.67	0.75	0.43	0.37	0.77	0.55	0.39	0.21	0.40	0.72

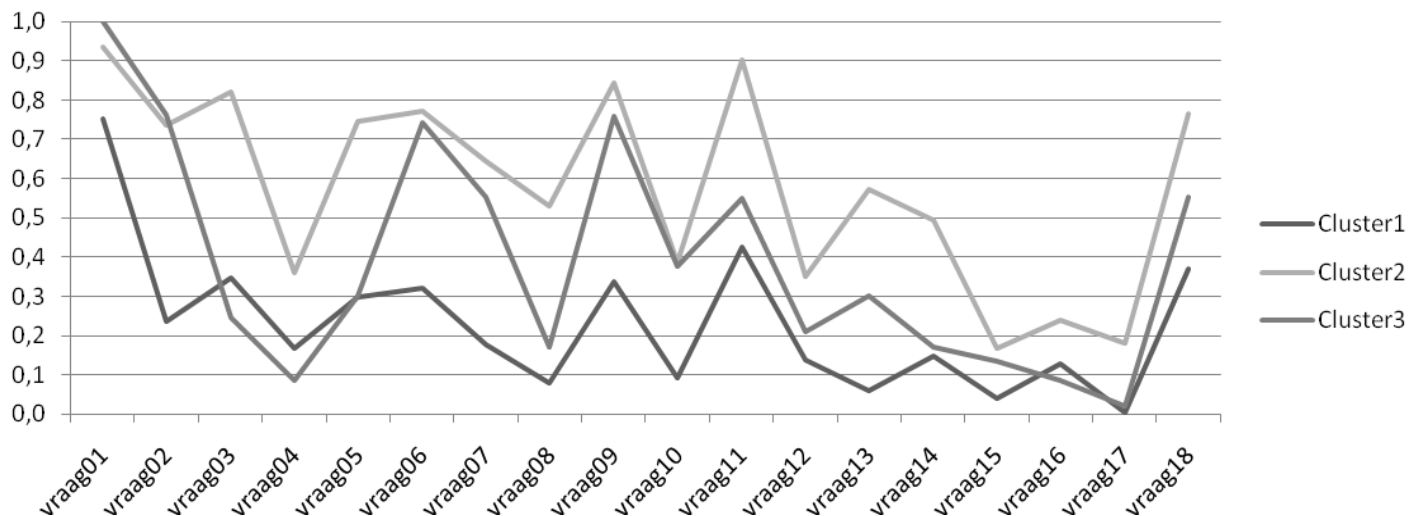
Ook nu weer hebben alle indices nagenoeg ideaal-waarden. Opvallende scores zijn er voor vraag 1 (zeer makkelijk) en vraag 17 (zeer moeilijk). Vraag 1 is zo makkelijk dat hij het beste kwartiel van studenten zelfs in verlegenheid brengt ('waar is dat addertje onder het gras?'). De clusteranalyse onderscheidt groepen van 95, 43 en 62 studenten.



Figuur 4.2.10: histogram van p-waarden van alle items



Figuur 4.2.11: p-waarden van de vier kwartielgroepen



Figuur 4.2.12: p-waarden van de drie clusters

Toetsvragen:

1. Schrijf $\frac{7}{4} - \frac{4}{7}$ als één breuk. ($\frac{33}{28}$)

2. De uitdrukking $(a^{-2} \cdot b^3)^2 \cdot (2a^2 \cdot b^{-1})^3$ is gelijk aan:
 a. $2a^2b^3$ b. $8a^{12}b^8$ c. $8a^2b^3$ d. $2a^{12}b^8$ (\Rightarrow c)

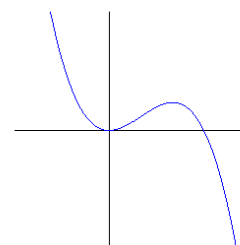
3. $\sqrt{24} + \sqrt{96}$ is te schrijven als
 a. $2\sqrt{30}$ b. $6\sqrt{6}$ c. $20\sqrt{6}$ d. 48 (\Rightarrow b)

4. ${}^4\log(8)$ is gelijk aan:
 a. 1 b. $1\frac{1}{2}$ c. 2 d. $2\frac{1}{2}$ (\Rightarrow b)

5. Los op: $4 \cdot 3^x = 20$ ($x = {}^3\log(5)$)

6. Geef een vergelijking van de rechte lijn die door de punten $A(-1,11)$ en $B(4,1)$ gaat.
($y = -2x + 9$)

7. Hiernaast is de grafiek van de functie $f(x) = -x^3 + 2x^2$ getekend. Bereken de waarden van x waarvoor de functie een extreme waarde (maximum of minimum) heeft.
($x = 0, x = \frac{4}{3}$)



8. Gegeven is $y = 4 \cdot {}^3\log(x)$. Druk x uit in y (dus maak een formule $x = \dots$) ()
 $(x = 3^{y/4})$

9. Los op: $\frac{2x-5}{3x-13} = \frac{5}{2}$ $(x = 5)$

10. Gegeven is de functie $f(x) = (3x-5)^{-4}$. Bereken de afgeleide $f'(2)$ ($f'(2) = -12$)

11. Los op: $x \cdot (2x+1) = x^2 - x$ $(x = 0, x = -2)$

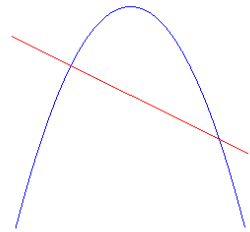
12. Los op: $(2x+1)^2 = 25$ $(x = 2, x = -3)$

13. Gegeven zijn de functies $f(x) = -x^2 + 4x + 5$
 en $g(x) = -x + 5$.

De grafieken van de functies zijn hiernaast getekend.

Voor welke waarden van x geldt: $f(x) \leq g(x)$?

$(x \geq 5 \text{ of } x \leq 0)$



14. In de uitdrukking $z = \frac{5 \cdot x^3}{\sqrt{y}}$ is $x = 3$ en $z = 81$. Bereken y .

$(y = \frac{25}{9})$

15. Bepaal het bereik van de functie $f(x) = 2 - 3 \cdot \sin(x)$ $(-1 \leq f(x) \leq 5)$

16. Los op: $x = \frac{6}{x} - 1$ $(x = 2, x = -3)$

17. Voor welke waarden van x , met $0 \leq x \leq 2\pi$, geldt: $2 \cdot \sin(x) + 1 = 0$?

$(x = \frac{7}{6}\pi, x = \frac{11}{6}\pi)$

18. In de uitdrukking $t^2 - 4t + 7$ wordt t vervangen door $x + 2$. Schrijf de uitdrukking

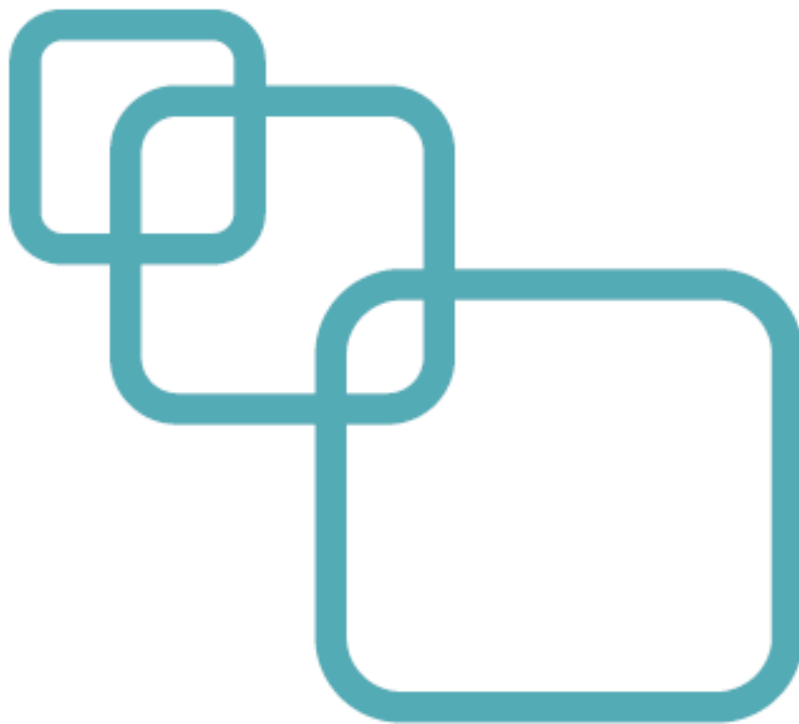
die daardoor ontstaat in de vorm $a \cdot x^2 + b \cdot x + c$

$(x^2 + 3)$

5

Onderzoek status wiskunde aansluiting

Wolter Kaper / Dirk Tempelaar



5 – Onderzoek status wiskunde aansluiting

5.1 IOWO enquête ‘Tevredenheid aansluiting schoolvakken’

Dirk Tempelaar

Het IOWO enquêteert jaarlijks eerstejaars studenten uit hbo en wo. Daarbij wordt onder andere gevraagd naar de geschiktheid van hun vooropleiding als voorbereiding voor hun huidige studie. Hierbij wordt apart gevraagd naar de tevredenheid over de diverse vakken, waaronder wiskunde. Respondenten kunnen kiezen uit de antwoordmogelijkheden ‘tevreden’, ‘ontevreden’ en ‘niet relevant voor mijn studie’. Analyses van IOWO richten zich steeds op het percentage studenten die ontevreden zijn over de aansluiting van de afzonderlijke vwo-vakken met het eerste jaar op de universiteit; we zullen dat gebruik hier volgen. Beschouwing van deze ontevredenheidsdata maakt duidelijk dat van de elf vwo-vakken, er maar twee een echte kandidaat zijn om als knelpunt in de aansluiting beschouwd te worden: de vakken wiskunde en Engels. Percentages van ontevredenheid die voor die vakken worden waargenomen in sectoren die voor ons project van belang zijn, bedragen steeds in de tientallen, terwijl ontevredenheid voor andere vakken bijna altijd minder dan 10% bedraagt. Om die reden zullen we Tabel 5.1.1, en de daarvan afgeleide Figuur 5.1.1, welke percentages studenten bevatten die ontevreden zijn over de aansluiting van de afzonderlijke vwo-vakken met het eerste jaar op de universiteit, beperken tot twee sectoren: Techniek en Economie, en twee vakken: wiskunde en Engels.

Tabel 5.1.1: percentages studenten in sectoren techniek en Economie die ontevreden zijn over de aansluiting van de vwo-vakken wiskunde en Engels

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Wiskunde: Techniek	39	52	45	36	31	27
Wiskunde: Economie	32	45	43	40	38	39
Engels: Techniek	16	15	16	18	16	16
Engels: Economie	28	24	30	33	27	27

In haar beoordeling van deze cijfers schrijft IOWO:

Net als in voorgaande jaren behoort wiskunde samen met Engels tot de vakken waar veel studenten ontevreden over zijn. Het aantal studenten dat ontevreden is

over de aansluiting van wiskunde is in 2009-2010 op het oog wel afgenomen ten opzichte van vorig jaar, maar de daling is niet significant. Vergeleken met de cijfers van voorgaande jaren (2005: 23%, 2006: 21%), kunnen we over de afgelopen vijf jaar wel spreken van een dalende trend. Over vijf jaar is de ontevredenheid gestaag van 23% naar 17% afgenomen. Omdat de daling dit jaar echter vrij klein en niet significant is, zou er sprake kunnen zijn van een stabilisatie. Volgende metingen zouden kunnen uitwijzen of de positieve ontwikkeling toch nog doorzet, maar wellicht met kleinere stappen.

Alleen de ontevredenheid over de aansluiting van het vak economie is in 2009-2010 significant afgenomen ten opzichte van het jaar ervoor.

De mate van ontevredenheid hangt sterk samen met de HOOP-sector waarin de student een studie volgt. Het meest ontevreden over de aansluiting met het vak wiskunde is men in de sectoren Economie, Techniek, Natuur en Gedrag & Maatschappij. Dit zijn tevens de sectoren waar het vak wiskunde het meest relevant is voor de opleiding. In de sectoren Techniek, Natuur en Gedrag & Maatschappij is de ontevredenheid over de aansluiting van wiskunde dit jaar gedaald. In de laatstgenoemde sector is de daling dit jaar zelfs ook significant. In de sector Economie zijn de meeste studenten ontevreden over de aansluiting van wiskunde. De mate van ontevredenheid lijkt in deze sector vrij stabiel.

Conclusie

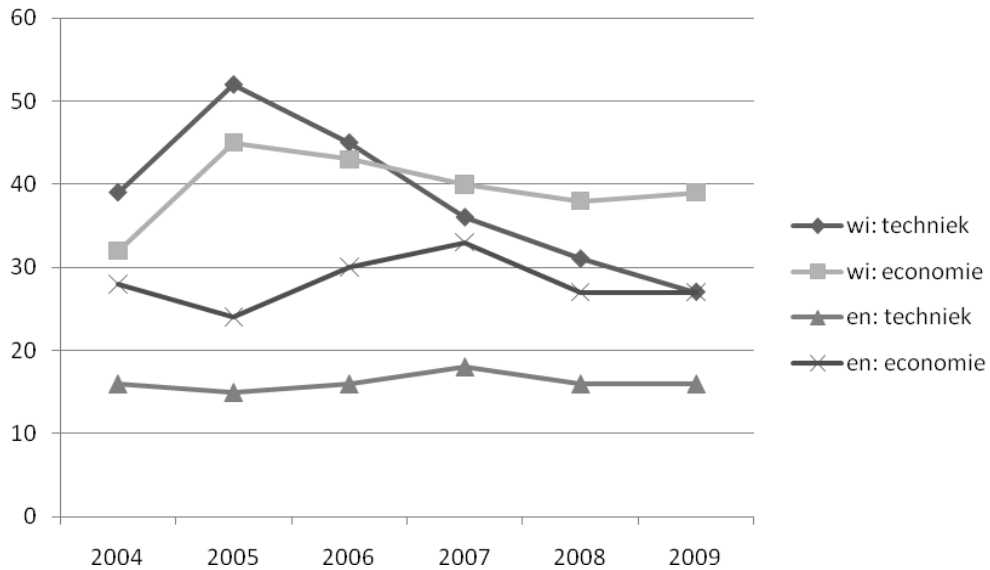
De verbetering van de aansluiting van wiskunde lijkt zich op landelijk niveau gestaag voort te zetten. De ontevredenheid is dit jaar echter slechts licht afgenomen, wat ook zou kunnen duiden op een stabilisatie. Op sectorniveau is er nog steeds een duidelijk positieve ontwikkeling te zien bij drie van de vier sectoren waarin wiskunde het meest relevant is voor de opleiding, te weten Techniek, Natuur en Gedrag & Maatschappij. In de sector Economie blijft de mate van ontevredenheid stabiel.

De door het IOWO geconstateerde gunstige trendontwikkeling is het makkelijkst in beeld te brengen met een lijnfiguur; Figuur 5.1.1 laat die bedoelde trend zien. En alhoewel de richting van de trend onmiskenbaar is, lijkt een relativering van mogelijk al te optimistische conclusies op z'n plaats:

- Ook in het meest recente peiljaar is de omvang van de ontevredenheid over wiskunde-aansluiting fors groter dan ontevredenheid in de overige 10 vakken.
- Door de timing van de IOWO enquête worden allerlei projecten ter verbetering van de aansluiting, zoals bijvoorbeeld alle projecten uitgevoerd in het kader van de NKBW1 en NKBW2 projecten, meegenomen in de enquêteresultaten. Dat maakt het lastig te beoordelen in welke mate dalende ontevredenheid werkelijk een gevolg is van een vermindering van de kloof tussen vo en ho, dan wel (mede) het gevolg is van het succes, en de toenemende omvang, van specifieke aansluitprojecten.
- Het dichten van een kloof kan vanuit verschillende richtingen plaatsvinden. Indien dalende ontevredenheid inderdaad een vermindering van aansluitproblematiek representeert, is de onmiddellijk daarop volgende vraag: komt de aanpassing

primair door een stijging van het ingangsniveau van de studenten, of door een betere accommodatie van tekortschietende beheersing door de instellingen van ho?

Relativeringen als de tweede en derde hierboven benoemd kunnen enkel door een analyse van het ingangsniveau van studenten worden verhelderd; in Hoofdstuk 4 is dat gebeurd aan de hand van een analyse van uitkomsten van instaptoetsen aan een instelling van ho.



Figuur 5.1.1: percentages studenten in sectoren techniek en Economie die ontevreden zijn over de aansluiting van de vwo-vakken wiskunde en Engels

5.2 Indicatoren van het effect van het project NKBW2 op de aansluiting wiskunde VO-HO

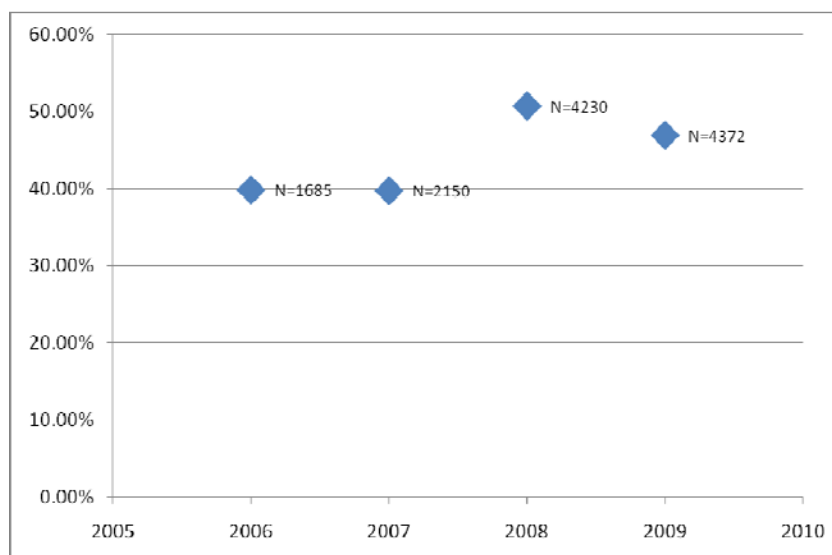
Wolter Kaper, Leendert van Gastel

In deze bijdrage wordt nagegaan in hoeverre de effect-indicatoren zoals die benoemd zijn bij de start van het NKBW2 project uitkomen op de gewenste streefwaarde. Het gaat hierbij om de volgende indicatoren.

1. 10% vermindering over de tweejarige projectperiode van uitval en vertraging bij het 1ste wiskundevak.
2. 70% van studenten die 1^{ste} jaar halen heeft geen groot probleem t.a.v. algebraïsche vaardigheden.
3. Van studenten, docenten, managers is 70 % is tevreden over het aansluitonderwijs.
4. 70% van VO en HO docenten staat achter de ijктоetsen als eindpunt VO en startpunt HO; instemming van Nederlandse Vereniging van Wiskunde Leraren en Koninklijk Wiskundig Genootschap; instemming van WisBase-docentennetwerk
5. In twintig VO-scholen en 18 HO-aansluitonderwijsprojecten worden deze toetsen ook als zodanig gebruikt;
6. Enquete onder VO-docenten, HO-docenten, managers en beleidsmakers over het belang van de monitoring: streefdoel 70% vindt het zinvolle informatie.

Indicator 1

Er wordt een verbetering van 10% beoogd in het rendement van het eerste reguliere wiskundetentamen over de twee jaren van de projectperiode van NKBW 2.



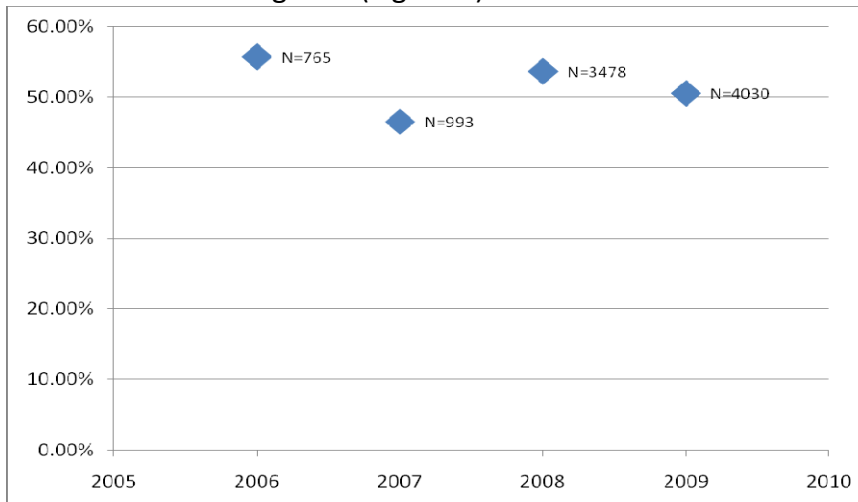
Figuur 1: rendement van het eerste reguliere wiskundevak, getotaliseerd over alle deelprojecten (N= de totale groepsgrootte van het cohort waarover het rendement is berekend)

Het is een open vraag op welke tijdschaal een rendementsverbetering in een landelijk project zoals dit bereikt kan worden. NKBW is een project dat in twee afleveringen zijn werk heeft gedaan, gespreid over een periode van totaal vier jaar. Tijdens de projectperiode van NKBW 2 zijn er een aantal nieuwe partners bij gekomen. Het is de vraag of zij hun winst al direct in de projectperiode kunnen oogsten. Ook valt te bezien of de deelprojecten die eerder startten nu nog een sprong van 10% kunnen maken, aangezien zij wellicht hun rendement al eerder verbeterden. We bekijken daarom het verloop over de volle vier jaar.

Het rendement van het eerste reguliere wiskunde vak, getotaliseerd over alle NKBW deelprojecten is weergegeven in Figuur 1 voor de jaren 2006, 2007 (NKBW 1), 2008 en 2009 (NKBW 2). De genoemde jaren zijn de startjaren van de beschouwde cohorten van studenten.

De veranderingen in de cohortgrootte tussen de diverse jaren worden enerzijds veroorzaakt door de uitbreiding van het aantal projectpartners tussen 2007 en 2008, anderzijds ook wisselvalligheden in het opleveren van gegevens (vooral tijdens NKBW 1) en in de toestroom van studenten. Er is te zien dat tijdens NKBW 1 (gaande van 2006 naar 2007) het rendement van het 1^e wiskundevak constant is geweest. In 2008 en 2009, voor de grotere studentgroepen die dan bekeken worden, is het rendement wel beter dan in de eerdere jaren: tussen 2007 en 2008 is een sprong van iets meer dan 10% te zien. Gedurende de looptijd van NKBW 2 is er nog geen verdere verbetering te zien.

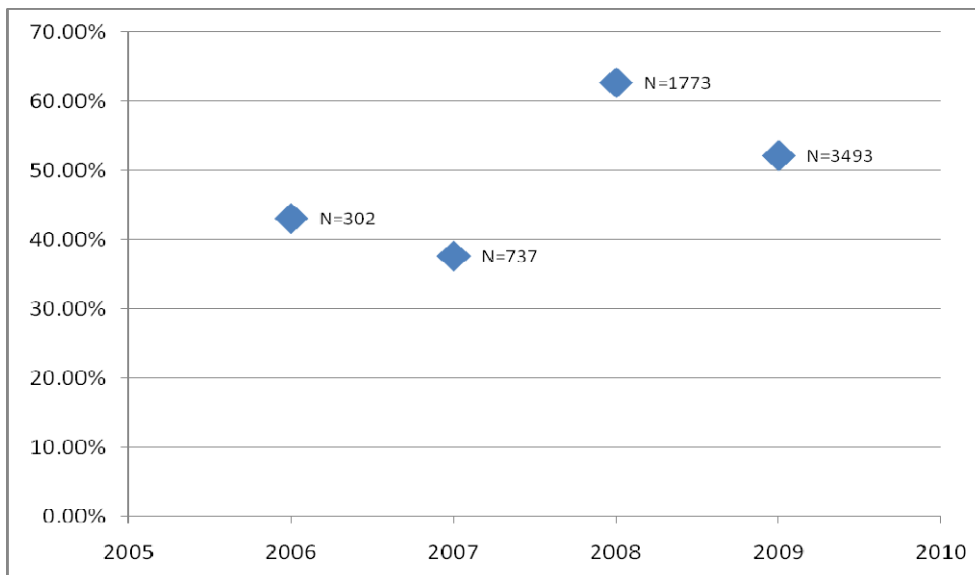
In bovenstaande Figuur 1 zijn alleen studenten met vrijstellingen buiten beschouwing gelaten, en een enkele opleiding die geen tentamencijfers opleverde. Er is geprobeerd een mogelijk zuiverder beeld te krijgen door "no show" studenten weg te filteren. Als criterium voor "no show" is GPA=0 geprobeerd. Dit leverde echter een meer oscillerend beeld, en we concluderen dan ook dat het criterium meer ruis introduceert dan weghaalt (Figuur 2).



Figuur 2: rendement 1e wiskundevak, beperkt tot kandidaten met GPA>0 (en tot opleidingen die een GPA opleverden)

De reductie van de beschouwde cohortgrootten ontstaat niet alleen doordat no-show studenten zijn weggelaten, maar ook doordat GPA-gegevens niet voor alle betrokken opleidingen beschikbaar waren.

Een tweede optie om no-show studenten uit te filteren is te checken op deelname aan entreetoets (of exittoets) van het aansluittraject. Ook daarbij verliezen we behalve no show studenten een paar deelprojecten, vooral in 2006 en 2007. Het resultaat is weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3: rendement 1e wiskundevak, beperkt tot studenten die deelnamen aan de wiskunde entreetoets of exittoets van het aansluittraject.

Figuur 3 bevestigt wel het beeld, uit Figuur 1, dat het rendement in het tweede paar jaren hoger lag dan in het eerdere paar.

Figuur 1 is tenslotte toch de figuur waarop we ons baseren. Deze figuur toont een stijgende trend, met een helling van 9% over twee jaar. Dat is bijna gelijk aan de beloofde 10% over de twee jaar van NKBW 2. Echter vond de voornaamste sprong niet plaats tijdens NKBW 2, maar na afloop van NKBW 1, dus tussen beide projecten in.

