

# Flipping the Classroom

passend onderwijs voor het vwo

studiepaper 3/3

resultaten van experimenteel onderzoek naar de verbetering van toetsresultaten

februari 2013  
Student: Jacolien van Dijk (16043873)  
Begeleider: Dr. C. Haelermans

## Samenvatting

*Om met het onderwijs aan te kunnen sluiten bij de snel veranderende samenleving en om vwo-leerlingen uit te kunnen dagen tot excellentiebevordering, is met Evidence Based Practice onderzocht of het fenomeen *Flipping the Classroom* (Bergmann & Sams, 2012) de toetscijfers van vwo-leerlingen kan verbeteren. Hiertoe is in het najaar van 2012 op het Grifland College te Soest gedurende vijf weken onderzoek uitgevoerd met een (quasi-) experimenteel design. De steekproef bestond uit 39 leerlingen van klas 4 vwo met het vak wiskunde B. Analyse van de pre- en posttest resultaten laat zien dat er geen significante verschillen in toetscijfers zijn waar te nemen tussen interventie- en controlegroep. Het experiment onderschrijft de uitkomsten van de wetenschappelijke literatuur over *Flipping the Classroom* en laat zien dat er in de interventiegroep meer individuele aandacht is voor de leerlingen, meer ruimte voor differentiatie en zelfsturing evenals een grotere onderlinge samenwerking dan in de controlegroep. Ook heeft de docent in de interventiegroep meer aandacht kunnen besteden aan hoge orde denkvaardigheden, oplossingsstrategieën en creatieve opdrachten. Hiervan is in eerdere experimentele studies bewezen dat ze de wiskundeprestaties van begaafde en getalenteerde leerlingen verbeteren en bovendien sluiten deze vaardigheden naadloos aan op de zogeheten 21<sup>st</sup> century skills. Dit geeft aanleiding het experiment op basis van aanbevelingen en conclusies aan te passen en in het voorjaar van 2013 te herhalen.*

## Inleiding

Scholen zullen een enorme inhaalslag moeten maken om leerlingen gedegen te kunnen voor-bereiden op een toekomst, waarvan wij nog niet kunnen bevroeden hoe deze er uit zal zien. De huidige technologische ontwikkelingen en de komst van mobiel internet brengen ingrijpende sociale en maatschappelijke veranderingen met zich mee. Ons huidige onderwijssysteem -daterend uit de industriële revolutie- lijkt niet langer toegerust deze veranderingen bij te kunnen benen (Fisch, McLeod & Rose, 2012; Hoff, 2011; Moravec, 2010; Robinson, 2011, 2010). Terwijl er van buitenaf steeds vaker wordt aangedrongen op een ontwrichtende verandering van het onderwijssysteem (Christensen, Horn & Johnson, 2008; Rubens, 2008), is er van binnenuit het onderwijs steeds meer vraag naar wetenschappelijke onderbouwing en effectmeting van vernieuwingen (Onderwijsraad, 2006). Waar scholen vandaag de dag hun aandacht zouden moeten laten uitgaan naar het onderwijzen van vaardigheden en competenties die nodig zijn om in de kennissamenleving te kunnen functioneren en levenslang te blijven leren (Mijland, 2012; Van den Oetelaar, 2012; Voogt & Roblin, 2010), worden ze meer dan ooit afgerekend op leeropbrengsten en (excellente) prestaties uitgedrukt in cijfers (Van Bijsterveldt & Zijlstra, 2011). Deze duale achtergrond is aanleiding geweest om vanuit het onderwijs een studie te starten aan de Teachers Academy van de Universiteit Maastricht. Vanuit de behoefte enerzijds in te willen springen op de paradigmaverschuiving

in de wereld en vanuit de zorg anderzijds dat veel vwo-leerlingen op school niet worden uitgedaagd tot betere prestaties, is onderzocht of het fenomeen *Flipping the Classroom* (Bergman & Sams, 2012) het onderwijs meer passend kan maken bij de specifieke behoeften van de vwo-leerling en beter passend bij de 21<sup>e</sup> eeuw.

Het onderzoek -met evidence based karakter- beoogt antwoord te geven op de vraag:

*Wat is het effect van Flipping the Classroom op toetsresultaten?*

Binnen het vwo-team van het Griffland College te Soest staat het uitdagen en motiveren van leerlingen hoog op de agenda en is er zorg over het aantal leerlingen dat onderpresteert. In lijn met het actieplan Beter Presteren van het Ministerie van OCW (Van Bijsterveldt & Zijlstra, 2011), wil de school de