Het is interessant om per deelproject na te gaan hoe het rendement van het eerste wiskundevak zich ontwikkelde. De TU Delft en de Universiteit Maastricht bepalen door hun grote aantallen het beeld dat we zien in Figuur 1 (vergelijk **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** en **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** in Bijlage 1). Beide grote deelprojecten hebben een sprong omhoog tussen 2007 en 2008, maar bij Delft is deze sprong niet blijvend. Constant opgaande lijnen zijn te vinden bij: Groningen, Maastricht,

en de Vrije Universiteit (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden., Fout! Verwijzingsbron niet gevonden., Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

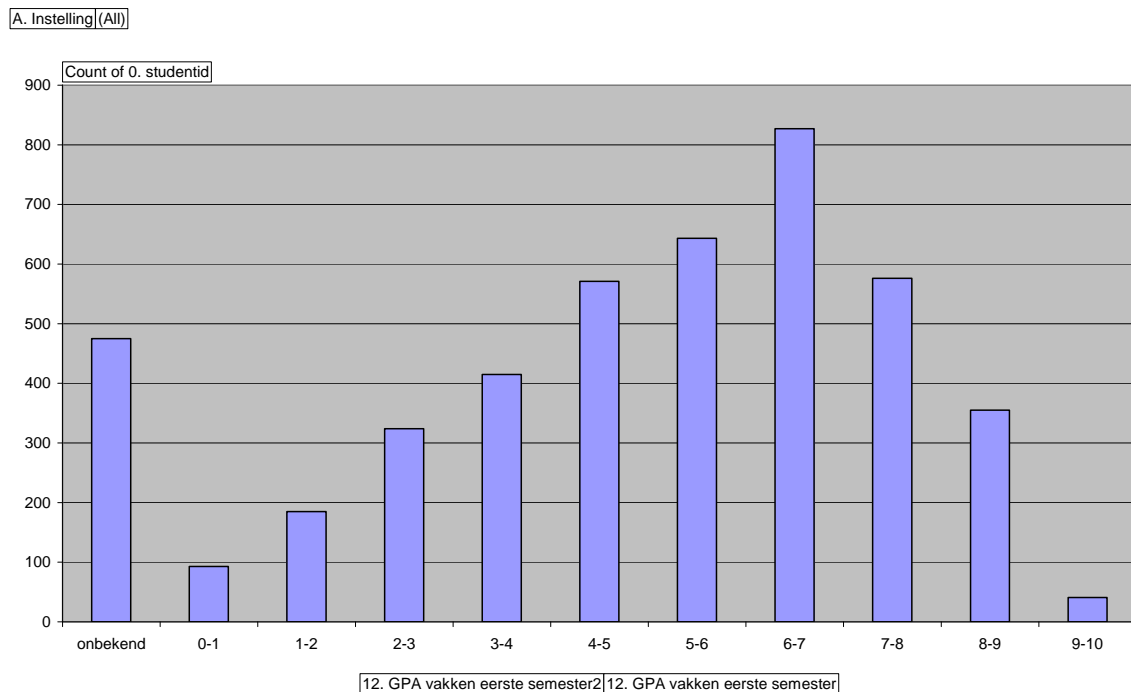
Projecten met een fluctuerende trend zijn: Fontys, en Exacte wetenschappen van de Universiteit van Amsterdam (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden., Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). Er zijn geen deelprojecten met constant neergaande trend over drie of meer jaren. Voor deelprojecten waar slechts over twee jaren gegevens bekend zijn, zien we even vaak een neergang als een opgang. Blijkbaar is twee jaar te kort om een trend naar te zetten.

Indicator 2

70% van de studenten die het 1^e jaar halen heeft geen groot probleem t.a.v. algebraïsche vaardigheden.

Dit criterium wordt nagegaan met gegevens uit het laatste academische jaar: 2009-2010 dat binnen de projectperiode valt. Van dit jaar hebben we de gegevens van het eerste semester compleet, maar niet van het volledige jaar. "Het eerste jaar halen" interpreteren we dan ook als "het eerste semester halen". Als criterium gebruiken we het GPA, het gewogen gemiddelde van behaalde cijfers. Voor verplichte vakken waar niet aan het tentamen werd deelgenomen is een 0 gerekend.

De GPA waarden van studenten van deelnemende opleidingen is verdeeld zoals weergegeven in Figuur 4.

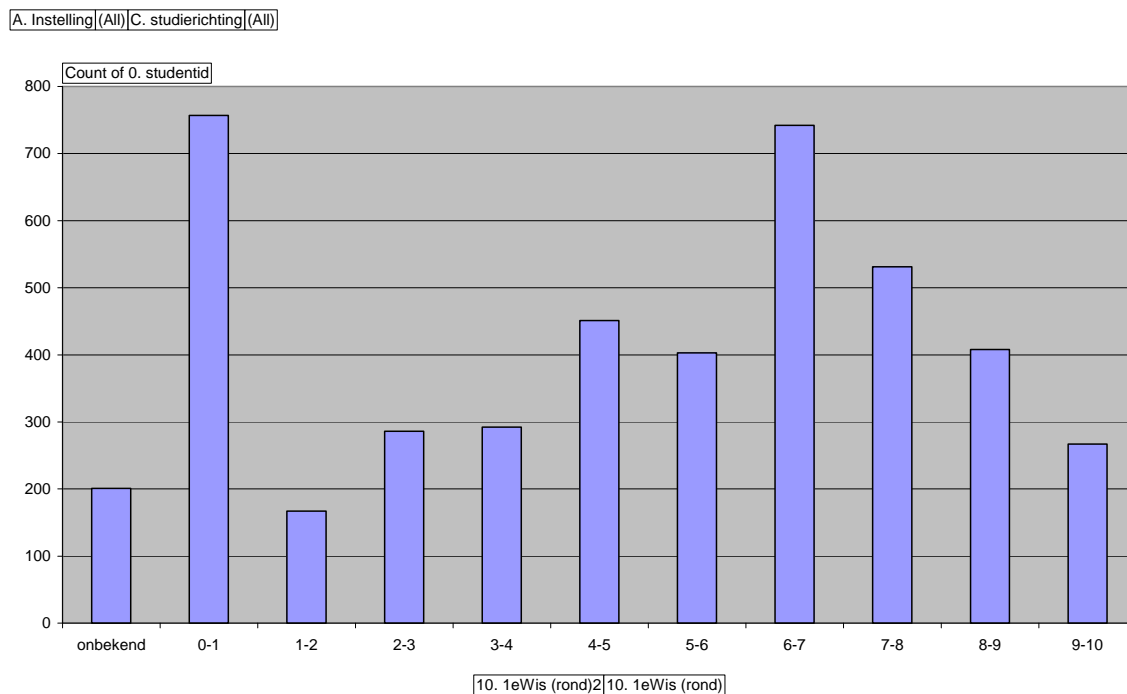


Figuur 4: verdeling van GPA-waarden (N=4505)

55% van de studenten staat een 6 of hoger
73% van de studenten staat een 5 of hoger

Onbekend betekent in de meeste gevallen dat nul uitslagen zijn verzameld. No show studenten vallen in deze categorie. Alle opleidingen op één na hebben GPA gegevens opgeleverd.

De uitslagen voor het eerste reguliere wiskundevak waren verdeeld zoals weergegeven in Figuur 5.



Figuur 5: verdeling van cijfers voor het eerste reguliere wiskundevak (N=4505)

Van 5% is het cijfer niet bekend, omdat een enkele opleiding dit niet op tijd kon opleveren, 52 % heeft een onvoldoende, 43 % heeft een voldoende.

Tussen de onvoldoendes zitten veel nullen: zo een nul houdt in dat niet aan het tentamen is deelgenomen, dan wel dat er inderdaad een nul is gescoord. Onder andere de "no show" studenten zitten in deze categorie.

Nu bekijken we de combinatie van beide gegevens: GPA en tentamenuitslag eerste wiskundevak (zie Tabel 1):

Tabel 1: geslaagd / gezakt voor 1e reguliere wiskunde vak, uitgesplitst naar GPA voor het eerste semester.

1e wiskunde vak: GPA:	onbekend	onvoldoende	voldoende	totaal	voldoende cumulatief	bekend cumulatief	%-totaal	%-gehaald
onbekend	139	321	15	475	-	-	-	-
9-10	0	5	37	42	37	42	1.1	88.1
8-9	0	35	323	358	360	400	10.1	90.0
7-8	3	46	530	579	890	976	24.6	91.2
6-7	17	235	574	826	1464	1785	45.0	82.0
5-6	24	337	279	640	1743	2401	60.5	72.6
4-5	11	398	159	568	1902	2958	74.5	64.3
3-4	5	331	79	415	1981	3368	84.9	58.8
2-3	2	273	50	325	2031	3691	93.0	55.0
1-2	0	168	16	184	2047	3875	97.7	52.8
0-1	0	91	2	93	2049	3968	100.0	51.6
Totaal	201	2240	2064	4505	-	-	-	-

Allereerst worden 475 studenten buiten beschouwing gelaten om van hen geen GPA bekend is.

Ook worden de 201 studenten buiten beschouwing gelaten voor wie we geen 1^e wiskunde cijfer kennen. Hiertoe behoren o.a. vrijstellingen. Over blijven 3968 van de in totaal 4505 studenten in onze database.

De tabel laat zien dat van deze 3968 studenten er 1.1% een 9 of hoger had als GPA, 10.1 had een 8 of hoger, enzovoorts. Totaal 45.0% had een 6 of hoger als GPA, dus een voldoende GPA. Wanneer we deze groep nemen als de groep die "het eerste semester gehaald heeft", dan zien we dat van deze groep 82% het eerste wiskunde tentamen heeft gehaald, ruim boven de 70%.

Echter, deze groep "met een voldoende GPA" is wat klein, slechts 45% van de studenten. Misschien willen we het criterium wat verlagen. Nemen we een 5 of hoger als "geslaagd voor het eerste semester", dan is 72.6% van deze groep geslaagd voor het eerste wiskunde tentamen. Dat is nog juist boven de beloofde 70%. Deze groep omvat 60.5% van de studenten en is dus misschien een meer realistische schatting van de groep die we binnen boord proberen te houden.

Indicator 3

Van studenten, docenten, managers is 70% tevreden over het aansluitonderwijs

We controleren dit criterium voor het laatste studiejaar in het NKBW 2 project, studiejaar 2009-2010. We onderzoeken drie deelaspecten van tevredenheid over het aansluitonderwijs:

- 1) Vinden studenten dat er een hiaat is in hun wiskunde kennis en vaardigheid, en zo ja, vinden zij dat dit hiaat door het aansluitonderwijs is opgelost?
- 2) Vinden studenten de aansluitcursus nuttig?
- 3) Vinden studenten de aansluitcursus van goede kwaliteit?

Er zijn twee verschillende enquêtes georganiseerd: een enquête direct na afloop van het aansluitonderwijs, waarin studenten gevraagd werd de mate van instemming aan te geven met een aantal stellingen, onder andere:

- "Ik heb veel aan deze cursus gehad".

Ook werd gevraagd:

- "Geef een rapportcijfer voor de kwaliteit van deze cursus (1 = zeer slecht - 10 = uitmuntend)"

We gebruiken deze twee enquêtevragen om de evaluatievragen 2 respectievelijk 3 te beantwoorden. Resultaten zijn weergegeven in 2.

Een tweede enquête werd georganiseerd aan het eind van semester 1. Hier werden onder andere de volgende drie vragen voorgelegd, die wij gebruiken voor het beantwoorden van evaluatievraag 1:

- "De wiskunde voorkennis die nodig is bij het begin van mijn bachelor-studie bezat ik na afloop van mijn middelbare school."
- "De wiskunde voorkennis die nodig is bij het begin van mijn bachelor-studie bezat ik na doorlopen van het aansluittraject."
- "Het wiskunde aansluittraject biedt qua wiskunde een goede basis voor de rest van het eerste semester."
- "Tijdens mijn eerste studiejaar had ik na afloop van het aansluittraject toch nog problemen met sommige wiskundeonderwerpen"

Resultaten voor deze drie vragen zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 2: waardering van studenten voor het aansluittraject, gemeten direct na het aansluittraject.

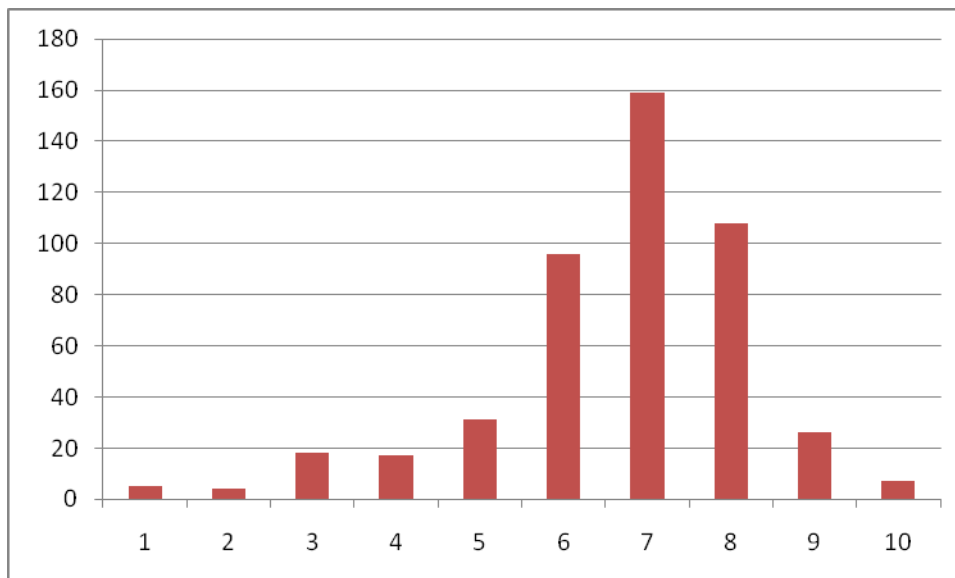
Deelproject	#Studenten	Respons	"veel aan gehad"		"rapportcijfer"	
			ja	niet nee	≥7	≥6
Fontys	201	96	58%	83%	56%	83%
HHS	29	-	-	-	-	-
HSZuyd	110	-	-	-	-	-
RUG	129	-	-	-	-	-
RUL	55	-	-	-	-	-
TUD	1373	-	-	-	-	-
TUE	23	-	-	-	-	-
UM	1090	60	82%	97%	92%	97%
UT	88	-	-	-	-	-
UU-Eco	350	-	-	-	-	-
UU-Sch	94	-	-	-	-	-
UvA-Eco	543	250	58%	82%	61%	82%
UvA-EW	187	69	39%	65%	60%	81%
VU-FBW	233	-	-	-	-	-
Totaal	4505	477	59%	82%	64%	84%

In totaal zegt 59% van de 477 respondenten "mee eens" of "zeer mee eens"(kortweg ja) op de vraag of zij veel aan het aansluittraject hebben gehad. Slechts weinigen (18%) antwoorden ontkennend, zodat we kunnen zeggen dat 82% geen nee zegt op deze vraag.

Rapportcijfers door studenten gegeven voor het aansluittraject waren verdeeld zoals getoond in Figuur 6. De modus is het cijfer 7. Een 7 of hoger wordt door 64% van de studenten gegeven, dat is net geen 70%. Ruim boven de 70%, namelijk 84% is het aantal studenten dat het aansluittraject een voldoende geeft.

Bij deze resultaten moet bedacht worden dat een deel van de respondenten mogelijk niet actief deelnam omdat men (wellicht terecht) meende de cursus niet nodig te hebben. Wanneer we alleen de studenten bekijken die aangeven een aantal uren werk per week in de cursus te hebben gestoken (meer dan nul), dan stijgt het percentage "ja" van 59% naar 63% en het percentage "geen nee" van 82% naar 85%. Bij de rapportcijfers zijn er vergelijkbaar kleine toenames (zie bijlage 2 voor details¹).

We concluderen dat ruimschoots meer dan 70% het aansluittraject een voldoende geeft, zodat wat dit aangaat aan criterium 3 is voldaan.



Figuur 6: Verdeling van cijfers gegeven door studenten aan het aansluittraject

Enquêteresultaten verzameld aan het eind van het eerste semester van 2009, met betrekking tot de vraag of er een hiaat was, en of dit werd opgelost, staan weergegeven in Tabel &&.

¹ Het betreft een kleinere set opleidingen, omdat het extra gegeven (uren werk) niet overall beschikbaar is.

Tabel 3: resultaten van de enquête aan het eind van semester 1: Terugkijken op het functioneren van eigen wiskundekennis gedurende het eerste semester

Deelproject	# Studenten	Respons	Na VO Ok	Na AT* Ok	AT* goede basis	Problemen
Fontys	201	96	43%	28%	56%	45%
HHS	29	-	-	-	-	-
HSZuyd	110	-	-	-	-	-
RUG	129	-	-	-	-	-
RUL	55	-	-	-	-	-
TUD	1373	-	-	-	-	-
TUE	23	23	45%	64%	61%	4%
UM	1090	65	72%	73%	76%	37%
UT	88	-	-	-	-	-
UU-Eco	350	18	24%	13%	50%	81%
UU-Sch	94	-	-	-	-	-
UvA-Eco	543	273	40%	44%	57%	-
UvA-EW	187	-	-	-	-	-
VU-FBW	233	-	-	-	-	-
Totaal	4505	532	45%	42%	58%	41%

*AT = Aansluittraject

In totaal 45% van de 532 respondenten op deze enquête vindt dat zij de wiskundekennis, die nodig is aan het begin van de gekozen studie, al bezaten na afloop van het voortgezet onderwijs.

Een ruwweg even grote groep vindt dat zij deze nodige kennis bezaten na afloop van het aansluittraject. Het komt bij diverse opleidingen voor dat respondenten aangeven na afloop van het aansluittraject vinden niet meer over de nodige kennis te beschikken, terwijl zij na afloop van het VO die wel hadden. Dit betekent ofwel dat onze vraag niet goed is begrepen, ofwel dat studenten aangeven door het aansluittraject minder overtuigd te zijn geraakt van hun kunnen, een effect dat niet is bedoeld maar dat goed voorstelbaar is bij korte "stoomcursussen" zoals de aansluittrajecten zijn. Bijna 60% van de respondenten stemt in met de bewering, dat het aansluittraject qua wiskunde een goede basis biedt voor het eerste semester. Dit is in overeenstemming met de grootte van de groep (41%) die zegt nog problemen te ervaren met sommige wiskunde onderwerpen.

Onder docenten en managers is geen enquête uitgezet, maar gezien het feit dat 84% van de onderwijstrajecten duurzaam wordt geïntegreerd, kunnen we afleiden dat docenten en managers tevreden zijn.

Indicator 4

70% van VO en HO docenten staat achter de ijktoetsen als eindpunt VO en startpunt HO; instemming van Nederlandse Vereniging van Wiskunde Leraren en Koninklijk Wiskundig Genootschap; instemming van WisBase-docentennetwerk

Deze indicator is niet middels een enquête onderzocht. Uit de kwalitatieve analyse uit Hoofdstuk 4 blijkt dat de mening van de docenten van de betrokken scholen en van het WisBase-docentennetwerk positief is. Hetzelfde geldt voor de HO-docenten, praktisch overall is de toets daadwerkelijk gebruikt, en op een aantal plaatsen buiten het projectconsortium is de toets eveneens gebruikt. De Nederlandse Vereniging van Wiskunde Leraren en de commissie NOCW hebben hun instemming betuigt en ondersteunt verdere projecten in deze richting.

Indicator 5

In twintig VO-scholen en 18 HO-aansluitonderwijsprojecten worden deze toetsen ook als zodanig gebruikt.

Middels de projectorganisatie is deze score behaald. Voor de HO-instellingen is veelal een verduurzaming voorgenomen. Voor de VO-scholen moet dat nog een vorm vinden in overleg met de NVvW.

Indicator 6

Enquête onder VO-docenten, HO-docenten, managers en beleidsmakers over het belang van de monitoring: streefdoel 70% vindt het zinvolle informatie.

Ten tijde van het opstellen van de tekst van deze monitor was dit effect nog niet vast te stellen.

Conclusie

De indicatoren die uitgezet zijn om de beoogde effecten te meten zijn behaald, behalve de laatste die nog vastgesteld moet worden. Hierbij is voor de 1^{ste} indicator, de 10% rendementsverbetering over twee jaar, een score van 9% gehaald over de langer lopende periode van de beide NKBW-projecten. Er treedt hierbij een aanzienlijke fluctuatie en variatie op. Een kleinere looptijd is voor dit soort metingen niet zinvol.

5.3 Status van de wiskunde aansluiting VO-HO

Wolter Kaper, Leendert van Gastel

5.3.1 Onderzoeksvragen uit NKBW onderzoeksagenda

Het project NKBW, voorloper van NKBW2, heeft onder andere een onderzoeksagenda opgeleverd om vat te krijgen op de ontwikkelingen in de aansluiting VO-HO ten aanzien van wiskunde (zie [Van Gastel, Jonker, 2008]). Deze bijdrage is er op gericht om voor de cursusjaren 2008-2010 deze onderzoeksvragen kwantitatief te beantwoorden. Sommige onderzoeksvragen zijn niet opnieuw onderzocht omdat op deze korte tijdschaal daarin geen veranderingen verwacht werden. We kunnen deze bijdrage zien als een vervolg op de eerste aansluitmonitor [Van Gastel, Jonker, 2008].

De onderzoeksvragen zijn hieronder aangegeven. Bij de deelvragen zijn telkens de gekozen indicatoren aangegeven.

1. Is er een hiaat in de aansluiting vo-ho als gelet wordt op wiskundige vaardigheden zoals die een rol spelen bij technische, economische en natuurwetenschappelijke studierichtingen, en hoe groot is dat hiaat?
 - 1.1. Is er volgens de mening van betrokkenen zo'n hiaat?
 - 1.1.1. Is er volgens eerstejaars studenten in het algemeen zo'n hiaat?
Indicator: de IOWO instroommonitor: percentage studenten dat een hiaat ziet. Dit geeft een landelijk dekkend beeld.
 - 1.1.2. Is er volgens eerstejaars studenten van technische, economische en natuurwetenschappelijke opleidingen zo'n hiaat?
Indicator: bevraging eigen studenten binnen NKBW.
 - 1.1.3. Is er volgens eerstejaars docenten en managers van technische, economische en natuurwetenschappelijke opleidingen zo'n hiaat?
Indicator: bevraging eigen docenten en managers binnen NKBW.
 - 1.2. Is er een hiaat in de aansluiting vo-ho qua wiskundige vaardigheden als gelet wordt op toetsresultaten aan beide zijden van de overgang?
 - 1.2.1. *Indicator:* de fractie van alle studenten die een 7 of hoger haalden als vo-eindcijfer voor wiskunde, die een onvoldoende haalden voor de wiskunde-entreetoets van hun gekozen ho-opleiding.
 - 1.2.2. *Indicator:* de fractie van alle studenten die een 7 of hoger haalden als vo-eindcijfer voor wiskunde, die een onvoldoende haalden voor de eindtoets van het wiskunde-aansluittraject van hun gekozen ho-opleiding.
2. Wordt binnen de diverse NKBW-aansluittrajecten een eventueel hiaat weggewerkt door studenten die de nodige inspanning leveren?

- 2.1. Vinden betrokkenen dat een eventueel hiaat wordt weggewerkt?
 - 2.1.1. *Indicator:* bevraging studenten van NKBW aansluittrajecten na afloop van hun eerste studiejaar over hun tevredenheid over eigen wiskundige vaardigheden.
 - 2.1.2. *Indicator:* bevraging docenten en managers van NKBW-aansluittrajecten.
- 2.2. Blijkt uit toetsresultaten dat een eventueel hiaat wordt weggewerkt?

Indicator: uitslagen eindtoetsen van de diverse aansluittrajecten, gecorreleerd met bevraging van door studenten geleverde inspanning.
3. Is de per ho-opleiding genormeerde voorkennis, zoals die blijkt uit de entree- en eindtoetsen van de aansluittrajecten, relevant voor het verdere studiesucces gedurende het eerste studiejaar?
 - 3.1. Is de per opleiding genormeerde voorkennis relevant voor het met succes volgen van het eerste reguliere wiskundevak van die opleiding?

Indicator: kruistabel uitslag eindtoets tegen tentamenresultaat wiskundevak
 - 3.2. Is de per opleiding genormeerde voorkennis relevant voor het met succes volgen van het eerste wiskundegebruikende disciplinaire vak van die opleiding?

Indicator: kruistabel uitslag eindtoets aansluittraject tegen tentamenresultaat eerste wiskundegebruikende disciplinevak.
 - 3.3. Is de per opleiding genormeerde voorkennis relevant voor het studiesucces gedurende het gehele eerste jaar?

Indicator: kruistabel uitslag eindtoets aansluittraject tegen behaalde studiecredits (EC), dan wel behaald GPA (grade point average) in het eerste jaar.
 - 3.4. Hoe relevant zijn de wiskunde basisvaardigheden, zoals die blijken uit de eindtoets van het aansluittraject, in vergelijking tot andere factoren?
 - 3.4.1. *Indicator:* eindtoets score aansluittraject als voorspeller voor tentamenresultaat eerste wiskundevak vergelijken met een andere voorspeller: het vo wiskunde-eindcijfer.
 - 3.4.2. *Indicator:* eindtoets score aansluittraject als voorspeller voor behaalde studiecredits vergelijken met twee andere voorspellers: het vo wiskunde eindcijfer en het vo eindcijfer van het meest aan de gekozen discipline verwante vo-vak (bijvoorbeeld vo-scheikunde bij iemand die chemie gaat studeren).
4. Hoe tevreden zijn studenten over de kwaliteit en over het resultaat van de gerealiseerde NKBW aansluittrajecten?

Indicator: Tevredenheid volgens bevraging.

5.3.2 Resultaten

Van de volgende deelprojecten zijn voor cohort 2009 gegevens beschikbaar die hierna zullen worden gebruikt. Per deelproject is het aantal studenten getoond waarover we (niet per se compleet) gegevens hebben, en enige gegevens over het aansluittraject.

Tabel 1: NKBW deelprojecten en cohorten waarover gegevens zijn verkregen ten behoeve van deze aansluitmonitor, met enkele kentallen

Deel-project	N	contacturen aansluit-traject*	norm-inspanning (uren)	entree-toets	eind-toets
Fontys	201	-	80	ja	ja
HHS	29	80	160	ja	ja
HSZuyd	110	-	40	ja	ja
RUG	129	18	6	ja	ja
RUL	55	12	-	ja	ja
TUD	1373	8	-	ja	ja
TUE	23	16	-	ja	ja
UM	1090	0	80	ja ⁺	ja ⁺
UT	88	10	-	ja	ja
UU-Eco	350	12	-	ja	ja
UU-Sch	94	-	8	ja	ja
UvA-Eco	543	0	-	ja	ja
UvA-EW	187	12	-	ja	ja
VU-FBW	233	-	-	ja	nee
Totaal	4505				

* Op basis van eindverslagen van de deelprojecten, soms geschat op basis van aantal bijeenkomsten (x 2 uur).

⁺ In Maastricht is het aansluittraject optioneel en het heeft de vorm van een online zomerschool die op afstand gedaan kan worden. 1090 is de instroom in 2009, waarover gegevens zijn verzameld, hiervan hebben slechts 145 deelnemers de optionele zomerschool gevolgd. Er is een entreetoets afgenomen onder alle 1090 starters. De eindtoets is alleen afgenomen bij de 145 deelnemers van de optionele zomerschool, en die eindtoets van de zomerschool ging dus vooraf aan de entreetoets.

Hieronder gaan we na in hoeverre studenten van enkele NKBW2 deelprojecten de landelijke trend zoals gesignaleerd door de IOWO cijfers (zie 5.1) bevestigen dan wel ervan afwijken.

1.1.2 Is er volgens eerstejaars studenten van technische, economische en natuurwetenschappelijke opleidingen een hiaat in de aansluiting vo-ho als gelet wordt op wiskundige vaardigheden?

Aan eerstejaars studenten van in NKBW deelnemende opleidingen is aan het eind van hun eerste studiejaar deze stelling voorgelegd:

- "De wiskunde voorkennis die nodig is bij het begin van mijn bachelor-studie bezat ik na afloop van mijn middelbare school."

Studenten konden hun mate van instemming betuigen op een schaal van 1-5 met 3 als het neutrale midden. Hieronder is per deelproject aangegeven welk deel van de studenten hierop ontkennend (1 of 2) dan wel bevestigend (4 of 5) antwoordde. De rest antwoordde neutraal.

Tabel 4: Tevredenheid van studenten van NKBW aansluittrajecten over wiskunde voorkennis meegebracht van het vo, vergeleken met tevredenheid volgens het IOWO voor cohort 2009

Deelproject	N	respons	tevreden		HOOP-sector	IOWO
			ja	nee		
Fontys	201	96	43%	34%	hbo techniek	-
HHS	29	-	-	-	hbo techniek	-
HSZuyd	110	-	-	-	hbo techniek	-
RUG	129	-	-	-	wo natuur, techniek	13-27%
RUL	55	-	-	-	wo natuur	13%
TUD	1373	-	-	-	wo techniek	27%
TUE	23	22	45%	23%	wo natuur	13%
UM	1090	65	72%	26%	wo economie	39%
UT	88	-	-	-	wo techniek	27%
UU-Eco	350	17	24%	59%	wo economie	39%
UU-Sch	94	-	-	-	wo natuur	13%
UvA-Eco	543	273	40%	42%	wo economie	39%
UvA-EW	187	-	-	-	wo natuur	13%
VU-FBW	233	-	-	-	wo natuur	13%
Totaal	4505	473	45%	38%		-

De door het IOWO gesignaleerde trend van studenten van economie opleidingen ontevredener zijn over hun wiskunde vooropleiding, wordt hier bevestigd door de opleidingen Economie uit Utrecht en Amsterdam (59% en 42%). Maastricht heeft een lagere ontevredenheid (26%), bijna gelijk aan de ontevredenheid van de wiskunde studenten uit Eindhoven (23%).

De ontevredenheid over wiskunde voorkennis die door studenten in het kader van een NKBW enquête wordt geuit lijkt iets hoger te liggen dan in de IOWO enquêtes wordt waargenomen.

1.1.3 Is er volgens eerstejaars docenten en managers van technische, economische en natuurwetenschappelijke opleidingen een hiaat in de aansluiting vo-ho gelet op wiskundige vaardigheden?

Deze vraag is niet opnieuw onderzocht.

1.2 Is er een hiaat in de aansluiting vo-ho qua wiskundige vaardigheden als gelet wordt op toetsresultaten aan beide zijden van de overgang?

De volgende twee deelvragen worden in samenhang beantwoord:

1.2.1 In hoeverre gaat een voldoende eindcijfer voor vo-wiskunde samen met slagen

voor een ho-entreetoets?

1.2.2 In hoeverre gaat een voldoende eindcijfer voor vo-wiskunde samen met slagen voor de eindtoets van een vo-ho aansluittraject?

Per deelproject is het aantal studenten bepaald dat ondanks een ruime voldoende (7 of hoger) voor vo-wiskunde een onvoldoende voor de entreetoets, dan wel de eindtoets van het aansluittraject scoorden. De resultaten zijn hieronder weergegeven, tezamen met de zwaarte van het aansluittraject.

Tabel 5: Percentage onvoldoende op de entreetoets en eindtoets van het aansluittraject, voor de groep studenten die een ruime voldoende (≥ 7) behaalde als eindcijfer wiskunde in het vo.

Deelproject	N	vo wiskunde bekend en ≥ 7	entreetoets < 4.5 (%) [*]	eindtoets < 4.5 (%) [*]	contact uren aansluit-traject	norm-inspanning (uren)
Fontys	201	43	90.7	60	-	80
HHS	29	-	-	-	80	160
HSZuyd	110	9	55.6	44.4	-	40
RUG	129	55	41.8	14.5	18	6
RUL	55	12	83.3	33.3	12	-
TUD	1373	516	14.3	6.7	8	-
TUE	23	18	5.6	5.3	16	-
UM	1090	-	-	-	0	80
UT	88	-	-	-	10	-
UU-Eco	350	42	40.5	23.3	12	-
UU-Sch	94	51	31.4	13.7	-	8
UvA-Eco	543	155	61.9	34.8	0	-
UvA-EW	187	69	17.4	2.9	12	-
VU-FBW	233	60	83.3	-	-	-
Totaal	4505	1021	33.1	19.6		

^{*} Geteld is het aantal studenten met entreetoets < 4.5 en vo eindresultaat ≥ 7 en dit is gedeeld door het totaal aantal studenten met vo eindcijfer ≥ 7 waarvoor beide gegevens bekend zijn. Idem (mutatis mutandis) voor de eindtoets van het aansluittraject.

[#] vo eindcijfer wiskunde is alleen bekend voor nederlandse studenten. Entreetoets en eindtoets werden afgelegd door de 96 deelnemers aan het optionele aansluittraject. Slechts 2 van deze 96 waren nederlands. Over de samenhang van vo-eindcijfer en toetsscores is voor Maastricht daarom geen conclusie te trekken.

Een ruime voldoende behaald in het voortgezet onderwijs leidt nog dikwijks tot het niet voldoende beantwoorden van de HO entreetoets. Dit geldt in versterkte mate voor HBO opleidingen, die te maken hebben met instroom onder andere uit het BMO.

Na het wiskunde aansluittraject is het deel van de studenten dat de toets onvoldoende maakt in alle gevallen afgenomen. Maar bij de HBO opleidingen, en bij de deelnemende economie opleidingen en bij de wiskunde opleiding in Leiden lijkt het probleem hardnekkiger dan bij de technische of natuurwetenschappelijke opleidingen, zoals die in Groningen, Delft en Utrecht.

5.3.3 Wordt tijdens het aansluittraject een eventueel hiaat weggewerkt?

2 Wordt tijdens het aansluittraject een eventueel hiaat weggewerkt?

2.1 Vinden betrokkenen dat een eventueel hiaat wordt weggewerkt?

2.1.1 Bezaten studenten na afloop van het aansluittraject de nodige wiskundige kennis en vaardigheid om het eerste jaar goed door te komen, volgens hen zelf?

Op drie stellingen over de kwaliteit van de aansluiting konden studenten hun mate van instemming aangeven op een schaal van 1-5, met 3 als het neutrale midden. De stellingen waren:

- "De wiskunde voorkennis die nodig is bij het begin van mijn bachelor-studie bezat ik na afloop van mijn middelbare school." (zie eerder, onder 1.2)
- "De wiskunde voorkennis die nodig is bij het begin van mijn bachelor-studie bezat ik na doorlopen van het aansluittraject."
- "Tijdens mijn eerste studiejaar had ik na afloop van het aansluittraject toch nog problemen met sommige wiskunde-onderwerpen".

Indien de derde vraag instemmend was beantwoord, werd de respondent gevraagd onderwerpen te noemen.

2.2 Blijkt uit toetsresultaten dat een eventueel hiaat wordt weggewerkt?

Tabel 7: Slagingspercentage voor de eindtoets van het aansluittraject, voor de groep studenten die bij de entreetoets een onvoldoende haalde.

Deelproject	N	(1) entreetoets gemaakt en < 5.5	van (1): eindtoets $\geq 5.5^*$	van (1) gem. inspanning (uren)	contacturen aansluittraject	norm-inspanning (uren)
Fontys	201	194	6.7%	99.5	-	80
HHS	29	-	-	-	80	160
HSZuyd	110	97	19.6%	-	-	40
RUG	129	107	50.5%	-	18	6
RUL	55	33	30.3%	-	12	-
TUD	1373	709	42.5%	-	8	-
TUE	23	6	66.7%	19.3	16	-
UM	1090	431	- ^o	23.9	0	80
UT	88	-	-	-	10	-
UU-Eco	350	222	19.8%	7.3	12	-
UU-Sch	94	64	29.7%	8	-	8
UvA-Eco	543	471	18.0%	18.1	0	-
UvA-EW	187	102	37.3%	-	12	-
VU-FBW	233	227	-	-	-	-
Totaal	4505	2663	40.6%			

* Gemeten met een eindtoets van het aansluittraject die qua inhoud overeenkomt met de entreetoets.

^o De groep die de entreetoets onvoldoende maakt is niet de groep die het (optionele) aansluittraject volgt.

Van de studenten die de entreetoets onvoldoende maakten heeft 40.6% succesvol het aansluittraject afgesloten. Dit percentage verschilt per opleiding en is lager bij de economische opleidingen dan bij de technische en natuurwetenschappelijke opleidingen. Dit klopt met de waarneming uit de IOWO monitor dat studenten van economische opleidingen minder tevreden zijn over hun vo wiskunde vooropleiding: zij ervaren een meer hardnekkig aansluitprobleem.

5.3.4 Relevantie van wiskunde vaardigheden voor studiesucces.

3 *Is de per ho-opleiding genormeerde voorkennis, zoals die blijkt uit de entree- en eindtoetsen van de aansluittrajecten, relevant voor het verdere studiesucces gedurende het eerste studiejaar?*

3.1 *Is de per opleiding genormeerde voorkennis relevant voor het met succes volgen van het eerste reguliere wiskundevak van die opleiding?*

Als de aansluittoets relevant is voor het halen van het eerste reguliere wiskundevak, dan gaat idealiter het halen van de eindtoets van het aansluittraject samen met halen van het wiskunde tentamen, en niet-halen van de eindtoets gaat samen met niet-halen van het wiskunde tentamen.

Tabel 8: Eindcijfer aansluittraject en het eerste reguliere wiskunde tentamen: percentages studenten voor de twee niet-verwachte combinaties

Deelproject	N	beide bekend	aansluit ≥ 5.5 tentamen < 4.5	aansluit < 4.5 tentamen ≥ 5.5
Fontys	201	127	1.6%	26.8%
HHS	29	-	-	-
HSZuyd	110	72	5.6%	13.9%
RUG	129	128	8.6%	7.0%
RUL	55	35	11.4%	2.9%
TUD	1373	870	27.7%	4.1%
TUE	23	15	13.3%	0%
UM	1090	966	9.9%	9.0%
UT	88	0	-	-
UU-Eco	350	305	9.2%	10.2%
UU-Sch	94	77	2.6%	11.7%
UvA-Eco	543	275	14.5%	10.9%
UvA-EW	187	106	14.2%	0%
VU-FBW	233	-	-	-
Totaal	4505	2976	14.953	8.29973

In deze tabel is aangegeven voor hoeveel studenten beide gegevens bekend zijn: eindtoets en wiskundetentamen. Vervolgens worden twee problematische combinaties van uitslagen als percentage hiervan gegeven:

- het percentage studenten dat de eindtoets van het aansluittraject haalde *en toch niet* het wiskundetentamen haalde. Als dit percentage groot is, dan biedt de stof van het aansluittraject blijkbaar *geen voldoende* startpositie voor het eerste wiskundevak.
- het percentage studenten dat de eindtoets van het aansluittraject *niet* haalde en toch *wel* slaagde voor het wiskundetentamen. Als dit percentage groot is, dan lijkt de stof van het aansluittraject deels *overdadig*, onder de aanname dat het eerste reguliere wiskundevak representatief is voor de wiskunde die verderop in de opleiding nodig is.

Er is te zien dat het niet voorkomt dat beide "problematische" indicatoren tegelijk groot zijn. Als één van de twee groter is dan 12 procent, ligt de andere daar onder.

Enkele deelprojecten (TUD, RUL, TUE, UvA-EW) hebben een aansluittraject waarvan de stof duidelijk *nodig* is, maar *niet voldoende* (geen stevige startpositie). Er zijn bij deze opleidingen maar weinig studenten die slagen voor het eerst reguliere wiskundetentamen zonder te zijn geslaagd voor de aansluittoets. Er zijn hier daarentegen wel veel studenten die slagen voor de aansluittoets maar zakken voor het eerste wiskundetentamen.

Bij andere deelprojecten (Fontys, HSZuyd, UU-Sch) is dit andersom: hier is de stof van het aansluittraject wel een stevige basis, want er zijn maar weinig studenten die het aansluittraject halen en toch zakken voor het eerste wiskundetentamen. Daarentegen zijn er bij deze opleidingen relatief veel studenten die zakken voor het aansluittraject, maar toch slagen voor het eerste wiskunde tentamen. Voor de beide HBO deelprojecten geldt dat hier veel studenten zakken voor het aansluittraject. Wellicht zijn dit er zoveel, dat de zwaarte van het eerste wiskundetentamen hierop is aangepast.

Bij de resterende deelprojecten (RUG, UM, UU-Eco, UvA-Eco) zijn beide indicatoren klein, en ongeveer aan elkaar gelijk: tussen de 7% en 14%.

De genoemde drie patronen werden eerder (monitor 2006-2007) ook gevonden. Het patroon "nodig, maar niet voldoende" was toen in de meerderheid. Nu is het beeld meer gespreid.

3.2 *Is de per opleiding genormeerde voorkennis relevant voor het met succes volgen van het eerste wiskundegebruikende discipline vak van die opleiding?*

De aanpak is analoog als bij indicator 3.1. De drie relaties die we eerder vonden tussen het aansluittraject en het eerste wiskundevak (1. nodig, maar niet voldoende, 2. voldoende, maar niet per se nodig, 3. evenwichtig) zijn ook terug te vinden in de relatie van het aansluittraject tot het eerste wiskundegebruikende vak. De drie relaties gelden voor dezelfde deelprojecten als eerder opgemerkt.

Tabel 9: Eindcijfer van het aansluittraject versus het eerste wiskundegebruikende disciplinevak: percentages studenten voor de twee niet-verwachte combinaties.

Deelproject	N	beide bekend	aansluit ≥ 5.5 tentamen < 4.5	aansluit < 4.5 tentamen ≥ 5.5
Fontys	201	104	1.0%	36.5%
HHS	29	-	-	-
HSZuyd*	110	40	5.0%	35.0%
RUG	129	125	5.6%	12.8%
RUL	55	37	18.9%	8.1%
TUD	1373	747	32.9%	3.7%
TUE	23	15	26.7%	0%
UM	1090	961	11.9%	8.3%
UT	88	-	-	-
UU-Eco	350	282	6.4%	16.0%
UU-Sch	94	48	0%	14.6%
UvA-Eco	543	225	20.4%	8.0%
UvA-EW	187	109	11.9%	0%
VU-FBW	233	148	0.7%	12.8%
Totaal	4505	2841	16.2%	9.4%

* Alleen voor HSZuyd Informatica opleiding

3.3 *Is de per opleiding genormeerde wiskunde voorkennis relevant voor het studiesucces gedurende het eerste semester?*

Voor cohort 2009 bekijken we in plaats van het hele eerste jaar het eerste semester. Als maat voor studiesucces is bij de meeste deelprojecten gekozen voor het GPA van de vakken van het eerste semester, waarbij een nul werd gerekend indien niet aan het tentamen is deelgenomen. Verder is de aanpak analoog als bij indicator 3.1.

De drie relaties die we eerder vonden tussen het aansluittraject en het eerste wiskundevak (1. nodig, maar niet voldoende, 2. voldoende, maar niet per se nodig, 3. evenwichtig) zijn ook terug te vinden in de relatie van het aansluittraject tot het eerste semester GPA.

Tabel 10: Eindcijfer van het wiskunde aansluittraject versus succes gedurende het eerste studiejaar: percentages studenten voor de twee niet-verwachte combinaties.

Deelproject	N	beide bekend	aansluit ≥ 5.5 GPA $< 4.5^*$	aansluit < 4.5 GPA $\geq 5.5^*$
Fontys	201	155	3.9%	14.2%
HHS	29	-	-	-
HSZuyd	110	81	0%	49.4%
RUG	129	128	3.1%	10.9%
RUL	55	34	11.8%	2.9%
TUD	1373	1018	31.6%	4.0%
TUE	23	16	18.8%	0%
UM	1090	961	12.9%	6.6%
UT	88	-	-	-
UU-Eco	350	314	12.1%	8.3%
UU-Sch	94	78	10.3%	10.3%
UvA-Eco	543	330	1.5%	19.1%
UvA-EW	187	129	15.5%	0%
VU-FBW	233	183	0%	44.3%
Totaal	4505	3396	15.7%	11.3%

Gaande van het eerste wiskundevak naar het eerste wiskundegebruikende vak naar het eerste semester GPA is te verwachten dat naast wiskunde vaardigheid steeds meer andere factoren gaan meespelen. Inderdaad zien we de indicatoren voor "niet nodig" en "niet voldoende" hier groter worden in vergelijking met het eerste wiskundevak (percentages tot 50% komen voor).

Daarentegen komt het is bij vrij veel deelprojecten voor dat beide indicatoren klein zijn, hetgeen betekent dat het slagen voor het aansluittraject hier nauw samenhangt met het behalen van een voldoende GPA voor het eerste semester.

3.4 *Hoe relevant zijn de wiskunde basisvaardigheden, zoals die blijken uit de eindtoets van het aansluittraject, in vergelijking tot andere factoren?*

Deze indicator is niet opnieuw onderzocht.

5.3.5 Kwaliteit van gerealiseerde aansluittrajecten.

Zie de bespreking van Indicator 3, "van betrokkenen is 70% tevreden over het aansluitonderwijs" in Sectie 5.2.

5.3.6 Conclusies

Er zijn aanwijzingen dat de kloof in de wiskunde aansluiting tussen vo en ho kleiner wordt:

- In het rendement van het eerste reguliere wiskundevak van NKBW opleidingen is een opwaartse trend te zien in de afgelopen vier jaar, van ongeveer 4.5% per jaar, dat is bijna de beloofde 10% in twee jaar. De trend is niet te zien als men alleen het laatste jaar bekijkt.
- Studenten die het eerste semester voldoende afsluiten ($GPA \geq 5$) halen voor 72% het eerste reguliere wiskundevak.
- Landelijk is er de afgelopen vijf jaar een dalende trend in de ontevredenheid van studenten over hun vo wiskunde vooropleiding (IOWO, 2010),
 - Voor de HOOP sectoren natuur en techniek zijn de dalingen het duidelijkst,
 - Economie studenten zijn het meest ontevreden en hun onvrede is de afgelopen drie jaar bijna constant.

Een deel van het aansluitprobleem is nog niet opgelost:

- Resultaten van de NKBW entreetoets laten zien dat het aansluitprobleem bij HBO opleidingen en bij WO economie opleidingen hardnekkiger is dan bij natuur- en techniek opleidingen. Een aannemelijke oorzaak is de andere achtergrond (MBO, respectievelijk wiskunde A) van de studenten.

De wiskundige vaardigheden, zoals gestandaardiseerd in de NKBW entreetoets, zijn relevant voor het studiesucces. Dit blijkt uit de gevonden samenhang tussen het slagen voor de entreetoets enerzijds, en slagen voor het eerste wiskundevak, het eerste wiskunde gebruikende vak, en een voldoende eerste semester GPA, anderzijds.

Referentie

IOWO (2010), Wierda-Boer, H. en Leest, B., "Tevredenheid aansluiting schoolvakken, een vergelijking over de studie jaren 2007-2008, 2008-2009 en 2009-2010", voor: Nationale Kennisbank Basisvaardigheden Wiskunde, mei 2010.

L. van Gastel, V. Jonker, "Aansluitmonitor Wiskunde VO-HO, zicht op de jaren 2006-2007 en 2007-2008. Consortium NKBW, 2008. ISBN 978-90-70786-07-6

5.4 Longitudinale analyse van instaptoetsen

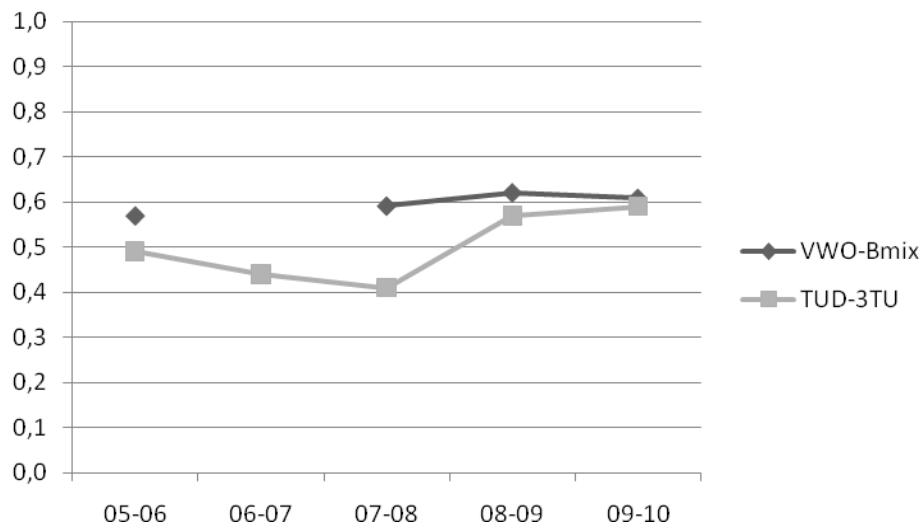
Dirk Tempelaar

Het doel van deze paragraaf is door middel van een analyse van uitkomsten van instaptoetsen meer grip te krijgen op het niveau van de instroom. Instaptoetsen en de harmonisatie ervan vormen een belangrijk speerpunt in het NKBW2 project; omdat dit academisch jaar de eerste NKBW instaptoetsen zijn afgenomen, is er echter nog geen data over deze toetsen beschikbaar waarmee een longitudinale analyse kan worden verricht. Om die reden richten we ons in deze analyse op een andere instaptoets, te weten de 3TU instaptoets.

Sinds het academisch jaar 05/06 nemen de drie TU-instellingen instaptoetsen af bij grote groepen eerstejaars studenten. Ieder jaar worden daartoe nieuwe versies van zo'n instaptoets samengesteld. De scores op die instaptoetsen laten forse fluctuaties zien, zoals blijkt uit de data in de tweede rij van Tabel 5.4.1, of de grijze lijn in Figuur 5.4.1 (data betreft de totaalscore over de hele instaptoets; fluctuaties in scores op specifieke onderdelen zijn nog groter). Onduidelijk is echter in welke mate die fluctuaties een gevolg zijn van een veranderd beheersingsniveau van de studenten, dan wel een andere samenstelling van de instaptoets. Het tweede argument zal zeker een deel van de variatie veroorzaken; in de rapportage over de uitkomsten van de 3TU instaptoets 09/10 wordt expliciet melding gemaakt van een poging de moeilijkheidsgraad van de toets te verminderen, ter compensatie van een mogelijk stapsgewijs moeilijker wordende toets in de daaraan voorafgaande jaren: *“Wat opvalt is dat de score in de totale populatie afneemt in de jaren 2005 tot en met 2007 en vervolgens weer stijgt. Hieraan ligt een bewuste bijsturing van de opstellers van de toetsen ten grondslag. De moeilijkheidsgraad bleek toe te zijn genomen en is daarom bijgesteld naar het niveau van 2005”*. Een poging die, zoals Figuur 5.4.1 laat zien, duidelijk is gelukt: de p-score op de toets van TUD-studenten veert in 08/09 en 09/10 op naar het niveau van 05/06. Zonder dat hieraan dus een interpretatie kan worden ontleend van een verbeterend beheersingsniveau.

Om wel zo'n interpretatie mogelijk te maken, zullen we ons richten op de uitkomsten van de afname van de 3TU toets 05/06 die, in onveranderde toetsamenstelling, in drie opeenvolgende jaren heeft plaatsgevonden bij de instroom van de opleidingen bedrijfskunde en economie van de UM: 07/08, 08/09, en 09/10. De eerste rij in de tabel, en de donkere lijn in de figuur, geven de p-scores op die toets weer. Met als referentie de p-score van TUD-studenten in 05/06: de eerste score van de reeks die het label 'VWO-Bmix' draagt. Die naam geeft de samenstelling van de referentiegroep weer: om een eerlijke vergelijking met de TUD studenten mogelijk te maken, is Tabel/Figuur 5.4.1 gebaseerd op die UM instroom met een WiB vooropleiding, en wel zodanig dat de opleidingen WiB1,2 en WiB1 gewichten 2:1 hebben (globaal de samenstelling van TUD-instroom). Tenslotte betreft de analyse een deel van de 3TU toets: die onderdelen van de toets, die voor de studie bedrijfskunde en economie relevant zijn. Dat zijn de onderdelen die in rapportages over de 3TU instaptoets 05/06 met 'Algebraïsche

rekenvaardigheden', 'E-macht en logaritme', en 'Vergelijkingen' worden aangeduid (samen 13 van de 22 vragen van de instaptoets).



	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10
VWO-Bmix	0.57		0.59	0.62	0.61
TUD-3TU	0.49	0.44	0.41	0.57	0.59

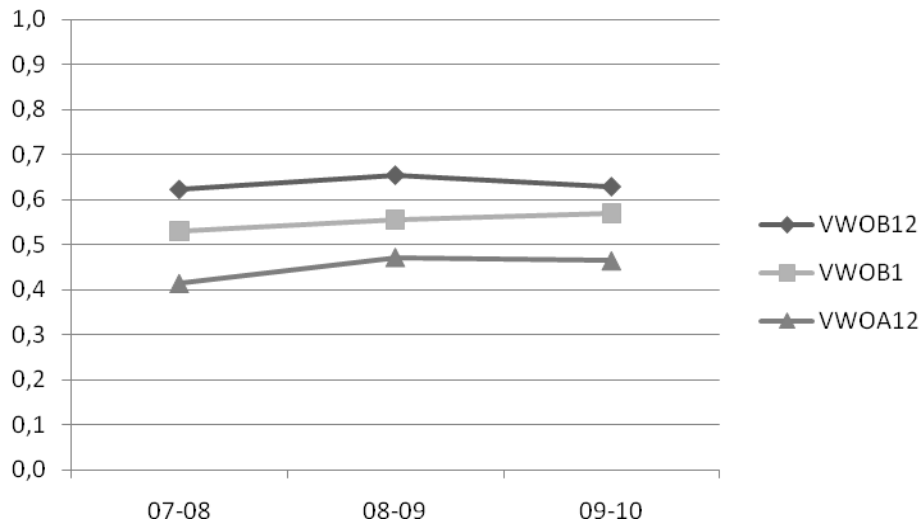
Figuur & Tabel 5.4.1: p-scores (proportie goed) in 3TU instaptoetsen

Beoordeling van Figuur/Tabel 5.4.1 staat twee conclusies toe:

- Variatie in p-scores op deze ene toets over de jaren is veel geringer dan de variatie in p-scores op de jaarlijks wisselende toetsen, en
- Scores van UM WiB studenten in de jaren 07-08 tot 09-10 zijn zeer vergelijkbaar met die van TUD WiB studenten in het jaar 05-06.

Beide conclusies samen suggereren dat voor een longitudinale analyse, het gebruik van eenzelfde toets geschikter is dan het gebruik van verschillende instaptoetsen, omdat het kennelijk uiterst lastig is een constante moeilijkheidsgraad van een instaptoets te realiseren. De grote uitdaging duidelijk voor de NKBW-toetsen, zowel vanuit het perspectief van toetsmakers, als van de onderzoekers die empirisch moeten vaststellen in hoeverre toetsen equivalent zijn (hetgeen zeer lastig is zonder de beschikking te hebben over parallelle afnames: verandering in moeilijkheidsgraad van de toets, en verandering van het beheersingsniveau van de studenten, zijn anders niet te onderscheiden). Tevens staan de zeer constante scores op de instaptoetsen die we meten in contrast met de voorzichtige conclusie van het IOWO zoals opgetekend in de vorige paragraaf: die van de afnemende omvang van de aansluitproblematiek. Althans in de betekenis dat een vermindering van aansluitingsproblemen terug zou zijn te brengen op een betere voorbereiding van de studenten. Constante instaptoetsscores geven aan dat het beheersingsniveau van de instromende studenten in de loop der jaren niet is veranderd, en dat een mogelijke verbetering van aansluiting enkel kan

worden toegeschreven aan een betere accommodatie door de instellingen van HO. Het constante beheersingsniveau geldt niet enkel de specifieke groep die is vergeleken met de instroom van de 3TU instellingen, maar ook de individuele wiskunde niveaus voortkomend uit de verschillende profielen: WiA12, WiB1, WiB12. In Figuur 5.4.2 geeft de ontwikkeling in de tijd weer van die drie niveaus. Het referentiepunt van een TUD score in 05-06 ontbreekt nu, omdat enerzijds er geen WiA instroom is bij de TUD, anderzijds de vooropleiding niet bekend is bij individuele afnames.



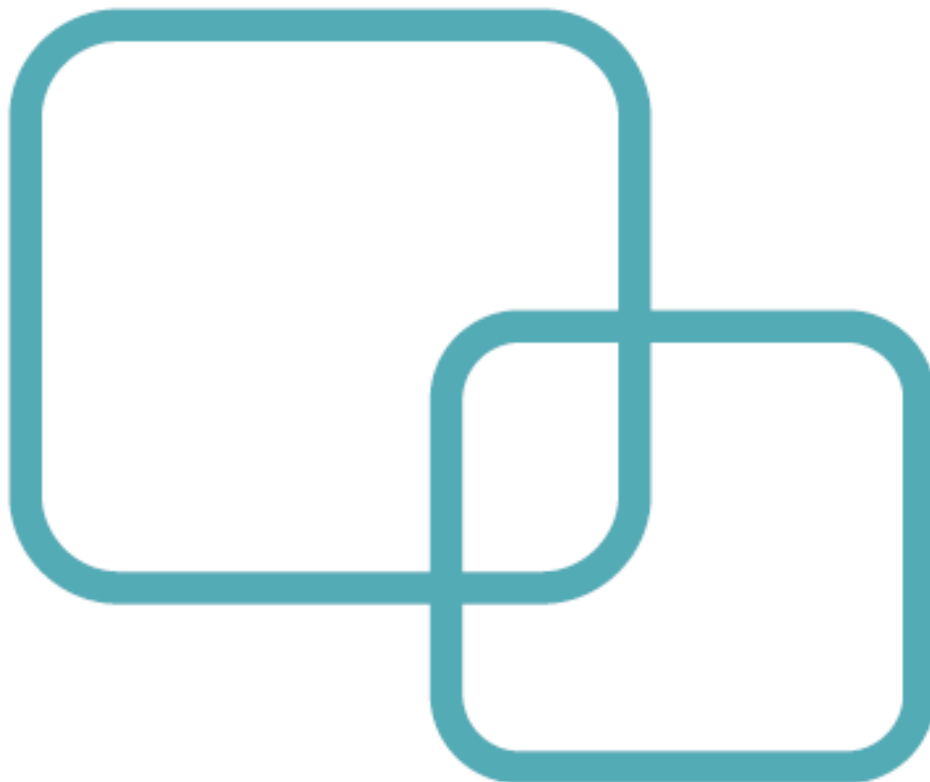
Figuur 5.4.2: p-scores (proportie goed) in 3TU instaptoets UM, 05-06 per profiel

Alhoewel de berekening zich richt op de onderdelen van de 3TU-toets die deel uitmaken van het WiA curriculum, valt op dat de verschillen in beheersingsniveau tussen de vooropleidingen WiA12, WiB1, en WiB12 fors zijn: gemiddeld een ruime 8%-punt tussen WiB1 en WiB12, en een ruime 10%-punt tussen WiB1 en WiA12. Maar meest opvallend is het ontbreken van een duidelijke ontwikkeling in de tijd, in ieder van de drie profielniveaus. Wiskundebeheersing bij instroom in het HO is sinds 07-08 noch verslechterd, noch verbeterd.

6

Effectonderzoek

Yolanda Grift & Dirk Tempelaar



6 – Effectonderzoek

6.1 De grote aantallen economen & bedrijfskundigen

Yolanda Grift

6.1.1 Inleiding

In deze studie staan de drie deelnemende economische faculteiten centraal:

- de *faculteit Economie en Bedrijfskunde* van de Universiteit van Amsterdam (UvA) en
- de *Maastricht University School of Business and Economics* van de Universiteit van Maastricht (UM)
- de *Utrecht University School of Economics (USE)*, van de faculteit Recht, Economie en Bestuur en Organisatie (REBO) van de Universiteit Utrecht (UU).

In deze paragraaf zal gesproken worden van universiteit of faculteit en zullen de studenten genoemd worden naar de universiteit waar ze toe behoren; respectievelijk Amsterdam (UvA), Maastricht (UM) en Utrecht (UU).

In deze paragraaf wordt het effect van het aansluittraject wiskunde op de resultaten in het eerste semester geanalyseerd. Alle drie de economische faculteiten hebben in het studiejaar 2009-2010 een aansluittraject wiskunde aangeboden. In principe bestond dat traject uit drie onderdelen: de Entreetoets aan het begin van de studie, het remediërende wiskunde onderwijs en de Exittoets na het remediërend onderwijs. Een uitgebreide beschrijving van de aansluittrajecten bij de verschillende universiteiten is te vinden in hoofdstuk 2.

Een analyse van het effect van remediërend wiskunde onderwijs bij studenten aan economische faculteiten biedt een aantal voordelen.

In de eerste plaats is een voldoende beheersing van wiskunde essentieel om een studie economie succesvol af te ronden. Wiskunde A is een voorvereiste, maar studenten met Wiskunde B worden ook toegelaten. Wiskunde op het niveau van wiskunde B (of D) is echter niet noodzakelijk voor een economische opleiding. Daardoor kunnen bijna alle studenten met een vwo-opleiding beginnen aan een economische opleiding. Alleen de studenten met het vwo-profiel Cultuur en Maatschappij (C&M) met het daarbij behorende standaardpakket (wiskunde C) zijn niet direct toelaatbaar. Arnold (2010) heeft voor de Erasmus School of Economics een analyse uitgevoerd naar de resultaten van eerstejaarsstudenten economie uitgesplitst naar vwo-profiel. Studenten met een vwo-N profiel (Natuur en Gezondheid (N&G) of Natuur en Techniek (N&T)) bleken een grotere kans te hebben op een (on)voorwaardelijk positief bindend studieadvies dan studenten met een vwo-M profiel (Economie en Maatschappij (E&M) of C&M). Op basis

van deze resultaten pleit Arnold voor een verzwaring van het wiskundeonderwijs op de middelbare school om de aansluiting met een universitaire studie te verbeteren. In de tweede plaats zijn, mede door de toelatingseis, de aantallen studenten bij economische studies hoger dan bij bètastudies, waardoor het mogelijk wordt het effect van remediërend wiskunde onderwijs op de rendementen van het eerste jaar economie te analyseren door gebruik te maken van individuele data. Naast informatie over het gevolgde remediërend wiskunde onderwijs en de resultaten van de studenten in het eerste jaar, is er achtergrondinformatie beschikbaar over de studenten, hun vooropleiding en de economiestudie. Het effect van het remediërend wiskunde onderwijs kan daarom geïsoleerd worden van andere kenmerken die van invloed zijn op het rendement in het eerste jaar.

In de derde plaats kan verondersteld worden dat (het eerste jaar van) een economische studie aan de ene faculteit niet wezenlijk verschillend is van die aan een andere economische faculteit. Het remediërend wiskunde onderwijs aan de drie universiteiten is verschillend vormgegeven. Daardoor is het mogelijk om niet alleen het effect van het remediërend wiskunde onderwijs te meten, maar ook of de vorm waarin dit onderwijs wordt gegeven een effect heeft.

In de laatste plaats hebben de drie economische faculteiten aan het begin van het studiejaar 2009-2010 dezelfde Entreetoets NKBW afgenomen. Daardoor is er van alle eerstejaarsstudenten dezelfde meting over het wiskundeniveau beschikbaar. Dit compenseert de verschillen tussen studenten en tussen studenten aan verschillende universiteiten.

In de literatuur is er eerder onderzoek gedaan naar het effect van remediërend wiskunde onderwijs op het succesvol doorlopen van een economische studie. Lagerlöf en Seltzer (2009) hebben het effect van remediërend wiskunde onderwijs op een economische studie in de VS geanalyseerd. Zij hebben gebruikt gemaakt van administratieve, individuele studentdata van drie cohorten van één economische opleiding om het effect van remediërend wiskunde onderwijs, het zogenoemde Foundations of Mathematics programma (FoM), te analyseren op de prestaties van de studenten economie in hun eerste jaar. Het FoM programma werd alleen gevolgd door studenten die geen voldoende voorkennis van wiskunde hadden en was pas voor het derde cohort beschikbaar. Hierdoor is er sprake van een natuurlijk experiment. Lagerlöf en Seltzer concluderen dat het niveau en beheersing van de wiskunde voorkennis opgedaan op de middelbare school een sterk voorspellende waarde heeft voor de prestaties in het eerste jaar van een economische studie. Zij vonden relatief weinig effect van het remediërend wiskunde onderwijs.

In navolging van Lagerlöf en Seltzer (2009) zal het effect van het remediërend wiskunde onderwijs op de prestaties van eerstejaarsstudenten economie in Nederland geanalyseerd worden. De administratieve data van de drie deelnemende economische faculteiten bevatten informatie over de prestaties van de studenten in het eerste semester van het eerste studiejaar economie, over de wiskunde voorkennis van de studenten en over het gevolgde remediërend wiskunde onderwijs. Daarnaast is er per

universiteit verschillende achtergrondinformatie beschikbaar. Omdat de studentenpopulaties aan de drie universiteiten bestaan uit studenten met een vooropleiding zowel in Nederland als in het buitenland zullen er aparte deelanalyses voor de Nederlandse studenten uitgevoerd worden.

Deze paragraaf is als volgt opgebouwd. In paragraaf 6.1.2 staat uitgebreid beschreven welke gegevens voor de drie faculteiten beschikbaar zijn en hoe de uiteindelijke databestanden samengesteld zijn. In deze paragraaf zullen ook twee eerste, verkennende analyses beschreven worden. De eerste betreft een analyses van het verschil in resultaat in het eerste semester tussen studenten die wel en die niet deelgenomen hebben aan de drie onderdelen van het aansluitonderwijs wiskunde. De tweede betreft een analyse van het verschil in resultaten in het eerste semester naar vooropleiding. Hierbij wordt alleen gekeken naar studenten die hun vooropleiding in Nederland hebben gehad. In paragraaf 6.1.3 worden de resultaten van drie multivariate analyses beschreven. In deze analyses worden naast de kenmerken van het aansluitonderwijs ook achtergrondkenmerken opgenomen. In de eerste analyse wordt het effect van deelname aan het aansluitonderwijs op de resultaten in het eerste semester onderzocht. In de tweede analyse staan de resultaten van de Entreetoets centraal, terwijl in de derde analyse daarenboven de inzet van studenten bij het remediërend wiskunde onderwijs meegenomen wordt. In paragraaf 6.1.4 staan de conclusies vermeld. Daar worden tevens aanbevelingen gedaan voor verder onderzoek.

6.1.2 Data en methode

De drie datasets bestaan uit gegevens van eerstejaarsstudenten² die aan de drie deelnemende economische faculteiten in het studiejaar 2009-2010 met een universitaire studie economie begonnen zijn. In Amsterdam zijn 594 studenten gestart, in Maastricht 953 en in Utrecht 359. De prestaties van de studenten worden gemeten aan de hand van de cijfers behaald voor het eerstejaars wiskundevak, het eerste disciplinespecifieke vak en het GPA voor het eerste semester. De wiskunde voorkennis van de studenten wordt onder andere bepaald aan de hand van de resultaten voor de Entreetoets NKBW 2009 (kortweg Entreetoets). Het remediërend wiskunde onderwijs is niet door alle studenten gevolgd, maar van de studenten die het gevolgd hebben is de intensiteit bekend.

Allereerst zal de steekproef bepaald worden waarop de analyses uitgevoerd worden. Niet alle studenten hebben deelgenomen aan de Entreetoets en niet alle studenten hebben deelgenomen aan het eerste wiskundevak, het eerste disciplinespecifieke vak of

² Eerstejaarsstudenten zijn studenten die in het studiejaar 2009-2010 aan de studie economie begonnen zijn. Studenten die eerder begonnen zijn, maar pas in dit studiejaar het eerstejaarsvak wiskunde gaan volgen, zijn niet opgenomen in de dataset. Ook al zijn deze studenten "eerstejaarsstudenten" voor het betreffende vak. Op basis van de informatie van de coördinatoren zijn de eerstejaarsstudenten geselecteerd op hun studentnummer. Voor de UvA zijn de buitenlandse studenten buiten beschouwing gelaten.

überhaupt aan vakken in het eerste semester. Deelname is gedefinieerd als deelname aan het tentamen, dat wil zeggen dat de student een cijfer voor het vak heeft gekregen. Het eerste disciplinevak voor de economieopleiding in Amsterdam is statistiek, in Maastricht Marketing en Organisatieleer (mom), en in Utrecht micro-economie. Het GPA (Grade Point Average) voor het eerste semester is berekend door het gewogen gemiddelde van de cijfers voor de verplichte vakken in het eerste semester van de respectievelijke opleidingen. Indien studenten niet deelgenomen hebben aan een vak, telt dit vak met het cijfer 0 mee in het GPA. Het gewicht van de vakken wordt bepaald door het aantal studiepunten van het vak (EC's). Indien aan geen van de vakken in het eerste semester deelgenomen is, is het GPA niet berekend. In de derde kolom van Tabel 6.1 staat de verdeling van de eerstejaarsstudenten naar deelname aan het eerste wiskundevak, het eerste disciplinespecifieke vak en het GPA in het eerste semester.

Voor alle drie de economieopleidingen geldt dat wiskunde een van de vakken is waarmee in het eerste semester begonnen wordt. De deelname van studenten aan wiskunde verschilt tussen universiteiten. Van de 594 eerstejaarsstudenten in Amsterdam hebben er 507 (85%) deelgenomen aan het eerste wiskundevak. Van de 953 eerstejaarsstudenten in Maastricht hebben er 905 (95%) deelgenomen aan het eerste wiskundevak. En van de 359 eerstejaarsstudenten in Utrecht hebben er 296 (89%) deelgenomen aan het eerste wiskundevak. Het percentage eerstejaarsstudenten dat start met de opleiding maar niet deelneemt aan wiskunde verschilt niet noemenswaardig tussen de drie faculteiten. Voor het eerste disciplinespecifieke vak geldt hetzelfde. Het percentage studenten dat deel heeft genomen is respectievelijk 83% (UvA), 95% (UM) en 82% (UU). Als gekeken wordt naar het GPA voor het eerste semester blijkt dat ca. 95% van de studenten deelgenomen heeft aan een of meerdere vakken.

In de vierde kolom van Tabel 6.1 is aangegeven welk percentage van de studenten die deelgenomen heeft aan wiskunde, het disciplinespecifieke vak of aan een of meerdere vakken van het eerste semester de Entreetoets heeft gemaakt. Voor geen van de universiteiten is de score 100%. Het percentage is voor zowel Maastricht als Utrecht relatief hoog omdat bij deze economieopleidingen in principe alle eerstejaars de Entreetoets moeten maken. Voor Amsterdam geldt dat de studenten de Entreetoets vrijwillig konden maken.

Tabel 6.1. Verdeling van de studenten over het eerste wiskundevak, het eerste disciplinespecifieke vak en GPA en naar Entreetoets: UvA, UM en UU.

Universiteit:	Totaal aantal eerstejaars studenten		
		Deelgenomen aan Wiskunde	
			Waarvan deelgenomen aan: Entreetoets
UvA	594	507 (85%)	416 (82%)
UM	953	905 (95%)	871 (96%)
UU	359	318 (89%)	296 (93%)
		Deelgenomen aan het eerste disciplinevak	
			Waarvan deelgenomen aan: Entreetoets
UvA (statistiek)	594	495 (83%)	351 (71%)
UM (mom)	953	908 (95%)	877 (97%)
UU (micro)	359	296 (82%)	274 (93%)
		GPA eerste semester	
			Waarvan deelgenomen aan: Entreetoets
UvA	594	558 (94%)	402 (72%)
UM	953	919 (96%)	885 (96%)
UU	359	335 (93%)	307 (92%)

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

Op basis van het bovenstaande zal de steekproef bestaan uit de studenten die een of meerdere verplichte vakken in het eerste semester hebben gevolgd. Met andere woorden: het GPA is bekend. Er is niet getoetst of deze groep studenten een selecte steekproef vormen.³ Om te bepalen of de groep studenten die een of meerdere verplichte vakken van het eerste semester volgt systematisch afwijkt van de groep studenten die geen enkel verplicht vak van het eerste semester volgt, zijn met name studentspecifieke gegevens nodig die niet beschikbaar zijn. Hierbij kan gedacht worden aan geografische informatie over opleidings- en woonadres, tijdsbesteding door studenten, etc. Gegeven het hoge percentage studenten waarvoor het GPA berekend kan worden, wordt verondersteld dat deze groepen economiestudenten aselekt zijn samengesteld. Of de groep studenten die aan wiskunde en/of aan het eerste disciplinespecifieke vak heeft deelgenomen ook aselekt is samengesteld vraagt om een analyse die buiten het kader van dit onderzoek valt. In de Tabellen 6.2, 6.3 en 6.4 zijn de relevante gegevens opgenomen.⁴

³ Een mogelijkheid daarvoor is een analyse naar de selectiviteitbias a la Heckman (1979).

⁴ In de bijlage is eenzelfde tabel opgenomen met alle gegevens voor alle eerstejaarsstudenten (tabel B1).

In Tabel 6.2 staan de resultaten van het eerste semester van het eerste studiejaar. Er zijn verschillen tussen de universiteiten. Het cijfer voor Wiskunde, het vak dat direct aansluit op het aansluittraject, loopt van een 4,6 gemiddeld voor Amsterdam, via een 4,9 gemiddeld in Utrecht tot een 6,2 gemiddeld in Maastricht. Voor het eerste disciplinespecifieke vak geldt dat de cijfers lopen van een 4.2 voor statistiek in Amsterdam, via een 5.8 voor micro-economie in Utrecht naar een 6.3 in Maastricht voor Marketing & Organizational Learning. Deze vakken verschillen dusdanig in het beroep dat ze doen op de wiskundekennis dat het niet voor de hand ligt om deze resultaten met elkaar te vergelijken. Daarom is, onder de veronderstelling dat een economische opleiding in het eerste jaar niet wezenlijk verschilt tussen de universiteiten, een vergelijking van de behaalde resultaten in het eerste semester een betere maatstaf. Hiervoor is het GPA berekend over het eerste semester. Voor Amsterdam en Maastricht is het GPA voor het 1^{ste} semester gemiddeld een 5,7. Het GPA voor Utrecht is lager, gemiddeld een 4,9. Indien wiskunde deel uitmaakt van het GPA loopt het gemiddelde cijfer voor de verplichte vakken in het eerste semester van een 5,0 in Utrecht, via een 5,7 in Maastricht tot een 6 in Amsterdam.

Tabel 6.2. Gemiddelde en standaarddeviaties van de resultaten in het eerste semester: UM, UvA en UU.

	UvA		UM		UU	
Aantal eerstejaarsstudenten		543		919		335
Resultaten eerste semester	UvA		UM		UU	
Cijfer eerstejaarsvak Wiskunde	4.61	507	6.20	905	4.89	318
Cijfer eerste disciplinevak						
- Economie			5.27	438	5.82	296
- Statistiek	4.23	288				
- Marketing & Organizational Learning			6.29	908		
- Accounting			5.45	829		
GPA						
- vier verplichte vakken 1 ^{ste} semester	5.69	543	5.65	919	4.92	335
- indien wiskunde gevolgd	5.96	507	5.70	905	5.05	318
- alleen gevolgde vakken			5.90	919	5.33	334

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

In Tabel 6.3 staan de resultaten van het aansluittraject. Iets meer dan de helft van de studenten in Amsterdam heeft de Entreetoets gemaakt tegenover ruim meer dan 90% in Maastricht en Utrecht. Het gemiddelde cijfer voor de Entreetoets loopt van een 4 in Amsterdam, via een 5,3 in Utrecht naar een 6 in Maastricht (op een schaal van 0 tot 10). Onderverdeeld naar type opgave blijkt dat algebra en vergelijkingen relatief goed gemaakt zijn terwijl machten, log en differentiëren relatief slecht gemaakt zijn. Er is geen verschil tussen studenten in Maastricht en Utrecht.

Tabel 6.3. Gemiddelde en standaarddeviaties van de resultaten van het aansluittraject: UM, UvA en UU.

	UvA		UM		UU	
Aantal eerstejaarsstudenten		543		919		335
Entreetoets	Mean	N	Mean	N	Mean	N
Deelname aan Entreetoets	51.93%		96.30%		91.64%	
Type Entree toets						
- open vragen, schriftelijk (1)	0		0		100	
- open vragen, digitaal (2)	100		0		0	
- mc vragen, schriftelijk (3)	0		0		0	
- mc vragen, digitaal (4)	0		100		0	
Entree toets						
- NKBW-toets: score (16 vragen)	6.49	282	9.82	885	8.45	307
- NKBW-toets: cijfer (0-10)	4.06		6.13		5.28	
• Algebra (max. 6)	n.a.		67%		3.88	65%
• Machten en log (max. 2)			49%		1.50	41%
• Vergelijkingen (max. 4)			69%		2.21	56%
• Differentiëren (max. 4)			33%		0.82	38%
Tijd besteed aan Entreetoets	n.a.				51.64	292
Remediërend wiskunde onderwijs						
Deelname aan Aansluittraject	50.27%		15.45%		56.72%	
Type aansluittraject:						
- practica	0		0		100	
- summerschool (digitaal; vóór Entree toets)	0		100		0	
- digitale oefen- en toetsomgeving	100		0		0	
Aantal bijeenkomsten / toetsen						
- practica (max. = 4)					2.90	190
- toetsen Maple TA (max. = 20)	13.43	273				
- toetsen Aleks of MathXL						
Tijd besteed aan aansluittraject (uren)	4.03	273	28.98	142	8.97	190
Exittoets						
Deelname aan Exittoets	39.04%		n.a.		46.87%	
Type Exit toets						
- open vragen, schriftelijk (1)	0				0	
- open vragen, digitaal (2)	100				100	
- mc vragen, schriftelijk (3)	0				0	
- mc vragen, digitaal (4)	0				0	
Exit toets						
- NKBW-toets (16 vragen)	9.08	212	n.a.			
	5.68	212	n.a.		5.11	157
Tijd besteed aan Exittoets	n.a.		n.a.		1.12	153

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

Het remediërend wiskunde onderwijs is verschillend geweest bij de drie universiteiten. Amsterdam kende een traject van zelfstudie waarbij gedurende 5 weken in totaal 20 digitale toetsen gemaakt konden worden. In Maastricht bestond de zelfstudie uit een digitale zomerschool. In Utrecht bestond het traject uit practica waarbij met pen en papier opgaven gemaakt werden. Opgemerkt dient te worden dat in Maastricht het remediërend wiskunde onderwijs, de zomerschool, vóór de Entreetoets is geroosterd. In Amsterdam en Utrecht heeft ca. 50% deelgenomen aan het remediërend onderwijs, in Maastricht ca. 15%. Gemiddeld hebben de studenten in Amsterdam 13 van de 20 toetsen gemaakt. In Utrecht hebben de studenten gemiddeld 3 van de 4 practica gevolgd. Er zijn geen gegevens bekend over het gemiddeld aantal gemaakte toetsen in Maastricht. Omgerekend naar de tijd die door de studenten gemiddeld besteed is aan het remediërend wiskunde onderwijs blijkt dat in Amsterdam gemiddeld 4 uur besteed is aan de toetsen⁵, gevolgd door gemiddeld 9 uur aan de practica in Utrecht⁶ en gemiddeld 29 uur aan de zomerschool in Maastricht. De verschillen in de tijd besteed aan het remediërend wiskunde onderwijs tussen de faculteiten zijn fors te noemen. Het derde onderdeel van het aansluittraject bestond uit een Exittoets. Deze is in Amsterdam en Utrecht afgenomen na het remediërende wiskunde onderwijs. In Maastricht is het remediërend wiskunde onderwijs aangeboden voordat de studie economie startte in september. Daardoor zijn de resultaten voor de Entreetoets in Maastricht feitelijk te beschouwen als de Exittoets. De gemiddelde score op de Exittoets in Amsterdam is anderhalve punt hoger dan de score op de Entreetoets. De gemiddelde score op de Exittoets in Utrecht is iets lager dan de score op de Entreetoets. Door de verschillen in chronologische volgorde per aansluittraject, wordt de Exittoets nu niet verder geanalyseerd.⁷

In Tabel 6.4 staan de gegevens van de vooropleiding van de studenten. De vooropleiding van de studenten wordt gemeten aan een drietal kenmerken. Het *niveau* van de vooropleiding voor wiskunde laat verschillen zien tussen de universiteiten. Alle Amsterdamse studenten hebben hun vooropleiding genoten in Nederland, van de Utrechtse studenten heeft ca. 63% een Nederlandse vooropleiding terwijl in Maastricht slechts 28% een opleiding in Nederland heeft gehad. Van de studenten met een Nederlandse vooropleiding heeft in Maastricht 58% wiskunde A gehad, in Amsterdam 68% en in Utrecht 62%. Van de Maastrichtse studenten heeft bijna de helft een vooropleiding in Duitsland gehad tegen ca. 4% in Utrecht. Wiskunde A, Grundkurs (Duitsland), de Standard International Baccalaureaat (IB) en een minor Mathematics kunnen beschouwd worden als een lager niveau van wiskunde tegenover wiskunde B, Leistungskurs en International Baccalaureaat, higher level of math major. Zowel in Maastricht als in Utrecht heeft ca. 31% van de studenten wiskunde op een hoger niveau gehad; in Amsterdam is dat ca. 40%.

⁵ Per toets was maximaal een uur beschikbaar.

⁶ Een practicum duurde 3 uur.

⁷ Zie hoofdstuk 2 voor een uitgebreidere beschrijving van de aansluittrajecten per faculteit.

Tabel 4. Gemiddelde en standaarddeviaties van de gegevens over de vooropleiding: UM, UvA en UU.

	UvA		UM		UU	
Aantal eerstejaars studenten		543		919		335
Vooropleiding	UvA		UM		UU	
Niveau vooropleiding:						
Nederland					%	
- Wiskunde A	57.39	313	18.82	173	41.49	139
- Wiskunde B	41.24	230	8.81	81	25.37	85
Duitsland						
- Grundkurs (with&without math in exam)			35.04	322	3.28	11
- Leistungskurs			13.82	127	0.90	3
International Baccalaureaat						
- Standard (or Math minor)			13.71	126	6.57	22
- Higher level (or Math major)			8.60	79	2.99	10
Anders / onbekend			1.20	11	19.40	61
Totaal		543		919		353
Nederland		543	27.64	254	66.87	224
Duitsland			48.86	449	4.18	14
Overig			23.50	216	28.96	97
Totaal		543	100.00	919	100.00	353
Cijfers (alleen voor Nederlandse studenten)						
Cijfer wiskunde (A en B)	6.70	542	n.a		6.66	224
Cijfer Economie	6.97	485	n.a		6.90	216
Cijfer Nederlands			n.a		6.56	225
Cijfer Engels			n.a		6.81	26
Profiel (alleen voor Nederlandse studenten)	%		%		%	
- Economie en Maatschappij	62.73	340	70.62	149	66.95	152
- Natuur en Gezondheid	20.30	110	18.01	38	21.15	48
- Natuur en Techniek	10.70	58	6.64	14	7.05	16
- Cultuur en Maatschappij	1.48	8	1.42	3	0.88	2
- dubbel profiel	4.80	26	3.32	7	3.96	9
Totaal	100.00	542	100.00	211	100.00	227

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

Van de studenten die hun vooropleiding in Nederland hebben gehad, zijn gegevens bekend van de middelbare schoolvakken wiskunde en economie en van het gevolgde profiel. Zowel in Amsterdam als in Utrecht zijn de *gemiddelde cijfers voor wiskunde en*

economie ongeveer hetzelfde; studenten haalden gemiddeld een 6,7 voor wiskunde (A en B) en een 6,9 voor economie. Ten aanzien van het gevolgde *profiel op de middelbare school* geldt ca. driekwart van de studenten met een Nederlandse opleiding het profiel Economie en Maatschappij heeft gehad, ongeveer een vijfde het profiel Natuur en Gezondheid en maximaal 10% het profiel Natuur en Techniek. Conform verwachting komt het profiel Cultuur en Maatschappij relatief weinig voor. Zonder het aanvullende vak Wiskunde A in dit profiel, geeft dit C&M geen toegang tot een economische studie.

In Tabel 6.5 staan de overige achtergrondkenmerken. De demografische kenmerken zijn niet voor alle faculteiten beschikbaar. De Utrechtse studenten zijn gemiddeld 19 jaar oud. Het verschil tussen Maastricht en Utrecht ten aanzien van sekse is opvallend. Utrecht kent meer dan twee keer zoveel vrouwen als mannen in de studentenpopulatie. Ook ziet de studentenpopulatie naar nationaliteit er verschillend uit. In Utrecht is driekwart van de studenten van Nederlandse afkomst tegen een derde in Maastricht.⁸

Tabel 6.5. Gemiddelde en standaarddeviaties van demografische kenmerken en van de opleiding: UM, UvA en UU.

	UvA		UM		UU	
Aantal eerstejaarsstudenten		543		919		335
Demografische kenmerken	Mean	N	Mean	N	Mean	N
Leeftijd	n.a.		n.a.		19.19	262
Female (1=female, 0=male)	n.a.		0.36	916	0.68	272
Nationaliteit (zie Tabel 6.2)	n.a.		%		%	
- Nederland			33.15	294	75.75	253
- West Europa			64.83	575	7.78	26
w.v. Duitsland			56.26	499	4.79	16
- Oost Europa			1.35	12	8.98	30
- Azië			0.56	5	6.89	23
- Overig			0.11	1	0.60	2
Totaal				887		334
Kenmerken opleiding economie	Mean	N	Mean	N	Mean	N
Opleiding			%		%	
- International Business (IB)			46.08	417		
- Economics (EC)			50.83	460		
- Financial Economics (FI)			3.09	28		
- Economics & Business					48.66	163
Economics (E&BE) – NL					51.34	172
- Economics & Business						
Economics (E&BE) – EN						

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

⁸ Zie tabel B2 in de bijlage voor een uitsplitsing naar nationaliteit voor Maastricht en Utrecht. Voor de UvA zijn de buitenlandse studenten buiten beschouwing gelaten.

De grootste populatie buitenlandse studenten komt in Maastricht uit Duitsland terwijl in Utrecht de buitenlandse studenten relatief gelijk verdeeld zijn over West Europa, Oost Europa en Azië.

Voor Amsterdam zijn geen gegevens bekend over de verschillende richtingen binnen de opleiding economie. In Maastricht start 46% van de eerstejaarsstudenten met de opleiding International Business, 51% met de opleiding Economics en 3% met de opleiding Financial Economics. Utrecht kent maar een opleiding maar die wordt zowel in het Nederlands als in het Engels aangeboden. Van de eerstejaarsstudenten volgt 49% de Nederlandstalige opleiding en 51% de Engelstalige. De Engelstalige opleiding wordt ook gevolgd door studenten met een Nederlandse vooropleiding.

Relatie tussen aansluittraject en resultaten eerste semester

Op basis van de gegevens in Tabel 6.2 kunnen eerste verkennende, bivariate analyses uitgevoerd worden. In Tabel 6.6 staan de resultaten van het eerste semester uitgesplitst naar deelname aan de Entreetoets, participatie in het remediërend wiskunde onderwijs en deelname aan de Exittoets. Voor Amsterdam en Maastricht is het gemiddelde cijfer voor het eerstejaarsvak wiskunde significant hoger als studenten de entreetoets hebben gemaakt. Voor alle drie de faculteiten is het gemiddelde cijfer voor wiskunde hoger voor studenten die deelgenomen hebben aan het remediërend wiskunde onderwijs. Voor de Exittoets geldt hetzelfde: studenten in Amsterdam en Utrecht halen een significant hoger cijfer voor deze toets na het volgen van het remediërend wiskunde onderwijs. De toename in het gemiddelde wiskunde cijfer na het remediërend wiskunde onderwijs is in Amsterdam gemiddeld 0,2 punten en in Utrecht gemiddeld 0,8 punten. Wat opvalt is het verschil in het wiskundecijfer in Utrecht tussen studenten die wel en die niet deelgenomen hebben aan het remediërend onderwijs. Het lijkt alsof het remediërend wiskunde onderwijs niets heeft toegevoegd. Echter, in Utrecht hebben alleen die studenten deelgenomen aan het remediërend wiskunde onderwijs die slecht scoorden op de Entreetoets. Daarnaast vallen de relatief hoge scores in Maastricht op voor studenten indien een onderscheid gemaakt wordt naar deelname aan het remediërend wiskunde onderwijs. Ook hiervoor is een verklaring te vinden in de organisatie van de zomerschool. Duidelijk is dat het remediërend onderwijs bij de drie faculteiten door verschillende groepen studenten gevolgd is.

Relatie tussen Nederlandse vooropleiding en resultaten eerste semester

In Grafiek 6.1 staat een tweede verkennende, bivariate analyse naar het effect van vooropleiding op de resultaten in het eerste semester. Deze analyse kan alleen voor de studenten met een Nederlandse vooropleiding uitgevoerd worden. Zoals uit Tabel 6.2 is gebleken, zijn er relatief weinig studenten met een C&M-profiel en zijn er maar een paar studenten met een dubbel profiel. Hier zal verder geen aandacht aan geschonken worden. Voor alle drie de faculteiten geldt dat het wiskundecijfer altijd hoger is voor studenten met een vwo-N profiel dan voor studenten met een vwo-M profiel (E&M). Voor het disciplinespecifieke vak maakt het uit in hoeverre daarbij een beroep gedaan wordt op wiskundige kennis. Het verschil tussen Amsterdam (statistiek) en Maastricht

(Marketing en Organisatieleer) is opvallend en verklaarbaar. Als gekeken wordt naar het GPA, dan worden de verschillen tussen de profielen conform verwachting kleiner maar ze verdwijnen niet. Het GPA is gebaseerd op de verplichte vakken in het eerste semester die niet allemaal in dezelfde mate een beroep doen op wiskundige kennis en vaardigheden.

Tabel 6.6. Verschil in resultaten in het eerste semester naar deelname aan Entreetoets, remediërend wiskunde onderwijs en Exittoets: UvA, UM, UU.

	Deelname: nee	Deelname: ja	t-toets op verschil
Cijfer eerstejaarsvak Wiskunde			p-waarde
	Deelname Entreetoets		
UvA	4.73	5.93	0.0000
UM	4.79	6.26	0.0003
UU	4.545	4.92	0.4877
	Deelname remediërend wiskunde onderwijs		
UvA	4.59	5.95	0.0000
UM	6.10	6.78	0.0014
UU	5.90	4.16	0.0000
	Deelname Exittoets		
UvA	4.72	6.15	0.0000
UM			
UU	4.10	5.74	0.0000
Cijfer disciplinespecifieke vak			p-waarde
	Deelname Entreetoets		
UvA	3.73	4.48	0.0071
UM	5.74	6.31	0.0075
UU	5.52	5.85	0.4354
	Deelname remediërend wiskunde onderwijs		
UvA	3.51	4.48	0.0014
UM	6.24	6.61	0.0005
UU	6.42	5.36	0.0000
	Deelname Exittoets		
UvA	3.66	4.63	0.0003
UM			
UU	5.46	6.20	0.0008
GPA - vier verplichte vakken 1^{ste} semester			p-waarde
	Deelname Entreetoets		
UvA	5.39	5.98	0.0000
UM	4.38	5.70	0.0000
UU	4.33	4.97	0.1205
	Deelname remediërend wiskunde onderwijs		
UvA	5.36	6.02	0.0000
UM	5.560006	6.16	0.0003
UU	5.48	4.50	0.0000
	Deelname Exittoets		

UvA	5.35	6.22	0.0000
UM			
UU	4.21	5.73	0.0000

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

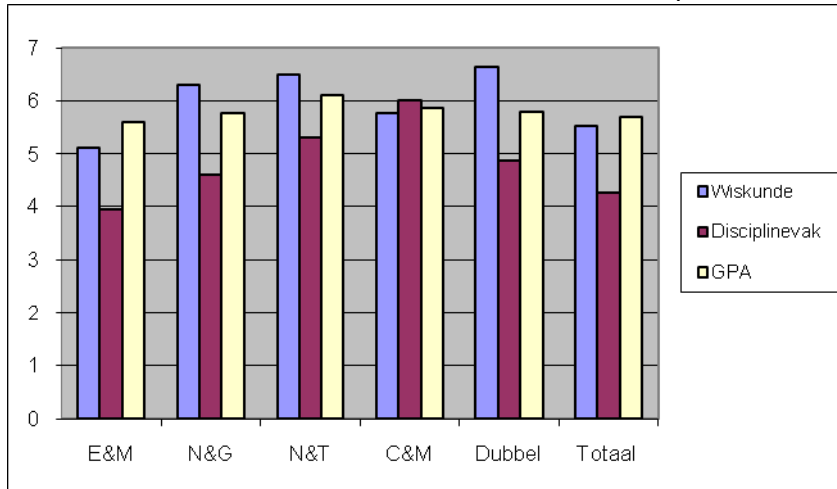
In de volgende paragraaf worden aan de hand van multivariate regressieanalyses de cijfers voor het wiskundevak, het eerste disciplinespecifieke vak en het GPA verklaard uit studentspecifieke kenmerken, kenmerken van de vooropleiding, kenmerken van het aansluittraject en kenmerken van de opleiding. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen analyses waarbij voor de drie universiteiten alle gegevens beschikbaar zijn en analyses waarbij per universiteit alle beschikbare gegevens gebruikt worden. Tevens wordt er waar mogelijk een onderscheid gemaakt tussen studenten met een Nederlandse vooropleiding en studenten met een opleiding in het buitenland.

6.1.3 Resultaten

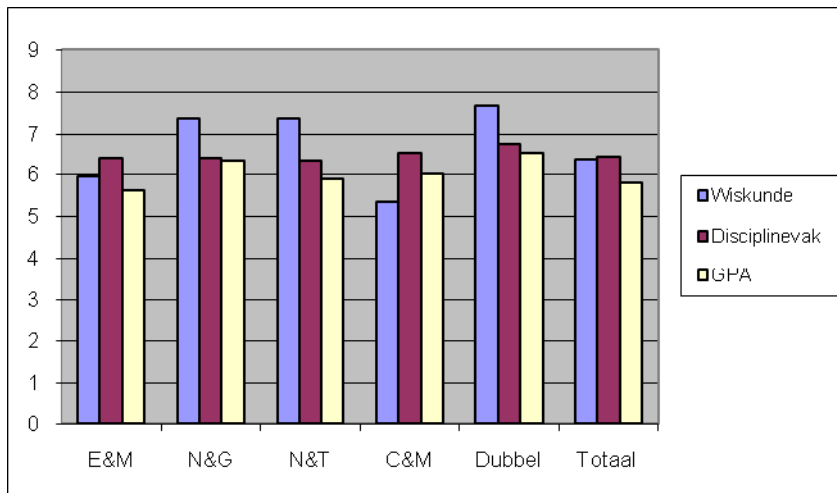
In deze paragraaf worden drie multivariate analyses gepresenteerd ter verklaring van de prestaties in het eerste semester van de economische studie. De eerste analyse heeft betrekking op alle eerstejaarsstudenten en meet het effect van deelname aan het aansluittraject. In de tweede analyse staat het resultaat voor de Entreetoets centraal. Deze analyse wordt uitgevoerd voor de eerstejaarsstudenten die deelgenomen hebben aan de Entreetoets. De derde analyse heeft betrekking op de inzet van de studenten bij het remediërend wiskunde onderwijs. Hier staan de eerstejaarsstudenten centraal die deelgenomen hebben aan het remediërend onderwijs. Waar mogelijk en relevant worden beschikbare achtergrond kenmerken opgenomen, zoals studentspecifieke kenmerken, kenmerken van de vooropleiding en kenmerken van de opleiding

Bij zowel de tweede als de derde analyse wordt de steekproef van eerstejaarsstudenten bepaald door respectievelijk deelname aan de entreetoets en deelname aan het remediërend wiskunde onderwijs. Dat betekent dat er sprake kan zijn van selecte steekproeven, waardoor de resultaten niet causaal interpreteerbaar zijn. Voor de tweede analyse kan aangenomen worden dat de deelsteekproeven aselekt zijn samengesteld. Voor Maastricht en Utrecht geldt dat in principe alle eerstejaars de entreetoets gemaakt hebben. Voor Amsterdam geldt dat de Entreetoets met nadruk aangeboden is aan alle eerstejaarsstudenten. Geen van de steekproeven die in de derde analyse geanalyseerd wordt, is op voorhand aselekt. Ten aanzien van deelname aan het remediërend wiskunde onderwijs geldt dat bij de drie faculteiten verschillende groepen studenten daar aan deelnemen. In Amsterdam betreft het studenten die vrijwillig de toetsen maken. In Maastricht betreft het studenten die vrijwillig deelnemen aan de zomerschool, voordat de studie economie begint. In Utrecht hebben alleen de studenten die een relatief lage score voor de entreetoets haalden, deelgenomen. Een analyse van de selectiviteitbias hier vergt echter informatie die niet voorhanden is. Desalniettemin geven de resultaten een inzicht in het effect van de inzet van de studenten in het remediërend wiskunde onderwijs op de behaalde resultaten.

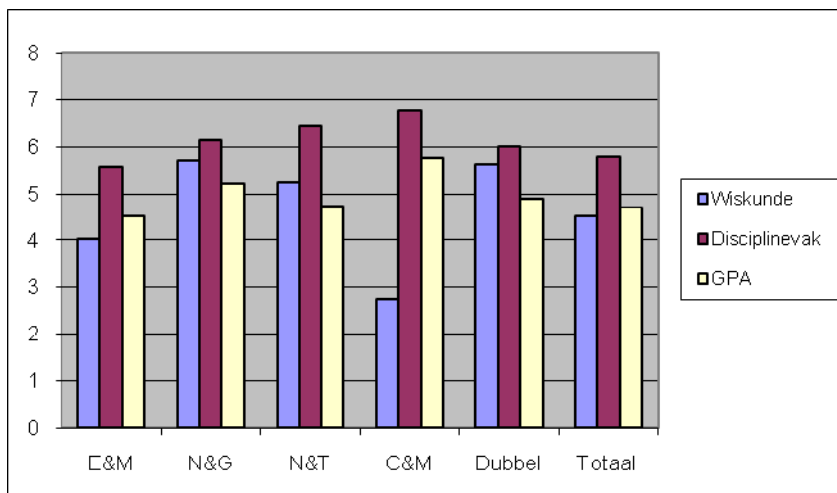
Grafiek 6.1. Resultaten in het eerste semester naar profielkeuze: Nederlandse studenten



Grafiek 7.7a. Amsterdam



Grafiek 6.1b. Maastricht



Grafiek 6.1c. Utrecht

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

Deelname aan de Entreetoets en het remediërend wiskunde onderwijs

In Tabel 6.7 staan de resultaten van regressieanalyses ter verklaring van het wiskundecijfer voor de drie universiteiten. Voor Amsterdam en Maastricht geldt dat deelname aan de Entreetoets een significant positief effect heeft op het wiskundecijfer. Degenen die deelgenomen hebben, hebben gemiddeld een punt hoger voor wiskunde. Deelname aan de entreetoets heeft geen voorspellende werking voor het wiskundecijfer in Utrecht. Voor alle drie de faculteiten geldt dat deelname aan het remediërend onderwijs het wiskundecijfer significant beïnvloedt. Voor Amsterdam en Maastricht is de invloed positief, voor Utrecht negatief. Voor zowel Maastricht als Amsterdam geldt dat deelname aan het remediërend wiskunde onderwijs of generiek geldt (UM) of aselekt is (UvA). Elke student die deelneemt aan het remediërend wiskunde onderwijs zal zijn kennis en vaardigheden vergroten en dus beter toegerust zijn voor een economische studie. Voor Utrecht geldt dat de studenten die deelnemen aan het remediërend wiskunde onderwijs de studenten zijn met een relatief lage score voor de diagnostisch entreetoets. Naarmate de wiskundige kennis en vaardigheid bij de start van de studie minder aanwezig is, zullen de wiskundecijfers lager zijn. Als de vooropleiding van de studenten een relatief hoger niveau wiskunde bevatte dan Wiskunde A dan heeft dat een positief effect op het wiskundecijfer (wiskunde B, Leistungskurs, IB higher math en Major Mathematics). Voor Maastricht geldt dat wiskunde op het niveau van IB standard of Minor leidt een lager wiskundecijfer dan wiskunde A, ceteris paribus. Studenten uit het buitenland, anders dan uit Duitsland, doen het in Maastricht relatief slechter. Voor Utrecht geldt dat ook wiskunde op het niveau van IB standaard of Minor ten opzichte van wiskunde A leidt tot een hoger wiskundecijfer. Studenten met een vooropleiding in het buitenland doen het, ongeacht hun wiskundeniveau, beter dan studenten met wiskunde A.

In Tabel 6.8 staan de resultaten van regressieanalyses ter verklaring van het eerste disciplinespecifieke vak voor de drie universiteiten. Alleen voor Amsterdam geldt dat deelname aan de diagnostische Entreetoets leidt tot een significant hoger cijfer voor het eerste disciplinevak (statistiek). Voor Maastricht (mom) en Utrecht (micro-economie) wordt geen significant effect gevonden van deelname aan de Entreetoets. Dit is conform de verwachting omdat in Maastricht en Utrecht in principe elke student deelneemt aan de Entreetoets. Deelname aan het remediërend wiskunde onderwijs leidt bij Amsterdam en Maastricht tot een significant positief effect op het wiskundecijfer maar bij Utrecht tot een significant negatief effect. In Utrecht nemen alleen de relatief zwakke studenten deel aan het remediërend wiskunde onderwijs. Als gekeken wordt naar de het wiskundeniveau van de vooropleiding geldt, dat het beeld niet direct eenduidig is. Voor Amsterdam geldt dat studenten met Wiskunde B een hoger cijfer voor het eerste disciplinespecifieke cijfer hebben dan studenten met wiskunde A. Voor Maastricht geldt dat het effect positief is voor studenten uit Duitsland, maar negatief voor studenten uit de rest van de wereld. Voor Utrecht geldt dat het effect positief is voor studenten met wiskunde B en voor studenten met een hoger wiskundeniveau, anders dan voor Duitse studenten.

Tabel 6.7. Resultaten van regressieanalyse ter verklaring van het cijfer voor het eerste wiskundevak – deelname Entreetoets & remediërend wiskunde onderwijs: UvA, UM, UU.

	UvA	UM	UU
Deelname Entreetoets	0.841*** (3.52)	0.934** (2.25)	0.378 (0.79)
Deelname remediërend wiskunde onderwijs	1.368*** (5.55)	0.607*** (2.97)	-1.265*** (-4.86)
Vooropleiding:			
- Wiskunde A (NL)	-	-	-
- Wiskunde B (NL)	1.562*** (6.80)	1.390*** (4.68)	1.561*** (5.01)
- Grundkurs (D)		0.244 (1.16)	0.929 (1.32)
- Leistungskurs (D)		1.693*** (6.57)	2.866** (2.28)
- Standard (or Math minor) (IB)		-0.975*** (-3.76)	1.479*** (2.92)
- Higher level (or Math major) (IB)		0.312 (1.04)	3.068*** (4.20)
- Anders / onbekend		-1.483* (-1.83)	1.410*** (4.14)
Constante	3.442*** (13.86)	4.886*** (11.24)	4.354*** (8.27)
Observations	357	905	318
R2_adjusted	0.205	0.132	0.217

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

In Tabel 6.9 staan de resultaten van regressieanalyses ter verklaring van het GPA voor de drie universiteiten. Gegeven de verdeling van de buitenlandse studenten naar land van vooropleiding, blijkt een hoger wiskundeniveau bij de vooropleiding c.p. te leiden tot een hoger cijfer voor het eerste disciplinespecifiek vak. Het effect van het wiskundeniveau van de vooropleiding op GPA verschilt per faculteit. Voor Amsterdam geldt dan studenten met wiskunde B een hoger GPA hebben dan studenten met wiskunde A. Voor Maastricht geldt dat studenten met een wiskundevooropleiding anders dan wiskunde A een hoger GPA hebben. Voor Utrecht geldt dat studenten met wiskunde B of met een hoger wiskundeniveau in het buitenland een hoger GPA hebben dan studenten met wiskunde A.

Tabel 6.8. Resultaten ter verklaring van het cijfer voor het eerste disciplinespecifieke vak - deelname Entreetoets & remediërend wiskunde onderwijs: UvA, UM, UU.

	UvA Statistiek	UM Marketing en Organisatieleer	UU Micro-economie
Deelname Entreetoets	0.512* (1.86)	0.313 (1.44)	0.423 (1.04)
Deelname remediërend wiskunde onderwijs	1.006*** (3.35)	0.280*** (2.62)	-0.857*** (-3.80)
Vooropleiding:			
- Wiskunde A (NL)	-	-	-
- Wiskunde B (NL)	1.084*** (4.10)	0.077 (0.50)	0.557** (2.04)
- Grundkurs (D)		0.106 (0.97)	-0.765 (-1.34)
- Leistungskurs (D)		0.314** (2.35)	0.908 (0.85)
- Standard (or Math minor) (IB)		-0.441*** (-3.29)	-0.102 (-0.24)
- Higher level (or Math major) (IB)		-0.313** (-2.03)	1.434** (2.32)
- Anders / onbekend		-1.265*** (-3.13)	0.297 (0.99)
Constante	2.737*** (8.90)	5.959*** (26.36)	5.693*** (13.07)
Observations	288	908	296
R2_adjusted	0.093	0.060	0.093

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

Geconcludeerd kan worden dat deelname aan de Entreetoets alleen een positief effect heeft op resultaten van de studie economie in het eerste jaar als deelname vrijwillig is. Deelname aan het remediërend wiskunde onderwijs heeft een positief effect als alle studenten deelnemen maar een negatief effect als alleen de studenten die relatief zwak zijn wiskunde deelnemen. Naarmate het wiskundeniveau van de vooropleiding hoger is, leidt dit tot hogere cijfers in het eerste semester naarmate de vakken een groter beroep doen op wiskundige kennis en vaardigheden.

Tabel 6.9. Resultaten van regressieanalyse ter verklaring van het GPA - deelname Entreetoets & remediërend wiskunde onderwijs: UvA, UM, UU.

	UvA	UM	UU
Deelname Entreetoets	0.396*** (3.20)	0.841*** (2.67)	0.605 (1.53)
Deelname remediërend wiskunde onderwijs	0.574*** (4.58)	0.457*** (2.90)	-0.771*** (-3.32)
Vooropleiding:			
- Wiskunde A (NL)	-	-	-
- Wiskunde B (NL)	0.455*** (3.92)	0.637*** (2.80)	0.580** (2.06)
- Grundkurs (D)		0.275* (1.71)	0.777 (1.24)
- Leistungskurs (D)		1.177*** (5.95)	1.855 (1.59)
- Standard (or Math minor) (IB)		-0.848*** (-4.28)	0.655 (1.43)
- Higher level (or Math major) (IB)		-0.117 (-0.51)	2.250*** (3.34)
- Anders / onbekend		-1.567*** (-2.81)	0.562* (1.85)
Constante	5.005*** (46.54)	4.602*** (13.93)	4.394*** (10.31)
Observations	543	919	335
R2_adjusted	0.093	0.130	0.087

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

In Tabel 6.10 staan de resultaten van regressieanalyses ter verklaring van het wiskundecijfer, het eerste disciplinespecifieke vak en GPA voor de drie universiteiten waarbij tevens gecorrigeerd is voor demografische kenmerken. Deze analyse kan alleen voor Maastricht en Utrecht uitgevoerd worden. Het beeld ten aanzien van deelname aan de entreetoets en het remediërend onderwijs, en ten aanzien van het niveau van de wiskunde vooropleiding verandert niet wezenlijk. In Utrecht hebben oudere studenten een relatief lager wiskundecijfer dan jongere studenten. Meisjes doen het in Maastricht beter bij Marketing en Organisatieleer, een minder wiskundig georiënteerd vak dan wiskunde, dan jongens. In Utrecht is er geen verschil naar sekse. Voor Maastricht is er geen verschil tussen Nederlandse studenten en studenten uit West-Europa, dat wil meestal zeggen uit Duitsland. Studenten uit Oost-Europa doen het in Maastricht minder goed dan studenten met een Nederlandse nationaliteit. Voor Utrecht geldt dat studenten uit West-Europa hogere cijfers voor wiskunde en GPA halen dan studenten uit Nederland. Studenten uit Oost-Europa halen in Utrecht hogere cijfer voor GPA dan studenten uit Nederland.

Geconcludeerd kan worden dat het effect van leeftijd en sekse op de resultaten in het eerste semester niet eenduidig is. Het effect van nationaliteit is eveneens niet eenduidig. Studenten uit Oost-Europa lijken het in Maastricht minder goed te doen dan studenten uit Nederland. Studenten uit West- en Oost-Europa lijken het in Utrecht beter te doen dan studenten uit Nederland.

In Tabel 6.11 staan de resultaten van regressieanalyses ter verklaring van de resultaten in het eerste semester voor de drie universiteiten voor studenten met een Nederlandse vooropleiding. Deze analyse kan alleen voor Amsterdam en Utrecht uitgevoerd worden. De vooropleiding kan gekarakteriseerd worden naar niveau en resultaat van het middelbare schoolvak wiskunde en naar profielkeuze. Voor Amsterdam is er geen verandering in het positieve effect van deelname aan zowel de entreetoets als het remediërende wiskunde onderwijs op de prestaties. Daarenboven leidt een hoger cijfer voor wiskunde op de middelbare school tot significant hogere resultaten in het eerste semester. Een punt meer voor wiskunde op de middelbare school leidt tot meer dan een punt hoger voor het eerstejaarsvak wiskunde, iets minder dan een vol punt voor het eerste disciplinespecifieke vak en een half punt hoger GPA. In Utrecht verandert het patroon door het toevoegen van informatie over de vooropleiding. Deelname aan de entreetoets heeft nu een significante positieve invloed op het eerste disciplinespecifieke vak en voor het GPA. Naarmate het cijfer voor wiskunde op de middelbare school hoger is, zijn de prestaties van studenten in het eerste semester hoger. Noch voor Amsterdam noch voor Utrecht is er een significant effect van profielkeuze behoudens een beter resultaat voor statistiek in Amsterdam voor studenten met een vwo N&T-profiel.

In Tabel 6.12 staan de resultaten van regressieanalyses ter verklaring van de resultaten in het eerste semester voor de drie universiteiten waarbij tevens gecorrigeerd is voor het type opleiding. Deze analyse kan alleen voor Maastricht en Utrecht uitgevoerd worden. In Maastricht kunnen de studenten kiezen uit drie opleidingen: International Business (IB), Economie (EC), Financiële Economie (FE). De laatste opleiding is de kleinste. In Utrecht kunnen de studenten kiezen tussen een Nederlandstalige en een Engelstalige bachelor. Zowel voor Maastricht als Utrecht veranderen de effecten van deelname aan entreetoets, remediërend wiskunde onderwijs en vooropleiding niet. In Maastricht hebben studenten EC en FE een lager cijfer zowel voor het eerste disciplinespecifieke vak als voor het totale eerste semester dan studenten IB. Dat kan oplopen tot ruim 1 punt lager. In Utrecht hebben studenten die de Engelstalige bachelor doen hogere cijfers dan studenten die de Nederlandstalige bachelor doen.

Tabel 6.10. Resultaten van regressieanalyse voor UvA, UM, UU.

	UvA n.a.	UM Wiskunde	UM MoM	UM GPA	UU Wiskunde	UU Micro-eco	UU GPA
Deelname Entreetoets		1.061** (2.55)	0.315 (1.44)	0.915*** (2.87)	* (-1.84)	* (-0.17)	* (-0.27)
Deelname remediërend onderwijs		0.537*** (2.63)	0.265** (2.47)	0.405** (2.54)	-1.037*** (-3.34)	-0.779*** (-2.96)	-0.631** (-2.28)
Demografische kenmerken							
Leeftijd					-0.120* (-1.84)	-0.008 (-0.17)	-0.014 (-0.27)
Sekse (Female=1)		-0.093 (-0.60)	0.144* (1.79)	0.141 (1.18)	-0.388 (-1.22)	0.350 (1.28)	-0.236 (-0.82)
Nationaliteit:							
- Nederland		-	-	-	-	-	-
- West-Europa		0.306 (0.82)	-0.212 (-1.09)	0.080 (0.28)	1.410* (1.70)	0.991 (1.42)	1.668** (2.26)
- Oost-Europa		-1.680** (-2.35)	-0.813** (-2.18)	-1.032* (-1.86)	0.505 (0.76)	0.606 (1.14)	1.038* (1.79)
- Azië		0.351 (0.31)	-0.884 (-1.49)	-0.153 (-0.17)	1.304 (1.44)	0.612 (0.83)	0.982 (1.22)
- Overig		0.755 (0.35)	-0.606 (-0.53)	-2.027 (-1.19)	0.589 (0.27)		0.405 (0.20)
Vooropleiding							
- Wiskunde A (NL)		-	-	-	-	-	-
- Wiskunde B (NL)		1.390*** (4.76)	0.074 (0.48)	0.633*** (2.79)	1.456*** (4.01)	0.560* (1.76)	0.392 (1.19)
- Grundkurs(D)		-0.028 (-0.07)	0.309 (1.42)	0.200 (0.62)	-0.807 (-0.78)	-1.827** (-2.15)	-1.087 (-1.18)
- Leistungskurs (D)		1.442*** (3.25)	0.551** (2.38)	1.139*** (3.33)	1.531 (0.87)	-0.368 (-0.25)	0.045 (0.03)
- IB - Standard (Math minor)		-1.023** (-2.56)	-0.264 (-1.27)	-0.767** (-2.51)	0.587 (0.87)	-0.508 (-0.94)	-0.387 (-0.66)
- IB - Higher level (Math major)		0.238 (0.53)	-0.176 (-0.76)	-0.102 (-0.30)	2.262** (2.26)	0.692 (0.83)	0.901 (1.00)
- Anders / onbekend		-1.345 (-1.43)	-0.731 (-1.58)	-1.533** (-2.40)	0.716 (1.32)	-0.093 (-0.21)	-0.267 (-0.59)
Constante		4.800*** (11.01)	5.911*** (25.91)	4.488*** (13.40)	7.242*** (5.51)	5.995*** (6.22)	5.469*** (5.22)
Observations		873	875	886	227	212	236
R2_adj		0.130	0.059	0.120	0.206	0.087	0.071

* De studenten waarvoor de demografische informatie bekend is, hebben allemaal deelgenomen aan de Entreetoets.

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

Tabel 6.11. Resultaten van regressieanalyse ter verklaring van de resultaten in het eerste semester – deelname Entreetoets & deelname remediërend wiskunde onderwijs & uitgebreide vooropleiding: UvA, UM, UU.

	UvA Wiskunde	UvA Statistiek	UvA GPA	UM n.a.	UU Wiskunde	UU Micro- economie	UU GPA
Deelname Entreetoets	0.772*** (3.66)	0.488* (1.92)	0.446*** (3.92)		0.933 (1.65)	0.735* (1.65)	0.968** (2.08)
Deelname remediërend wiskunde onderwijs	1.163*** (5.34)	1.035*** (3.71)	0.537*** (4.66)		-0.484 (-1.50)	-0.488* (-1.74)	-0.303 (-1.00)
Vooropleiding							
Niveau:							
- Wiskunde A (NL)	-	-	-		-	-	-
- Wiskunde B (NL)	1.810*** (5.21)	1.163*** (2.79)	0.534*** (2.91)		2.254*** (3.89)	0.777 (1.60)	1.113** (2.07)
Profiel:							
- E&M							
- N&G	-0.006 (-0.02)	0.075 (0.15)	-0.145 (-0.70)		-0.428 (-0.69)	-0.084 (-0.16)	-0.295 (-0.51)
- N&T	0.473 (0.98)	1.046* (1.83)	0.217 (0.92)		-0.674 (-0.91)	0.619 (0.96)	-0.490 (-0.69)
- C&M	1.667* (1.80)	2.854** (2.50)	0.433 (1.01)		-1.706 (-1.16)	0.718 (0.59)	0.876 (0.62)
- dubbel	0.773 (1.54)	0.737 (1.27)	-0.010 (-0.04)		-0.135 (-0.16)	-0.173 (-0.25)	-0.610 (-0.80)
Cijfer wiskunde middelbare school	1.081*** (10.41)	0.885*** (7.21)	0.553*** (10.41)		0.819*** (4.95)	0.691*** (4.77)	0.631*** (4.09)
Constante	-3.835*** (-5.27)	-3.475*** (-3.91)	1.263*** (3.41)		-2.213* (-1.67)	0.460 (0.40)	-0.508 (-0.42)
Observations	356	287	541		213	195	224
R2_adjusted	0.392	0.245	0.249		0.260	0.165	0.110

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

Tabel 6.12. Resultaten van regressieanalyse ter verklaring van de resultaten in het eerste semester – deelname Entreetoets & deelname remediërend wiskunde onderwijs & type opleiding: UvA, UM, UU.

	UvA n.a.	UM Wiskunde	UM MoM	UM GPA	UU Wiskunde	UU Micro- economie	UU GPA
Deelname Entreetoets		0.923** (2.22)	0.263 (1.22)	0.879*** (2.84)	0.411 (0.86)	0.480 (1.18)	0.637 (1.60)
Deelname remediërend onderwijs		0.616*** (3.01)	0.283*** (2.70)	0.446*** (2.92)	-1.234*** (-4.76)	-0.835*** (-3.71)	-0.759*** (-3.27)
Vooropleiding							
Niveau:							
- Wiskunde A (NL)		-	-	-	-	-	-
- Wiskunde B (NL)		1.354*** (4.53)	0.028 (0.18)	0.607*** (2.72)	1.597*** (5.14)	0.585** (2.15)	0.600** (2.13)
- Grundkurs(D)		0.141 (0.64)	-0.033 (-0.29)	0.067 (0.41)	0.594 (0.82)	-0.992* (-1.69)	0.628 (0.98)
- Leistungskurs (D)		1.601*** (6.06)	0.204 (1.51)	1.008*** (5.12)	2.465* (1.95)	0.638 (0.60)	1.678 (1.43)
- IB Standard (Math minor)		-1.052*** (-3.99)	-0.540*** (-4.00)	-0.980*** (-4.99)	1.090** (2.03)	-0.363 (-0.79)	0.483 (0.99)
- IB Higher level (Math major)		0.240 (0.79)	-0.418*** (-2.69)	-0.231 (-1.02)	2.698*** (3.61)	1.186* (1.87)	2.086*** (3.02)
- Anders / onbekend		-1.590* (-1.96)	-1.621*** (-3.58)	-1.640*** (-2.71)	1.147*** (3.17)	0.141 (0.45)	0.457 (1.43)
Economie Opleiding							
Type opleiding							
- International Business (IB)		-	-	-			
- Economics (EC)		-0.136 (-0.90)	-0.308*** (-4.02)	-0.528*** (-4.72)			
- Financial Economics (FI)		-0.716 (-1.60)	-0.818*** (-3.61)	-1.124*** (-3.38)			
- E&BE – NL					-	-	-
- E&BE - NL					0.591** (2.08)	0.411* (1.68)	0.269 (1.07)
Constant		5.057*** (11.26)	6.293*** (27.18)	5.041*** (15.06)	4.099*** (7.62)	5.473*** (12.07)	4.259*** (9.58)
Observations		905	895	905	318	296	335
R2_adjusted		0.133	0.087	0.156	0.225	0.098	0.088

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

Resultaat Entreetoets en deelname aan het remediërend wiskunde onderwijs

In Tabellen 6.13, 6.14 en 6.15 staan de resultaten van regressieanalyses ter verklaring van de resultaten in het eerste semester voor de studenten van de drie universiteiten die de Entreetoets gemaakt hebben. Naarmate de entreetoets beter gemaakt is, zijn de resultaten in het eerste semester hoger. Een punt hoger voor de Entreetoets leidt tot een gemiddelde toename in het wiskundecijfer van 0,1 in Amsterdam, via 0,6 in Maastricht tot 0,3 in Utrecht. Voor het eerste disciplinespecifieke vak is de toename in het cijfer 0,2 punt voor Maastricht en 0,1 voor Utrecht. Het GPA volgt het beeld van wiskunde: een toename van 0,1, in Amsterdam, 0,4 in Maastricht en 0,3 in Utrecht.

Tabel 6.13. Resultaten van regressieanalyse ter verklaring van het cijfer voor het eerste wiskundevak – score Entreetoets & deelname remediërend wiskunde onderwijs: UvA, UM, UU.

	UvA	UM	UU
	Wiskunde	Wiskunde	Wiskunde
Score Entreetoets (0-10)	0.127** (2.19)	0.569*** (14.14)	0.266*** (3.95)
Deelname remediërend wiskunde onderwijs	1.619*** (5.41)	0.316* (1.69)	-0.596* (-1.91)
Vooropleiding:			
- Wiskunde A (NL)	-	-	-
- Wiskunde B (NL)	1.037*** (3.78)	0.482* (1.73)	1.037*** (3.14)
- Grundkurs (D)		0.197 (1.02)	0.891 (1.30)
- Leistungskurs (D)		0.832*** (3.40)	2.949** (2.42)
- Standard (or Math minor) (IB)		-1.066*** (-4.46)	1.151** (2.32)
- Higher level (or Math major) (IB)		-0.143 (-0.52)	2.299*** (3.15)
- Anders / onbekend		-0.765 (-0.54)	0.903** (2.54)
Constante	3.764*** (10.42)	2.635*** (9.68)	3.205*** (6.63)
Observations	233	871	296
R2_adjusted	0.168	0.281	0.247

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

Deelname aan het remediërend wiskunde onderwijs leidt tot betere resultaten voor de studenten uit Amsterdam en Maastricht. In Amsterdam halen studenten een gemiddeld 1,6 punt hoger cijfer voor wiskunde, in Maastricht gemiddeld 0,3 punten meer. Voor het eerste disciplinespecifieke vak halen de studenten die deelnemen aan het remediërende

wiskunde onderwijs in Amsterdam gemiddeld een 1,1 hoger cijfer en in Maastricht 0,2 hoger. Utrechtse studenten die deelnemen aan het remediërend wiskunde onderwijs hebben lagere resultaten in het eerste semester dan studenten die het remediërend wiskunde onderwijs niet hebben gevolgd. Opnieuw geldt dat deze studenten overall zwakker zijn in wiskunde en dat het verschil met de studenten die beter zijn in wiskunde en dus niet deelnemen aan het remediërend onderwijs, niet verdwijnt door sec deel te nemen aan het remediërend wiskunde onderwijs. Studenten die tijdens hun vooropleiding wiskunde op een hoger niveau hebben gevolgd, hebben betere resultaten in het eerste semester. Geconcludeerd kan worden dat de score op de Entreetoets een voorspellende waarde heeft voor het resultaat in het eerste semester; zowel voor individuele vakken als voor het GPA. Het effect van deelname aan het remediërend wiskunde onderwijs wordt bepaald door de groep studenten die daaraan deelneemt.

Tabel 6.14. Resultaten van regressieanalyse ter verklaring van het cijfer voor het eerste disciplinespecifieke vak – score Entreetoets & deelname remediërend wiskunde onderwijs: UvA, UM, UU.

	UvA Statistiek	UM MoM	UU Micro- economie
	14	14	14
Score Entreetoets	0.039 (0.57)	0.206*** (9.45)	0.127** (2.11)
Deelname remediërend wiskunde onderwijs	1.076*** (2.76)	0.187* (1.82)	-0.512* (-1.86)
Vooropleiding:			
- Wiskunde A (NL)	-	-	-
- Wiskunde B (NL)	0.672** (2.11)	-0.257* (-1.67)	0.224 (0.75)
- Grundkurs (D)		0.093 (0.88)	-0.786 (-1.38)
- Leistungskurs (D)		0.010 (0.08)	0.899 (0.85)
- Standard (or Math minor) (IB)		-0.456*** (-3.50)	-0.292 (-0.67)
- Higher level (or Math major) (IB)		-0.463*** (-3.08)	1.047 (1.64)
- Anders / onbekend		-1.049* (-1.92)	-0.006 (-0.02)
Constante	3.196*** (6.77)	5.111*** (34.60)	5.411*** (12.69)
Observations	192	877	274
R2_adj	0.045	0.134	0.095

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

Tabel 6.15. Resultaten van regressieanalyse ter verklaring van het GPA – score Entreetoets & deelname remediërend wiskunde onderwijs: UvA, UM, UU.

	UvA GPA	UM GPA	UU GPA
Score Entreetoets	0.093*** (2.73)	0.404*** (12.95)	0.266*** (3.95)
Deelname remediërend wiskunde onderwijs	0.628*** (3.92)	0.274* (1.86)	-0.596* (-1.91)
Vooropleiding:			
- Wiskunde A (NL)	-	-	-
- Wiskunde B (NL)	-0.028 (-0.18)	-0.034 (-0.16)	1.037*** (3.14)
- Grundkurs (D)		0.223 (1.48)	0.891 (1.30)
- Leistungskurs (D)		0.546*** (2.86)	2.949** (2.42)
- Standard (or Math minor) (IB)		-0.899*** (-4.83)	1.151** (2.32)
- Higher level (or Math major) (IB)		-0.450** (-2.09)	2.299*** (3.15)
- Anders / onbekend		-1.498* (-1.91)	0.903** (2.54)
Constante	5.172*** (27.04)	3.196*** (15.16)	3.205*** (6.63)
Observations	282	885	296
R2_adj	0.066	0.249	0.247

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

Resultaat Entreetoets en de inzet student bij het remediërend wiskunde onderwijs

In Tabel 6.16 staan de resultaten van regressieanalyses ter verklaring van de resultaten in het eerste semester voor de drie universiteiten voor de studenten die zowel de entreetoets gemaakt hebben als het remediërend wiskunde onderwijs gevolgd hebben. Naarmate de entreetoets beter gemaakt is, is het cijfer voor wiskunde hoger bij alle faculteiten. In Maastricht leidt een hogere score voor de entreetoets tot zowel een hoger cijfer voor het eerste disciplinespecifieke vak als een hoger GPA. In Utrecht leidt een hogere score voor de entreetoets tot een hoger GPA. De inzet bij het remediërend onderwijs verschilt per faculteit. In Amsterdam maken de studenten maximaal 20 digitale toetsen, in Maastricht volgen studenten digitale de zomerschool en in Utrecht volgen de studenten maximaal 4 practica (met pen en papier). Daarnaast is de tijd die studenten aan het remediërend wiskunde onderwijs hebben besteed voor alle drie de faculteiten bekend. Naarmate de tijd die besteed wordt aan het remediërend wiskunde

onderwijs toeneemt, is het cijfer voor wiskunde, voor het disciplinespecifieke vak en het GPA op alle faculteiten hoger. Voor Utrecht verandert het effect van het remediërend onderwijs van teken. Het sec volgen van het remediërend wiskunde onderwijs heeft een negatief effect op de resultaten. Echter, conditioneel op het volgen van het remediërend wiskunde onderwijs, blijkt dat de inzet een positief effect heeft. Hoe meer tijd er besteed wordt aan het remediërende wiskunde onderwijs, hoe beter de resultaten worden.

Geconcludeerd kan worden dat de score op de Entreetoets een voorspellende waarde heeft voor het resultaat in het eerst semester; zowel voor individuele vakken als voor het GPA. Naarmate de tijd die studenten besteden aan het remediërend wiskunde onderwijs toeneemt, nemen hun resultaten in het eerste semester toe.

Tabel 6.16. Resultaten voor het eerste semester – score Entreetoets & inzet remediërend onderwijs: UvA, UM, UU.

	UvA	UM	UU	UvA	UM	UU	UvA	UM	UU
	Wiskunde			Statistiek	Marketing en Organisatie -leer	Micro- economie	GPA		
Score Entreetoets	0.112* (1.84)	0.612*** (6.52)	0.327*** (3.82)	0.009 (0.12)	0.206*** (3.70)	0.098 (1.23)	0.050 (1.33)	0.408*** (5.20)	0.180** (2.37)
Inzet remediërend wiskunde onderwijs (in uren)	0.301*** (4.42)	0.015*** (2.75)	0.185*** (3.50)	0.049 (0.59)	0.007** (2.05)	0.131** (2.32)	0.079* (1.96)	0.010** (2.08)	0.254*** (5.46)
Vooropleiding:									
- Wiskunde A (NL)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Wiskunde B (NL)	1.432*** (4.66)	1.181 (1.17)	0.900** (2.04)	0.672* (1.76)	-0.094 (-0.14)	0.317 (0.78)	0.013 (0.07)	-0.038 (-0.05)	0.308 (0.79)
- Grundkurs(D)		0.858* (1.72)	0.579 (0.76)		0.407 (1.38)	-0.937 (-1.37)		0.579 (1.39)	0.744 (1.09)
- Leistungskurs (D)		1.696*** (2.74)	3.261*** (2.66)		0.504 (1.38)	1.232 (1.13)		1.011* (1.95)	2.475** (2.27)
- Standard (or Math minor) (IB)		-0.029 (-0.04)	1.348** (2.17)		-0.109 (-0.28)	0.077 (0.13)		-0.388 (-0.71)	1.029* (1.87)
- Higher level (or Math major) (IB)		-0.360 (-0.39)			-1.374** (-2.55)			-1.119 (-1.47)	
- Anders / onbekend			0.014 (0.03)			-0.028 (-0.06)			0.040 (0.10)
Constant	4.011*** (8.98)	1.605** (2.24)	0.824 (1.30)	4.164*** (7.50)	4.839*** (11.45)	3.735*** (5.60)	5.622*** (21.13)	2.858*** (4.77)	1.304** (2.34)
Observations	178	140	171	156	139	154	197	140	176
R2_adjusted	0.170	0.377	0.187	0.002	0.215	0.026	0.011	0.286	0.180

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

6.1.4 Conclusie

In deze studie zijn de multivariate resultaten gepresenteerd van het aansluitonderwijs op de prestaties in het eerste semester voor drie economische faculteiten. Er is gebruik gemaakt van administratieve data. Naast informatie per student over het gevolgde aansluittraject is er demografische informatie beschikbaar (leeftijd, sekse en nationaliteit), informatie over vooropleiding van de studenten (niveau, cijfer van het middelbare schoolvak wiskunde, profielkeuze), en informatie over het type opleiding. Het aansluittraject verschilde per faculteit. Op alle drie de economische faculteiten is er aan het begin van het eerste semester van het eerste studiejaar een diagnostische Entreetoets afgenomen. Het daaropvolgende (UvA en UU) of daaraan voorafgaande (UM) remediërend wiskunde onderwijs verschilde van wekelijks digitale toetsen maken (UvA), het digitaal volgen van een zomerschool (UM) tot het volgen van practica met pen en papier (UU).

De resultaten in het eerste semester zijn uitgesplitst naar het cijfer voor het eerstejaars wiskundevak, het eerste disciplinespecifieke vak en naar het GPA voor het eerste semester. Het laatste cijfer is het gewogen gemiddelde van de verplichte vakken in het eerste semester. Ten aanzien van de achtergrond informatie geldt dat niet alle informatie altijd voor elke faculteit beschikbaar was. Gekozen is om alleen die informatie te gebruiken die voor minstens twee faculteiten beschikbaar is.

De resultaten zijn redelijk robuust. Het maken van de entreetoets heeft niet altijd een positief effect op de resultaten, maar het cijfer voor de entreetoets wel. Deelname aan het remediërend onderwijs heeft afhankelijk van de groep studenten een positief of een negatief effect op de resultaten. Indien deelname vrijwillig is, wordt meestal een positief effect gevonden. Indien deelname gebaseerd is op de resultaten van de Entreetoets, wordt er meestal een negatief effect gevonden. Degenen die dan het remediërend onderwijs volgen, zijn zwakker in wiskunde en halen dus lagere cijfers. Echter, als gekeken wordt naar de inzet bij het volgen van het remediërend wiskunde onderwijs dan is het effect meestal positief. Naarmate er meer tijd besteed wordt, zullen de resultaten in het eerste semester beter zijn.

Het niveau van wiskunde tijdens de vooropleiding heeft een significant effect op de resultaten. Naarmate het niveau hoger is, zijn de resultaten beter. Dit geldt niet alleen voor de studenten met een Nederlandse vooropleiding waarbij het onderscheid gemaakt is tussen wiskunde A en B. Maar dit geldt ook voor de studenten met een vooropleiding in het buitenland. Een hoger cijfer voor wiskunde op de Nederlandse middelbare school heeft een positief effect op de resultaten in het eerste semester. Ten aanzien van de demografische kenmerken geldt dat daaruit geen eenduidige beeld naar voren komt. Sekse en leeftijd zijn sporadisch significant. Nationaliteit laat een diffuus beeld zien. De nationaliteit van de studenten in Amsterdam is niet bekend. Voor Maastricht geldt dat de meeste buitenlandse studenten uit Duitsland komen. Zij doen het niet beter of slechter dan de Nederlandse studenten. Studenten uit Oost-Europa doen het in Maastricht slechter dan Nederlandse studenten. In Utrecht is niet een

nationaliteit meer vertegenwoordigd dan een andere, behoudens de Nederlandse. De studenten uit West-Europa lijken het beter te doen dan de Nederlandse studenten. In Maastricht doen de studenten die de algemeen economische (EC) of de financieel economische opleiding (FI) volgen het slechter dan de studenten die de internationale bedrijfskunde opleiding doen. In Utrecht doen de studenten die de Engelstalige bachelor economie doen het beter dan degene die de Nederlandstalige bachelor doen.

Dit onderzoek is een eerste stap in het analyseren van het effect van remediërend wiskunde onderwijs op de behaalde resultaten in het eerste semester van economische opleidingen. In navolging van het onderzoek van Lagerlöf en Seltzer (2009) ligt een uitbreiding naar meerdere jaren voor de hand, waarbij een onderscheid gemaakt kan worden naar cohorten studenten die wel en die niet remediërend wiskunde onderwijs hebben gevolgd. In ieder geval ligt het in de lijn der verwachting om het onderzoek naar meerdere jaren uit te breiden. Daarbij is het van belang om waar mogelijk meer studentspecifieke informatie vast te leggen per student.

Concluderend kan gesteld worden dat indien gecorrigeerd wordt voor studentspecifieke kenmerken, vooropleiding en kenmerken van de economische studie remediërend wiskunde onderwijs een positieve bijdrage levert aan de resultaten in het eerste semester.

Literatuur

Arnold, I., Het failliet van een VWO-profiel, *Economisch-Statistische Berichten*, volume 95, nr. 4583, 2010,

Heckman, James J., Sample selection bias as a specification error, *Econometrica*, Vol. 47, No. 1, 1979, pp. 153-161

Lagerlöf, Johan. N.M., en Andrew J. Seltzer, The effects of remedial Mathematics on the learning of economics: evidence from a natural experiment, *the Journal of Economic Education*, Vol. 40, No. 2, 2009, pp. 115-137

Bijlagen

Tabel B1. Gemiddelde en standaarddeviaties: beschikbare informatie voor de studenten van UM, UvA en UU.

	UvA		UM		UU	
Aantal eerstejaars studenten		582		953		359
Eerste studiejaar	Mean	N	Mean	N	Mean	N
Cijfer eerstejaarsvak Wiskunde - na retake	5.49	359	6.20	905	4.89	318
Cijfer eerste disciplinevak						
- Economie			5.27	438	5.82	296
- Statistiek	4.23	288				
- Marketing & Organisatieleer			6.29	908		
- Accounting			5.45	829		
GPA (eerste vier verplichte vakken 1 ^{ste} semester)	5.69	543	5.65	919	4.92	335
- indien wiskunde gedaan	5.96	357				
GPA (verplichte vakken gedaan)	n.a.		5.90	919	5.33	334

	UvA		UM		UU	
Aantal eerstejaars studenten		582		953		359
Aansluittraject	Mean	N	Mean	N	Mean	N
Deelname aan Entree toets	49.14%		96.43%		88.86%	
Type Entree toets						
- open vragen, schriftelijk (1)	0		0		100	
- open vragen, digitaal (2)	100		0		0	
- mc vragen, schriftelijk (3)	0		0		0	
- mc vragen, digitaal (4)	0		100		0	
Entree toets						
- NKBW-toets (16 vragen)	6.48	286	9.77	919	8.39	319
	4.05	286	6.10	1003	5.24	319
• Algebra (max. 6)	n.a.			67%	3.87	64%
• Machten en log (max. 2)				49%	1.50	37%
• Vergelijkingen (max. 4)				68%	.81	41%
• Differentiëren (max. 4)				33%	2.21	55%
Tijd besteed aan Entreetoets	n.a.				51.46	303
					0.86	
Deelname aan Aansluittraject	46.91%		15.22%		55.15%	
Type aansluittraject:						
- practica	0		0		100	
- summerschool (digitaal; vóór Entree toets)	0		100		0	
- digitale oefen- en	100		0		0	

toetsomgeving						
Aantal bijeenkomsten / toetsen					2.94	
- practica (max. = 4)						
- toetsen Maple TA (max. = 20)	13.43	273				
- toetsen Aleks of MathXL (max. = ..)						
Tijd besteed aan aansluittraject (uren)	4.03	273	28.63	145	8.82	
Deelname aan Exit toets	36.43%		n.a.		44.01%	
Type Exit toets						
- open vragen, schriftelijk (1)	0				0	
- open vragen, digitaal (2)	100				100	
- mc vragen, schriftelijk (3)	0				0	
- mc vragen, digitaal (4)	0				0	
Exit toets						
- NKBW-toets (16 vragen)	9.08	212	n.a.			
	5.68	212	n.a.		5.08	
Tijd besteed aan Exittoets	n.a.		n.a.		1.11	

	UvA		UM		UU	
Aantal eerstejaars studenten		582		953		359
Vooropleiding	Mean	N	Mean	N	Mean	N
Niveau vooropleiding:						
Nederland					%	
- Wiskunde A	57.39	334	18.99	181	43.73	157
- Wiskunde B	41.24	240	8.71	83	24.51	88
- Anders					1.67	6
- Wiskunde A en B	1.37	8				
Duitsland						
- Grundkurs (with& without math in exam)			34.10	325	3.34	12
- Leistungskurs			13.54	129	0.84	3
International Baccalaureaat						
- Standard (or Math minor)			13.33	127	6.13	22
- Higher level (Math major)			8.39	80	2.79	10
Anders / onbekend			2.94	28	16.99	61
Totaal		582		953		359
Nederland		582	27.70	264	68.25	245
Duitsland			47.64	454	4.18	15
Overig			24.66	235	27.58	99
Totaal		582	100.00	953	100.00	359

Cijfers (alleen voor Nederlandse studenten)						
Cijfer wiskunde (A en B)	6.67	581	n.a		6.63	245
Cijfer Economie	6.96	516	n.a		6.89	237
Cijfer Nederlands			n.a		6.53	246
Cijfer Engels			n.a		6.79	29
Profiel (alleen voor Nederlandse studenten)	%		%		%	
- Economie en Maatschappij	62.65	364	71.43	155	68.02	168
- Natuur en Gezondheid	20.31	118	17.51	38	20.65	51
- Natuur en Techniek	10.67	62	6.45	14	6.48	16
- Cultuur en Maatschappij	1.55	9	1.38	3	0.81	2
- dubbel profiel	4.82	28	3.23	7	4.05	10
Totaal	100.00	581	100.00	219	100.00	247

	UvA		UM		UU	
Aantal eerstejaars studenten		582		953		359
Demografische kenmerken	Mean	N	Mean	N	Mean	N
Leeftijd	n.a.		n.a.		19.17	274
Female (1=female, 0=male)	n.a.		0.37	946	0.68	283
Nationaliteit (zie Tabel 6.2)	n.a.		%		%	
- Nederland			33.99	310	76.54	274
- West Europa			63.93	583	7.54	27
w.v. Duitsland			55.48	506	4.75	17
- Oost Europa			1.43	13	8.94	32
- Azië			0.55	5	6.42	23
- Overig			0.11	1	0.56	2
Totaal				912		358

	UvA		UM		UU	
Aantal eerstejaars studenten		582		953		359
Type opleiding	Mean	N	Mean	N	Mean	N
- IB			46.08	417		
- EC			50.83	460		
- FE			3.09	28		
- E&BE – NL						
- E&BE – E						

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

Tabel B2. Eerstejaars naar Nationaliteit

	UvA	UM	UU
Nederland	543	294	253
West Europa:			26
België		53	1
Duitsland		499	16
Engeland		1	
Frankrijk		4	1
Finland			2
Ierland			2
Italië		8	1
Oostenrijk		2	1
Polen		4	1
Portugal		1	
Spanje		1	
Zweden		3	1
Oost Europa:		576	30
Albanië			3
Bulgarije		2	12
Burger van Azerbajdsjan			2
Burger van Kazachstan			1
Burger van Kosovo			1
Burger van Oekraïne		1	2
Hongarije			
Letland		1	
Litouwen			4
Luxemburg		3	
Roemenie		2	4
Slovenië		1	
Slowakije		1	
Tsjechië			1
Azie:		11	23
China		3	18
Filippijnen			1
Japan		1	
Nepal			1
Turkije		1	3
Overig (niet in analyse opnemen):		5	2
Amerika			1
Iran			1
Brazilië		1	
Totaal	543	887	334
Onbekend			1

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

Tabel B3. Resultaten eerste semester naar profielkeuze: UvA, UM, UU.

	UvA	UvA	UvA	UM	UM	UM	UU	UU	UU
	Wiskunde	Statistiek	GPA	Wiskunde	MoM	GPA	Wiskunde	Micro- economie	GPA
Profiel:									
E&M	5.11	3.93	5.60	5.95	6.39	5.60	4.02	5.55	4.51
	242	195	340	147	146	149	144	131	152
N&G	6.27	4.61	5.75	7.36	6.37	6.30	5.70	6.12	5.20
	66	51	110	37	38	38	46	43	48
N&T	6.48	5.30	6.08	7.36	6.31	5.88	5.23	6.43	4.73
	27	23	58	14	13	14	15	14	16
C&M	5.75	6	5.84	5.33	6.50	6.00	2.75	6.75	5.75
	4	3	8	3	3	3	2	2	2
Dubbel	6.61	4.88	5.77	7.64	6.71	6.50	5.63	6.00	4.89
	18	16	26	7	7	7	8	8	9
Totaal	5.51	4.23	5.69	6.34	6.39	5.78	4.51	5.77	4.69
	357	288	542	208	207	211	215	198	227

* Gegevens behorende bij figuur 1.

Bron: Administratieve data van de respectievelijke faculteiten, studiejaar 2009-2010.

6.2 Voorbeeld van een wetenschappelijke effectstudie: de casus UM

Dirk Tempelaar, Bart Rienties, & Bas Giesbers

6.2.1 Samenvatting

Wat is het effect van vrijwillig aansluitonderwijs, zoals het remediërend wiskundeonderwijs dat op veel instellingen voor hoger onderwijs wordt gegeven ter verbetering van de doorstroom? Bepaling van de doelmatigheid van dit onderwijs wordt bemoeilijkt door selectie-effecten die kunnen optreden: deelnemers aan het aansluitonderwijs zullen in het algemeen andere achtergrondkenmerken hebben dan niet-deelnemers. In deze empirische studie wordt gebruik gemaakt van data uit bijspijkeronderwijs bij een instelling die langdurige ervaring heeft opgedaan met bijspijkeren, in het kader van elkaar opvolgende SURF-projecten: Webspijkeren I en II, NKBW I en II. Bij deze instelling, de UM, kon data over vijf jaren bijspijkeronderwijs (05/06 t/m 09/10) worden gecombineerd met data over een breed spectrum van student-achtergrondkenmerken om zo tot een correctie van het behandelingseffect te komen op basis van de propensity score methode. Analyse van vijf cohorten met 4500 studenten geeft aan dat selectie-effecten inderdaad optreden, maar dat na correctie daarvoor een substantieel behandelingseffect resteert, in de orde van grootte van 50% van het effect veroorzaakt door het volgen van wiskunde op B-niveau in de vooropleiding. Een resultaat dat aangeeft dat aansluitproblemen veroorzaakt door internationalisering van hoger onderwijs op adequate wijze kunnen worden aangepakt.

6.2.2 Inleiding

Deze bijdrage richt zich op een vorm van onderwijs waarvoor verschillende aanduidingen worden gebruikt: aansluitonderwijs, bijspijkeronderwijs, opfrisonderwijs, of algemener: remediërend onderwijs. Het betreft dan steeds onderwijs dat erop gericht is de aansluiting tussen voortgezet en hoger onderwijs te verbeteren, en de succesansen in het eerste jaar van het hoger onderwijs te bevorderen, overeenkomstig de adviezen van de Onderwijsraad (2006, 2007, 2008). De datering van deze adviezen geeft aan dat de Nederlandse aandacht voor aansluitonderwijs, buiten het 'open onderwijs', van recente datum is. Het eerste landelijke project op dit gebied, het door SURF ondersteunde project WebSpijkeren I, dateert van 2004. Samen met het vervolgproject WebSpijkeren II had dit project vooral ten doel te verkennen welke didactische scenario's geschikt zijn voor remediërend wiskundeonderwijs ter voorbereiding van een universitaire studie (Rienties, Dijkstra, Rehm, Tempelaar & Blok, 2005; Tempelaar, 2007; Wieland et al., 2006). Een opschaling van deze verkenningen met aansluitonderwijs naar nagenoeg alle Nederlandse universiteiten en een aantal HBO instellingen vond plaats in de, tevens door SURF ondersteunde, projecten NKBW I en NKBW II die vanaf 2007 lopen in het kader van het Nationaal Actieplan e-Learning. Deze projecten richten zich specifiek op wiskundige vaardigheden, maar beperken zich

niet tot het onderzoeken van bruikbare scenario's van aansluitonderwijs. Daarenboven beogen ze namelijk een stelsel van landelijke, door zowel het voortgezet als het hoger onderwijs als maatgevend beoordeelde diagnostische instaptoetsen te ontwikkelen, een wiskunde monitor samen te stellen op basis van uitkomsten van die landelijke toetsen, en tenslotte een internetportaal Wizmo.nl te ontwikkelen waarin alle in de projecten gebruikte leermiddelen worden ontsloten.

In (continentaal) Europa neemt Nederland op het gebied van aansluitonderwijs een leidende positie in: Europese initiatieven, zoals de EU projecten M.A.S.T.E.R., MathBridge en S.T.E.P., zijn van zeer recente datum, en in sterke mate afhankelijk van een Nederlandse voorttrekkersrol. Die op zich niet verwonderlijk is: in de twee aspecten waarin voor aansluitonderwijs een functie wordt weggelegd, loopt het Nederlandse onderwijs voor op ontwikkelingen in de rest van Europa. Het eerste van die twee aspecten is de typisch Europese invalshoek: hoger onderwijs internationaliseert in zeer hoog tempo, met soms extreme consequenties (sommige opleidingen in 'grenslanduniversiteiten', zoals de Maastrichtse casus in deze bijdrage, kennen nu een internationale instroom die op is gelopen tot 75%). Europese systemen voor voortgezet onderwijs, zelfs in buurlanden als Nederland, Duitsland en België, verschillen aanzienlijk, hetgeen een enorme internationale dimensie aan de aansluitproblematiek geeft, vergelijkbaar in omvang met die van 'open onderwijs'. Daarnaast is er een nationaal aspect, dat in de hierboven geciteerde verkenningen en adviezen van de Onderwijsraad vooral wordt uitgewerkt, en dat te maken heeft met de onvolkomen aansluiting van ketens in het onderwijs die wel verondersteld worden elkaar naadloos op te volgen. Door onder andere de gevolgen van onderwijsvernieuwingen treden kennisdeficiënties op ten opzichte van de geprogrammeerde onderwijsdoelen. In de terminologie van Onderwijsraad (2006) en de daaraan ten grondslag liggende studie van Kools en van der Neut (2006): kennisdeficiënties die voortkomen uit het niet aansluiten van de programma's van vooropleiding en vervolgopleiding, en die welke voortkomen uit het feit dat programma's op zich wel aansluiten, maar het beoogde niveau van de vooropleiding niet wordt gehaald. Bovengenoemde EU projecten richten zich bij uitstek op het internationale aspect van niet aansluitende programma's, en benutten daarbij een vraagstelling die sterk overeenkomt met die van de eerste Nederlandse projecten: een inventarisatie van didactische scenario's die worden gebruikt in de verschillende landen, met daaraan gekoppeld een eerste aanzet tot het formuleren van succesindicatoren.

De echte voortrekkers vanuit een internationaal perspectief van aansluitonderwijs zijn te vinden in het Angelsaksische onderwijs, zeer in het bijzonder dat van de VS. 'Developmental education for underprepared students', zoals het gangbaar wordt aangeduid, is in de VS veelal per staat georganiseerd, en heeft een enorme omvang verkregen: niet minder dan 52% van eerstejaars van publieke colleges in de VS volgt enige vorm van aansluitonderwijs. De meest actuele discussie in de VS rondom aansluitonderwijs is dan ook die hoe de weg terug eruit kan zien: algemeen wordt geoordeeld dat een buitensporig groot deel van publiek onderwijsgeld aan aansluitonderwijs wordt besteed, en dat de belangrijkste discussie is hoe dat kan worden teruggebracht (zie bijvoorbeeld de speciale editie van *New Directions for*

Community Colleges, 2008). Uit de VS stammen dan ook nagenoeg alle empirische studies naar waargenomen effecten van aansluitonderwijs: Bahr (2008), Bettinger en Long (2008), Calcagno en Long (2008), Jamelske (2009). De specifieke Amerikaanse context van al deze studies is zeer bepalend voor de uitwerking van de onderzoeksvraag naar effectiviteit van aansluitonderwijs: Amerikaans hoger onderwijs is gebaseerd op selectie, en onderdeel van gangbare selectieprocedures is dat aspirant studenten een toelatingstoets ('placement test') maken, en indien de score op die toets beneden een bepaalde grenswaarde valt, verplicht deelnemen aan aansluitonderwijs. Typische Amerikaanse effectstudies vergelijken dan ook het studiesucces van studenten die net onder die grenswaarde scoren in de toelatingstoets (en dus verplicht deelnemen aan het aansluitonderwijs), met dat van studenten die net boven die grenswaarde scoren (en niet mogen deelnemen aan aansluitonderwijs), met gebruik van zogenaamde regressie-discontinuïteit modellen. In de Europese context is een dergelijke aanpak onbruikbaar: in ons onderwijs vindt geen selectie plaats, en is als gevolg het niet mogelijk sommige studenten te verplichten tot, en andere studenten juist uit te sluiten van, deelname aan aansluitonderwijs (Brants & Struyven, 2009; Rienties et al, ingediend). Wel heeft de probleemstelling van het effectonderzoek in beide contexten belangrijke overeenkomsten: van een experimenteel ontwerp is geen sprake, omdat deelname aan aansluitonderwijs niet op basis van gerandomiseerde toewijzing plaatsvindt, maar op basis van ofwel prestatie in een toelatingstoets (VS), ofwel van zelfselectie (Europa). Als gevolg kan effectonderzoek niet plaatsvinden aan de hand van een rechtstreekse vergelijking van academisch succes van studenten die wel, en zij die niet, aansluitonderwijs hebben gevolgd: de kenmerken van beide groepen zullen in het algemeen verschillend zijn. Er is sprake van een quasi-experimentele onderzoeksopzet die een aanpassing van de gevonden verschillen tussen experimentele en controlegroep noodzaakt met behulp van verschillen in achtergrondkenmerken van de twee groepen: de covariaten (Hart, Boeije, & Hox, 2005). Anders dan in Amerikaanse empirische studies is er niet zo'n duidelijk aanwijsbaar kenmerk, waarmee experimentele en controlegroep onderscheiden kan worden, waardoor methoden die gebruik maken van zo'n discontinuïteit niet bruikbaar zijn. In plaats daarvan zal gebruik moeten worden gemaakt van methoden die recent zijn ontwikkeld voor de quasi-experimentele onderzoeksopzet zonder voormeting en met niet-equivalente groepen: de 'propensity score' methode (Fraas, 2007; Shadish, Cook, & Campbell, 2002; Yanovitzky, Zanutto, & Hornik, 2005).

Het effectonderzoek dat in deze bijdrage wordt gepresenteerd, richt zich op ervaringsgegevens opgedaan in de aansluitcursus wiskunde voor studenten bedrijfskunde en economie van de Universiteit Maastricht. Deze cursus is vormgegeven als een facultatieve zomercursus voorafgaand aan het reguliere programma. Het is één van de langst bestaande cycli van aansluitonderwijs: vanaf 2003 wordt de cursus in nagenoeg constant formaat iedere zomer gegeven, met een 750 deelnemers in zeven zomers. De casus heeft een belangrijke positie ingenomen in alle hierboven beschreven nationale en Europese projecten en heeft omgekeerd in belangrijke mate geprofiteerd van die projecten. Tegelijkertijd is de casus niet representatief voor de vele initiatieven die gebundeld zijn in de vier nationale projecten, en die in het algemeen een meer

nationale focus hebben: deelnemers zijn daar overwegend Nederlandse (aspirant) studenten die een vwo vooropleiding hebben gevolgd, en daarin een deficiëntie hebben opgelopen. In de Maastrichtse casus staat het andere aspect van kennisdeficiëntie centraal, aangezien 90% van alle zomercursus deelnemers van internationale herkomst is. Is zo'n facultatieve zomercursus effectief, is de centrale vraag van deze bijdrage, tegen de achtergrond van cumulerende Amerikaanse inzichten dat aansluitonderwijs wel erg duur, maar qua effect van twijfelachtige betekenis is.

6.2.3 Methode

Deelnemers en niet-deelnemers. Deze studie is gebaseerd op analyses in vijf cohorten van eerstejaars studenten bedrijfskunde en economie, de vijf meest recente instroomlichtingen: 2005/2006 t/m 2009/2010 (de twee eerste cohorten zijn niet meegenomen, omdat voor die studenten niet dezelfde achtergrondkenmerken beschikbaar zijn benodigd in de studie). Tezamen omvatten deze vijf cohorten zo'n 4500 eerstejaars, waarvan 68% internationale studenten, en 13% van die eerstejaars schrijven zich in voor de facultatieve zomercursus: 578 participanten in vijf uitvoeringen. Participatie is gebaseerd op zelfselectie, die wordt voorafgegaan door de volgende voorlichtingsactiviteiten.

- In maart-mei worden aspirant studenten geïnformeerd over mogelijkheid een gratis zomercursus te volgen. Onderdeel van de informatie is een korte, elektronische kennismakingstoets, die de studenten een globaal beeld verschaft van hun wiskunde beheersing.
- Jaarlijks doen zo'n 300-500 personen een poging de kennismakingstoets te maken. Serieuze deelnames worden daaruit geselecteerd, en aangeschreven met de vraag of ze belangstelling hebben voor deelname aan de zomercursus, plus de intentie hebben aan de UM te gaan studeren én zich bereid verklaren om tenminste 80 uur aan de zomercursus te besteden. Jaarlijks tussen 150 en 250 studenten krijgen uiteindelijk een uitnodiging.
- Ongeveer de helft daarvan, jaarlijks ruim 100 studenten, aanvaardt die uitnodiging tot deelname aan de zomercursus en ontvangt een licentie tot het gebruik van ALEKS College Algebra.

Overigens lopen de toezegging serieus aan de zomercursus deel te nemen, en de realisatie ervan, voor nogal wat studenten uiteen: slechts 52% van de deelnemers slaagt voor de zomercursus, in de zin dat tenminste 55% van de leerstof is bestudeerd (een soepele norm, want ook de onderwerpen die niet bestudeerd hoeven te worden, omdat ze al beheerst worden, worden gerekend tot de behaalde prestaties), terwijl 48% van de deelnemers die van te voren gestelde grens van 55% niet haalt, en zo zakken voor de zomercursus. Inzet tussen de beide groepen loopt sterk uiteen: zo is de gemiddelde connect-tijd van de cursisten die slagen 52.1 uur, die van de cursisten die zakken 15.1 uur (connect-tijd is een ondergrens van de studie-inzet, omdat het aangeeft hoeveel de student binnen ALEKS heeft geleerd, zonder dat gemeten wordt hoeveel er buiten ALEKS om wordt geleerd).

Na afloop van de zomercursus, eind augustus, begint het reguliere programma van de bachelorstudies International Business (bedrijfskunde) en Economics in september. Dat

programma start in de eerste week van september met twee ‘blokken’ van ieder acht weken en een 50% studiebelasting (20 uur per week). Het ene blok is een inleiding in de vakken marketing en organisatieleer, het andere blok, dat in het kader van deze bijdrage van bijzonder belang is, heet QM1 of Quantitative Methods 1: een eerste kennismaking met wiskunde en statistiek. Dit blok speelt in onze studie de rol van afnemend vak voor de zomercursus. Eerste activiteit in het blok is de afname van de instaptoets, voor zowel monitor-doeleinden, vormgeving zomercursus als onderwerpsbepaling in QM1 zelf. De inhoud van QM1 valt kort aan te duiden als primair een herhaling van de leerstof uit de laatste twee jaren van het VWO A1,2 programma, met beperkte aandacht voor een aantal nieuwe onderwerpen. QM1 vertoont inhoudelijk geen overlap met de zomercursus, die immers meer basale kennis afdekt. Het effectonderzoek richt zich op de academische prestaties van deelnemers en niet-deelnemers van de zomercursus in dit QM1 vak. Keuze voor andere effectvariabelen, zoals het academisch succes in het gehele eerste studiejaar, geven overigens vergelijkbare uitkomsten, door de specifieke eigenschappen van het programma (het bestaan van een bindend studieadvies waarvoor het slagen voor QM1 de facto een noodzakelijke voorwaarde is). De belangrijkste voorspeller van academische prestaties in het QM onderwijs is het niveau van voortgezet wiskunde onderwijs. In deze studie worden twee niveaus onderscheiden: basis en uitgebreid. Voor Nederlandse vwo aspiranten komt dat overeen met vwo wiskunde A1,2 (minimum eis voor studies bedrijfskunde en economie) versus wiskunde B1 of B1,2. In Duitstalige landen is er een enigszins vergelijkbaar onderscheid: Grundkurs versus Leistungskurs. Hetzelfde geldt voor studenten met een Internationaal Baccalaureaat: Mathematics SL versus HL. Deze laatste, naar Nederlandse verhoudingen vrij grote, groep is ingedeeld bij de internationale studenten, terwijl de groep natuurlijk ook Nederlandse aspiranten omvat: internationaal verwijst dus primair naar type vooropleiding, niet naar nationaliteit. Tabel 1 verschaft de indeling naar vooropleiding van de studenten waarvan deze gegevens bekend zijn.

Tabel 6.2.1: Samenstelling vijf cohorten eerstejaars van studenten met vooropleidinggegevens

Zomercursus participatie	VWO-vooropleiding		Internationale vooropleiding		Totaal
	wiskunde basis	wiskunde uitgebreid	wiskunde basis	wiskunde uitgebreid	
Deelnemer	44 (4.3%)	10 (2.7%)	394 (18.2%)	104 (12.8%)	552
Geen deelnemer	971 (95.7%)	403 (97.3%)	1769 (81.8%)	708 (87.2%)	3851
Totaal	1015	413	2163	812	4403

Overeenkomstig de doelstelling van de zomercursus, is de participatie het grootst bij internationale studenten, en studenten met een basis wiskunde vooropleiding. Relatief groot nog is de groep van internationale studenten met een uitgebreide wiskunde

vooropleiding die deelneemt aan het aansluitonderwijs. Dat valt te verklaren uit de traditie in Duitstalige landen om, gedwongen (dienstplicht) dan wel vrijwillig, de studie te onderbreken na voortgezet onderwijs; voor deze studenten is de zomercursus primair een 'opfriscursus'.

Statistische analyses. De focus van deze bijdrage is de methode van effectonderzoek. Omdat participatie in het aansluitprogramma op vrijwillige basis plaats vindt, is een quasi-experimenteel ontwerp voor het effectonderzoek van toepassing. Tevens geldt dat voormetingen ontbreken, zodat de relevante onderzoeksopzet die is van een quasi-experimenteel ontwerp met niet-equivalente groepen en enkel nameting (Hart et al., 2005; Shadish et al., 2002). Dit ontwerp brengt risico's met zich mee, zoals de mogelijke aanwezigheid van zelfselectie. In lijn met recente adviezen inzake het opsporen van causale effecten in observationele studies (zie de AERA 'think tank white paper': Schneider, Carnoy, Kilpatrick, Schmidt & Shavelson, 2007), zijn quasi-experimentele elementen in het onderzoeksontwerp opgenomen, waarvan de belangrijkste omhelst het opnemen van een breed spectrum van meetgegevens over studentkenmerken welke gerelateerd zijn aan een potentiële selectie-effecten. Deze achtergrondgegevens van studenten zijn verzameld zowel onder de studenten die aan de zomercursus hebben deelgenomen, als onder de studenten die hebben geopteerd niet aan de zomercursus deel te nemen, en zijn ontleend aan langdurig onderzoek dat binnen de UM plaats vindt naar studiesucces in het eerste studiejaar (zie Tempelaar, Rienties & Gijsselaers, 2006, 2007). De achtergrondgegevens betreffen: type voortgezet onderwijs (vwo of internationaal), niveau voortgezet wiskundeonderwijs (basis of uitgebreid), leerstijlen, doeloriëntaties, metacognitie, academische motivaties, en onderwerpspecifieke prestatiemotivaties.

Traditionele benaderingen voor effectonderzoek in observationele studies bepalen het behandelingseffect aan de hand van een multipel (logistisch) regressiemodel of ANCOVA met als verklarende variabelen, naast de behandeling, ook covariaten die het effect corrigeren voor variatie in de effectvariabele die niet het gevolg is van de behandeling (maar bijvoorbeeld van selectie-effecten). In specifieke toepassingen, vooral wanneer experimentele en controlegroep nogal verschillen in die achtergrondkenmerken, heeft deze benaderingen echter tekortkomingen (Fraas, 2007; Yanovitzky et al., 2005). De te prefereren methodologische benadering is die van de methode van propensity scores, waarbij het behandelingseffect wordt gecorrigeerd (Fraas, 2007; Shadish et al., 2002; Yanovitzky et al., 2005). Die correctie vindt plaats op basis van de propensity scores: de conditionele kans dat een individu tot de experimentele groep behoort, c.q. de controlegroep, gegeven de set van covariaten. Propensity scores worden in het algemeen geschat met logistische regressieanalyse. De correctie van het behandelingseffect kan op verschillende manieren gebeuren: het gebruik van de propensity score als matchingvariabele, stratificatievariabele, of covariaat. In deze studie zullen beide laatste twee benaderingen gevolgd worden.

Eén achtergrondvariabele zal overigens niet worden gebruikt ter bepaling van de propensity scores, maar afzonderlijk in het model opgenomen worden, naast de propensity score: niveau wiskunde vooropleiding. Dit om een expliciete vergelijking van

het behandelingseffect met het effect van deze belangrijkste achtergrondvariabele mogelijk te maken.

De covariaten: student achtergrondkenmerken. De hier beschreven covariaten zijn ontleend aan lopend onderzoek naar studiesucces in het eerste studiejaar; zie Tempelaar e.a. (2006, 2007) voor meer uitvoerige beschrijvingen van de instrumenten. *Leerstijlen.* Alle studenten zijn bevraagd naar leerbenaderingen met behulp van het leerstijlmodel van Vermunt (Vermunt, 1992; zie ook Hout-Wolters, 2009; Picarelli, Slaats, Bouhuijs & Vermunt, 2006) en het daarop gebaseerde instrument ILS-HO. Vermunt onderscheidt in zijn model vier domeinen of componenten van leren: cognitieve verwerkingsstrategieën, metacognitieve regulatiestrategieën, leerconcepties en leeroriëntaties. Het domein van de cognitieve verwerkingsstrategieën betreft de leerstrategieën die studenten gewoonlijk gebruiken om leerstof te verwerken. Twee van die leerstrategieën, relateren & structureren en kritisch verwerken, vormen samen een hoofdschaal die Vermunt met diepteverwerking aanduidt. De subschalen memoriseren & herhalen en analyseren vormen samen de hoofdschaal stapsgewijze verwerking. Een derde leerstrategie is die van concrete verwerking. Het tweede domein betreft de metacognitieve regulatiestrategieën. De eerste twee schalen zijn zelfsturing van leerproces & leerresultaat en zelfsturing van leerinhoud; tezamen vormen deze twee subschalen de hoofdschaal zelfsturing. De veronderstelde tegenpool van zelfsturing is externe sturing, uitgedrukt in de subschalen externe sturing van leerproces en externe sturing van leerresultaten. Gebrek aan enige sturing wordt vertegenwoordigd door de schaal stuurloos leergedrag. De laatste twee domeinen van het ILS-HO instrument betreffen de leeroriëntaties en de leerconcepties. De vijf onderscheiden leeroriëntaties zijn: persoonlijk geïnteresseerd, certificaatgericht, testgericht, beroepsgericht en ambivalent. De vijf leerconcepties tenslotte zijn: opbouw van kennis of constructivisme, opname van kennis, gebruik van kennis, stimulerend onderwijs en samen of coöperatief leren.

Doeloriëntaties. De relatie tussen impliciete theorieën over intelligentie, opvattingen over inzet in het leren, en doeloriëntaties staan centraal in het onderzoek van Dweck (1999). Al deze studentkenmerken zijn onderzocht, maar enkel de doeloriëntaties bleken een rol te spelen in deze studie. Doeloriëntaties zijn gemeten met een instrument dat op gebruikelijke wijze leerstreven en prestatiestreven veronderstelt, en vervolgens binnen het prestatiestreven normatieve doelen tegenover intrapersonlijke of niet-normatieve doelen plaatst (Grant & Dweck, 2003), en competentiedoelen ('ability goals') tegenover uitkomstdoelen ('outcome goals'). Op deze wijze worden zes typen doelen onderscheiden: intrapersonlijke uitkomstdoelen, intrapersonlijke competentiedoelen, normatieve uitkomstdoelen, normatieve competentiedoelen, en twee verschillende typen leerstreven, die verschillen in de mate waarin de student op zoek is naar uitdaging: leerstreefdoel (in enge zin) en een op uitdaging gerichte doeloriëntatie ('challenge-mastery').

Metacognitie. Onderwijskundigen van de Universiteit van Amsterdam (Elshout-Mohr, van Daalen-Kapteijns, & Meijer, 2001) hebben een instrument ontwikkeld om vast te stellen hoe goed studenten uit de voeten kunnen binnen een leeromgeving die zich

baseert op constructivistische leerbenaderingen, zoals het studiehuis. In dat instrument, de Rapportage Autonoom Studeren of RAS, worden studenten gevraagd een oordeel te geven van de eigen metacognitieve vaardigheden. In ons onderzoek hebben we gebruik gemaakt van de Engelstalige versie van dit instrument, dat met de naam 'Awareness of Independent Learning Inventory' (AILI) wordt aangeduid (zie ook Tempelaar, 2006). De AILI onderscheidt drie verschillende typen van metacognitieve kwaliteiten: metacognitieve kennis (kennis met betrekking tot leren en studeren), metacognitieve regulatie (de vaardigheid om het studeren systematisch te sturen), en metacognitieve ontwikkeling of responsiviteit (informatiegevoelige en onderzoekende houding).

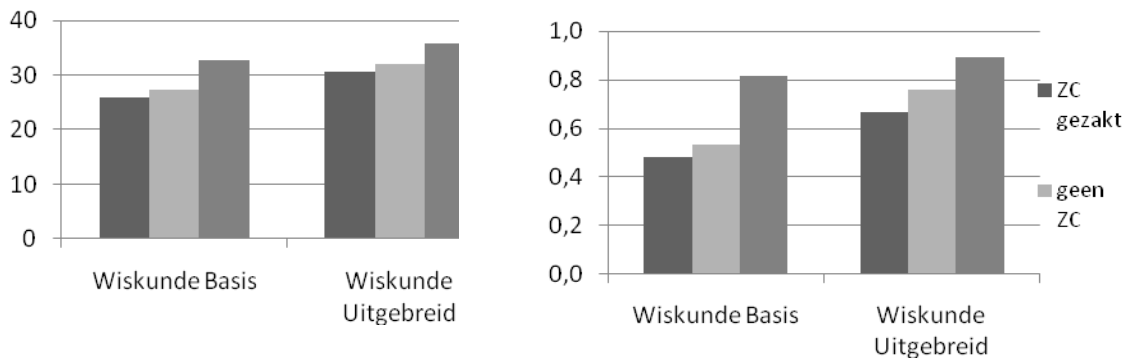
Academische motivaties. Veel motivatietheorieën maken gebruik van het onderscheid tussen intrinsieke motivatie: leren omdat je meer wil weten, en extrinsieke motivatie: leren voor de beloning (zie bijvoorbeeld Martens & Bastiaens, 2005). In de onderverdeling van de zelf-determinatietheorie van Ryan en Deci (2000) is intrinsieke motivatie er in drie soorten: om te weten, om te volvoeren, en om een stimulerende omgeving te ervaren. Er zijn ook drie typen extrinsieke motivatie, die zich bovendien laten ordenen van puur extrinsiek, tot mengvormen van extrinsiek en intrinsiek. Externe regulatie is de pure vorm van extrinsieke motivatie: het gedrag wordt geheel gestuurd door externe prikkels. Dicht daar tegenaan ligt introjectie: de externe prikkels zijn zo zeer geïnternaliseerd, dat ze voor het uitlokken van het gedrag niet meer nodig zijn. De vorm die het meest verwant met intrinsieke motivatie is identificatie, ook wel als integratie aangeduid: de waarden en opvattingen die aan de externe prikkels ten grondslag liggen, worden overgenomen, zodat het gedrag intern gereguleerd gaat worden. Ten slotte is er de toestand van amotivatie of gebrek aan enige motivatie. Deze zeven typen motivatie worden gemeten met de Academic Motivation Scale (AMS) (zie Ratelle, Guay, Vallerand, Larose, & Senécal, 2007; Vallerand et al., 1993).

Onderwerp-specifieke prestatiemotivaties. De attitudes die studenten hebben tegenover de vakken die ze in hun studie tegenkomen is een belangrijke determinant van het leren van studenten. Die vakattitudes voor het vak QM1 hebben we gemeten met een in internationaal onderwijsonderzoek veel gebruikte vragenlijst; zie Tempelaar, Gijssels, Schim van der Loeff & Nijhuis (2007) voor een meer uitvoerige bespreking ervan. De vragenlijst is gebaseerd op het verwachting-waarde model van Eccles en Wigfield (Eccles & Wigfield, 2002) en onderscheidt voor een vakgebied de volgende zes attitudes: affectie voor het vak, zelfperceptie van cognitieve competentie, de aan het vak toegekende waarde, gepercipieerde moeilijkheid, interesse en tenslotte voorgenomen inzet in het leren.

6.2.4 Resultaten

Beschrijvende analyses. Figuur 6.2.1 geeft de ongecorrigeerde behandelingseffecten van deelname aan de zomercursus weer voor studenten met een basis wiskunde vooropleiding en een uitgebreide wiskunde vooropleiding, respectievelijk op de QM1 totaalscore en de QM1 slaagkans. Het effect van een uitgebreide wiskunde vooropleiding in de referentiegroep van niet aan de zomercursus deelnemende studenten op totaalscore is 4,6 punt (of, uitgedrukt als effectgrootte, 0,64 standaarddeviatie), op de slaagkans 23% (0,53 standaarddeviatie). Het effect van

succesvolle deelname aan de zomercursus, ten opzichte van geen deelname, is 5,3 punt (0,76 standaarddeviatie) respectievelijk 28% (0,56 standaarddeviatie) voor studenten met een basis wiskunde opleiding, en 3,8 punt (0,54 standaarddeviatie) respectievelijk 13% (0,31 standaarddeviatie) voor studenten met een uitgebreide wiskunde opleiding. Zoals te verwachten is het behandelingseffect veel groter voor studenten met een basis wiskunde opleiding, dan voor studenten met een uitgebreide wiskunde opleiding. Voor die primaire doelgroep van studenten met een basisopleiding is het effect van succesvolle deelname aan de zomercursus zelfs zo groot, dat die het effect van een uitgebreide wiskunde vooropleiding ruimschoots overtreft, zowel wat betreft eindscore, als wat betreft slaagkans.



Figuur 6.2.1. Ongecorrigeerd behandelingseffect QM1 totaalscore en slaagkans van zomercursusdeelname, per vooropleiding.

Basismodellen.

Tabel 6.2.2: Uitkomsten effectonderzoek zomercursusdeelname op QM1 totaalscore: het basismodel

	beta	t-waarde	significantie
Wiskunde uitgebreid dummy	0,274	18,284	0,000
Succesvolle deelname Zomercursus dummy	0,168	11,174	0,000
Niet-succesvolle deelname Zomercursus dummy	-0,043	-2,857	0,000

Tabel 6.2.3: Uitkomsten effectonderzoek zomercursusdeelname op QM1 slaagkans: het basismodel

	B (S.E.)	significantie	Exp(B)
Wiskunde uitgebreid dummy	0,996 (0,080)	0,000	2,707
Succesvolle deelname Zomercursus dummy	1,282 (0,167)	0,000	3,604
Niet-succesvolle deelname Zomercursus dummy	-0,246 (0,139)	0,076	0,782

Propensity scores. Conditionele kansen om deel te nemen aan de zomercursus voor alle 3240 studenten waarvan alle achtergrondvariabelen bekend zijn, zijn geschat met behulp van de logistische regressiemethode. Van de 44 achtergrondvariabelen blijken 6 een statistisch significant effect te hebben. Verreweg de sterkste predictor is,

overeenkomstig de gekozen focus van de zomercursus, de dummy die internationale studenten onderscheidt van studenten met een vwo opleiding. Daarna, in volgorde van afnemend belang: de beroepsgerichte leeroriëntatie, zelfperceptie van cognitieve competentie (negatief), metacognitieve kennis, de constructivistische leerconceptie, en amotivatie (negatief). De uitkomsten van de logistische regressie, zowel in termen van significantie van achtergrondvariabelen en het teken in de regressie, zijn intuïtief: een internationale vooropleiding en goede metacognitieve vaardigheden versterken de kans op deelname aan de zomercursus, gebrek aan motivatie en de perceptie dat je al zeer competent bent op het vlak van de kwantitatieve methoden, verzwakken de kans op deelname.

Overeenkomstig aanbevelingen in de literatuur (Fraas, 2007; Shadish et al., 2002; Yanovitzky et al., 2005) zijn de propensity scores berekend op basis van het volledige model, dus met inbegrip van zowel significante als niet-significante covariaten.

Propensity score als covariaat. Na berekening van de propensity scores is de effectanalyse herhaald, met de propensity score als additionele predictor. Afhankelijk van de omstandigheid of QM1 totaalscore, dan wel QM1 slaagkans als resultaatvariabele wordt genomen, is de aangewezen methode die van multiële regressie, respectievelijk logistische regressie. Tabel 6.5.4 bevat de uitkomsten van multiële regressie van QM1 totaalscore op de predictorvariabelen propensity scores en drie indicatorvariabelen (dummies): wiskunde op uitgebreid niveau, succesvolle deelname aan de zomercursus, en niet-succesvolle deelname (de keuze van de indicatorvariabelen impliceert dat wiskunde vooropleiding op basisniveau, en niet deelnemen aan de zomercursus, als referentiegroepen fungeren). Propensity score en de drie indicatorvariabelen verklaren tezamen 11,2% van de variatie in eindscore.

Tabel 6.5.4: Uitkomsten effectonderzoek zomercursusdeelname op QM1 totaalscore met propensity score als covariaat

	beta	t-waarde	significantie
Propensity score	0,072	4,116	0,000
Wiskunde uitgebreid dummy	0,271	15,978	0,000
Succesvolle deelname Zomercursus dummy	0,154	8,899	0,000
Niet-succesvolle deelname Zomercursus dummy	-0,086	-5,002	0,000

Tabel 6.2.4 bevestigt het beeld van de vorige resultaatsectie: deelnemers aan de zomercursus onderscheiden zich van niet-deelnemers op grond van achtergrondkenmerken die een positieve invloed hebben op leergedrag. Het gevolg is dat in de gecorrigeerde berekening van het effect van de zomercursus, de propensity score een deel van de verklaring besloten in succesvolle deelname aan de zomercursus overneemt ten opzichte van het niet-gecorrigeerde model. Daardoor wordt de bijdrage aan verklaarde variatie van de zomercursusdeelname kleiner, en is het niet meer de belangrijkste determinant: de indicatorvariabele die aangeeft of wiskunde op het

hoogste niveau is gevolgd in voortgezet onderwijs, neemt die plaats nu over. Tegelijkertijd resteert er nog steeds een substantieel effect van succesvolle deelname aan de zomercursus: de beta (gestandaardiseerde regressiecoëfficiënt) is groter dan 50% van de beta van wiskunde op uitgebreid niveau. Wanneer de focus verlegd wordt naar het slagen of zakken voor het vak QM1 als resultaatvariabele, ontstaat een vergelijkbaar beeld. De aangewezen methode is nu die van logistische regressie; Tabel 6.2.5 bevat daarvan de uitkomsten. De verklaarde variatie, uitgedrukt als de Nagelkerke R^2 , bedraagt 8,1%.

Tabel 6.2.5: Uitkomsten effectonderzoek zomercursusdeelname op QM1 slagingskans met propensity score als covariaat

	<i>B (S.E.)</i>	significantie	Exp(<i>B</i>)
Propensity score	1,298 (0,456)	0,004	3,663
Wiskunde uitgebreid dummy	0,967 (0,091)	0,000	2,629
Succesvolle deelname Zomercursus dummy	1,097 (0,181)	0,000	2,996
Niet-succesvolle deelname Zomercursus dummy	-0,494 (0,149)	0,001	0,610

Voor de interpretatie van de uitkomst van de logistische regressie is vooral de laatste kolom van Tabel 6.2.5 van belang: die geeft de verandering van de odds-ratios van het slagen voor het vak QM1, als gevolg van een eenheidswijziging in de predictorvariabele. Student achtergrondkenmerken die van invloed zijn op de deelname aan de zomercursus, zijn de belangrijkste determinant van de verklaring van de kans (odds) om voor QM1 te slagen. Onmiddellijk gevolgd door de twee indicatorvariabelen wiskunde uitgebreid en succesvolle deelname zomercursus, waarbij opvalt dat de odds-ratio van slagen voor de zomercursus zelfs de waarde van de odds-ratio voor wiskunde op het hoogste niveau overtreft.

Propensity score als stratificatie variabele. De meest zorgvuldige wijze om te corrigeren voor mogelijke selectie-effecten in een quasi-experimentele onderzoeksopzet met niet-equivalente groepen, is die waarbij op basis van de propensity scores stratificatie wordt toegepast (Fraas et al., 2007; Shadish et al., 2002; Yanovitzky et al., 2005). Aanbevolen wordt om een vijftal strata te creëren, gebaseerd op de quintielen van de verdeling van de propensity scores. Ieder van die vijf strata bevat dan subjecten met een vergelijkbare propensity score, zodat effectonderzoek binnen elk stratum minimaal wordt beïnvloed door de waarde van de propensity score, en op deze wijze voor selectie-effecten wordt gecorrigeerd. Deze aanpak is ook hier gevolgd, en na de creatie van vijf strata is de multi-pele regressie beschreven in de vorige sectie voor ieder stratum herhaald. De uitkomsten van die analyse zijn verzameld in Tabel 6.2.6.

Tabel 6.2.6: Uitkomsten effectonderzoek zomercursusdeelname op QM1 totaalscore met propensity score als stratificatie variabele

Stratum 1: propensity score < 0,055	beta	t-waarde	significantie
-------------------------------------	------	----------	---------------

Propensity score	0,062	1,715	0,087
Wiskunde uitgebreid dummy	0,365	10,065	0,000
Succesvolle deelname Zomercursus dummy	0,061	1,674	0,095
Niet-succesvolle deelname Zomercursus dummy	-0,118	-3,251	0,001
Stratum 2: 0,055 < propensity score < 0,117			
Propensity score	0,022	0,563	0,573
Wiskunde uitgebreid dummy	0,310	8,124	0,000
Succesvolle deelname Zomercursus dummy	0,173	4,511	0,000
Niet-succesvolle deelname Zomercursus dummy	-0,050	-1,308	0,191
Stratum 3: 0,117 < propensity score < 0,166			
Propensity score	0,008	0,201	0,841
Wiskunde uitgebreid dummy	0,222	5,697	0,000
Succesvolle deelname Zomercursus dummy	0,127	3,257	0,001
Niet-succesvolle deelname Zomercursus dummy	-0,090	-2,315	0,021
Stratum 4: 0,166 < propensity score < 0,217			
Propensity score	0,041	1,063	0,288
Wiskunde uitgebreid dummy	0,195	4,990	0,000
Succesvolle deelname Zomercursus dummy	0,146	3,735	0,000
Niet-succesvolle deelname Zomercursus dummy	-0,117	-2,996	0,003
Stratum 5: 0,217 < propensity score			
Propensity score	0,007	0,191	0,849
Wiskunde uitgebreid dummy	0,268	7,071	0,000
Succesvolle deelname Zomercursus dummy	0,210	5,485	0,000
Niet-succesvolle deelname Zomercursus dummy	-0,068	-1,769	0,077

Stratificatie blijkt exact te bewerkstelligen wat ermee wordt beoogd: de invloed van de student achtergrondkenmerken, uitgedrukt als propensity score, is in ieder van de strata insignificant. Uitkomsten verkregen in de vorige sectie, hete regressiemodel geschat op de gehele populatie, herhalen zich nu, met enkel een licht afwijkend beeld voor het eerste stratum. In dat eerste stratum, het quintiel van studenten met de laagste score op de achtergrondkenmerken die bijdragen aan deelname aan de zomercursus, overheerst het negatieve effect van het staken van de zomercursus het positieve effect van het succesvol deelnemen aan de zomercursus. Dit enigszins afwijkende beeld voor het eerste stratum is een artefact van de wijze waarop de strata zijn geformeerd: door de lage score op de achtergrondkenmerken, bevat het eerste stratum verreweg het minste aantal deelnemers aan de zomercursus, en daarbinnen nog een grote meerderheid aan zomercursus-stakers (van de 660 studenten in dit stratum, zijn slechts 23 deelnemers aan de zomercursus, met daaronder 17 die de cursus niet afmaken). De vier andere strata, met heel veel meer zomercursusdeelnemers en vooral ook succesvolle deelnemers, laten steeds eenzelfde beeld zien: het grootste effect is dat van

de dummyvariabele wiskunde vooropleiding op uitgebreid niveau, terwijl het behandelingseffect van succesvolle deelname aan de zomercursus daarop volgt, en telkens tenminste 50% bedraagt van het effect van de vooropleiding. Herhaling van de analyse ter bepaling van het behandelingseffect op slaagkans voor QM1 op basis van stratificatie in vijf quintielen van de propensity score levert ook een bevestiging op van de eerdere analyses. Binnen de strata heeft de propensity score geen significant effect meer op de slaagkans. En behoudens het eerste quintiel, waar succesvol zijn in de zomercursus insignificant is, zijn er in de vier andere strata significante effecten van zowel vooropleiding als succesvolle zomercursus deelname, waarbij de odds-ratio van de laatste steeds die van de eerste overtreft.

6.2.5 Conclusie en discussies

In veel eerstejaars universitaire programma's zijn elementen van remediërend onderwijs ingebouwd: slechts na het opfrissen van een aantal onderwerpen die ook in de laatste leerfase van het voortgezet onderwijs zijn onderwezen, wordt vervolgd met de behandeling van nieuwe onderwerpen. Uitkomsten van onze instaptoetsing geven aan dat deze benadering niet voldoende is: belangrijke deficiënties liggen op het vlak van meer basale, in de onderbouw behandelde onderwerpen. Op basis van deze ervaring is voor een brede invulling van de UM zomercursus gekozen, waarvan het ingangsniveau wordt bepaald door de individuele resultaten behaald op een adaptieve, diagnostische toets. Effectonderzoek suggereert dat dit type remediërend onderwijs zeer effectief is: het ongecorrigeerde effect van succesvolle participatie in de zomercursus overstijgt het effect van het volgen van wiskunde op uitgebreid niveau in het voortgezet onderwijs. De onderzoeksopzet van deze studie is echter die van een quasi-experimenteel ontwerp met niet-equivalente groepen, hetgeen een correctie van het behandelingseffect voor mogelijke selectie-effecten vereist. Correctie op basis van de propensity score methode wijst uit dat inderdaad een deel van het behandelingseffect kan worden toegeschreven aan de omstandigheid dat deelnemers aan de zomercursus over gunstiger achtergrondkenmerken beschikken dan niet-deelnemers, maar tegelijkertijd resteert er een substantieel behandelingseffect, in orde van grootte van de helft van het effect van het volgen van wiskunde op uitgebreid niveau tijdens de vooropleiding.

De uitkomsten van het effectonderzoek suggereren dat het gekozen formaat van aansluitonderwijs, die van een online zomercursus met een brede dekking van onderwerpen, en sturing van leeraanbod door adaptieve toetsing, een efficiënte methode is om kennisdeficiënties te overbruggen. De gemiddelde studielast voor succesvolle zomercursusdeelname, een ruime 50 uur, is evident vele malen geringer dan het verschil in studielast tussen uitgebreid en basis wiskunde in het voortgezet onderwijs. Desondanks wordt een leereffect behaald in de orde van grootte van 50% van dat laatste effect. Een belangwekkende onderzoeksvraag lijkt te zijn of andere vormen van aansluitonderwijs, zoals de in Nederland gebruikelijke vorm van remediërend onderwijs in de poort, tot vergelijkbare effecten leidt.

Referenties

- Bahr, P. R. (2008). Does mathematics remediation work?: a comparative analysis of academic attainment among community college students. *Research in Higher Education*, 49, 420-450.
- Bettinger, E. P., & Long, B. T. (2009). Addressing the needs of underprepared students in higher education: does college remediation work? *The Journal of Human Resources*, 44, 736-771.
- Brants, L., & Struyven, K. (2009). Literature review on online remedial education: a European perspective. *Industry and Higher Education*, 23, 269-276.
- Calcagno, J. C., & Long, B. T. (2008). The Impact of postsecondary remediation using a regression discontinuity approach: addressing endogenous sorting and noncompliance. *NBER working paper series*, no. 14194.
- Doignon, J. , & Falmagne J. C. (1999). *Knowledge spaces*. Berlin: Springer.
- Dweck, C. S. (1999). *Self-theories: their role in motivation, personality, and development*. Philadelphia, PA: Psychology Press.
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Reviews Psychology*, 53, 109-132.
- Elshout-Mohr, M. van, Daalen-Kapteijns, M. M., & Meijer, J. (2001). *Constructie van het instrument "Rapportage Autonom Studeren"*. Amsterdam: SCO-Kohnstamm Instituut en Instituut voor de Leraren Opleiding (ILO).
- Falmagne, J., Cosyn, E., Doignon, J., & Thiéry, N. (2004). *The assessment of knowledge, in theory and in practice*. http://www.aleks.com/about_aleks/Science_Behind_ALEKS.pdf.
- Fraas, J. W. (2007). A comparison of propensity score analysis to analysis of covariance: a case illustration. Paper presented at the annual meeting of the *American Educational Research Association*, Chicago.
- Grant, H., & Dweck, C. S. (2003). Clarifying achievement goals and their impact. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85, 541-553.
- Guya, F., Mageau, G. A., & Vallerand, R. J. (2003). On the hierarchical structure of self-determined motivation: A test of top-down, bottom-up, reciprocal, and horizontal effects. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 29, 992-1004.
- Hart, H. 't, Boeije, H., & Hox, J. (Eds.). (2005). *Onderzoeksmethoden; zesde druk*. Amsterdam: Boom onderwijs.
- Hout-Wolters, B. H. A. M. van (2009). Leerstrategieën meten. Soorten meetmethoden en hun bruikbaarheid in onderwijs en onderzoek. *Pedagogische Studiën*. 86, 110-127.
- Jamelske, E. (2009). Measuring the impact of a university first-year experience program on student GPA and retention. *Higher Education*, 57, 373-391.

- Kools, Q. H., & Neut, A. C. van der (2006). *Oplossingen voor kennisdeficiënties*. Tilburg: IVA Beleidsonderzoek en Advies.
http://www.onderwijsraad.nl/uploads/pdf/studie_iva__oplossingen_voor_kennisdeficiënties.pdf.
- Martens, R. & Bastiaens, T. (2005). De relatie tussen autonomie en motivatie. *Onderzoek van Onderwijs*, 14, 37-40.
- New Directions for Community Colleges (2008). Speciale editie 144, Winter 2008: *Are community colleges underprepared for underprepared students?*
- Onderwijsraad. (2006). *Versteving van kennis in het onderwijs*; verkenning. Den Haag: Onderwijsraad.
http://www.onderwijsraad.nl/uploads/pdf/versteving_van_kennis_in_het_onderwijs.pdf.
- Onderwijsraad. (2007). *Versteving van kennis in het onderwijs II*; advies. Den Haag: Onderwijsraad.
http://www.onderwijsraad.nl/uploads/pdf/versteving_van_kennis_in_het_onderwijs_ii.pdf.
- Onderwijsraad. (2008). *Een succesvolle start in het hoger onderwijs*; advies. Den Haag: Onderwijsraad.
http://www.onderwijsraad.nl/uploads/pdf/een_succesvolle_start_in_het_hoger_onderwijs.pdf.
- Picarelli, A., Slaats, M., Bouhuijs, P. A. J., & Vermunt, J. D. (2006). Leerstijl en leeromgeving in het voortgezet onderwijs: Nederland en Vlaanderen vergeleken. *Pedagogische Studiën*. 83, 139-155.
- Ratelle, C. F., Guay, F., Vallerand, R. J., Larose, S., & Senécal, C. (2007). Autonomous, controlled, and amotivated types of academic motivation: A person-oriented analysis. *Journal of Educational Psychology*, 99, 734-746.
- Rienties, B., Dijkstra, J., Rehm, M., Tempelaar, D. T., & Blok, G. (2005). Online bijspijkeronderwijs in de praktijk. *Tijdschrift voor Hoger Onderwijs*, 23, 239-253.
- Rienties, B., Kaper, W., Struyven, K., Tempelaar, D. T., Gastel, L. van, Vrancken, S., Jasińskad, M., & Virgailaitė-Mečkauskaitė, E. (ingediend). *Describing the current transitional educational practices in Europe*.
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well being. *American Psychologist*, 55, 68-78.
- Schneider, M., Carnoy, B., Kilpatrick, J., Schmidt, W. H., & Shavelson, R. J. (2007). *Estimating Causal Effects: Using Experimental and Observational Designs*. Washington, DC: AERA.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Boston, NY: Houghton Mifflin Company.

- Tempelaar, D. T. (2006). The role of metacognition in business education. *Industry & Higher Education*, 20, 291-298.
- Tempelaar, D. T. (2007). Onderwijzen of bijspijkeren? *Nieuw Archief voor Wiskunde*, 8(1), 55-59.
- Tempelaar, D. T., Gijselaers, W.H., Schim van der Loeff, S., & Nijhuis, J. F. H. (2007). A structural equation model analyzing the relationship of student personality factors and achievement motivations, in a range of academic subjects. *Contemporary Educational Psychology*, 32, 105-131.
- Tempelaar, D. T., Rienties, B., & Gijselaers, W. (2006). Internationalisering; en de Nederlandse student? *Onderzoek van Onderwijs*, 35, 40-45.
- Tempelaar, D. T., Rienties, B., & Gijselaers, W. (2007). Internationalisering: leerbenaderingen van Nederlandse en Duitse studenten. *Onderzoek van Onderwijs*, 36, 4-9.
- Tempelaar, D. T. & Rienties, B. (2008), Remediating Summer Classes and Diagnostic Entry Assessment in Mathematics to Ease the Transition from High School to University. In B. Rienties, B. Giesbers, & W. Gijselaers (Eds.), *Proceedings Student Mobility and ICT: Can E-LEARNING overcome barriers of Life-Long learning* (pp. 9-17). Maastricht: FEBA ERD Press.
- Vallerand, R. J., Pelletier, L. G., Blais, M. R., Brière, N. M., Sénécal, C., & Vallières, E. F. (1993). On the assessment of intrinsic, extrinsic, and amotivation in education: evidence on the concurrent and construct validity of the Academic Motivation Scale. *Educational and Psychological Measurement*, 53, 159-172.
- Vermunt, J. D. (1992). *Leerstijlen en sturen van leerprocessen in het Hoger Onderwijs*. Amsterdam/Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Yanovitzky, I., Zanutto, E., & Hornik, R. (2005). Estimating causal effects of public health education campaigns using propensity score methodology. *Evaluation and Program Planning*, 28, 209-220.
- Wieland, A., Brouwer, N, Kaper, W., Tempelaar, D. T., Leijen, M. van, Rienties, B, Boske, Bert ten, & Heck, A. (2007). Didactische scenario's voor remediërend wiskundeonderwijs. *Tijdschrift voor Hoger Onderwijs*, 25(1), 2-15.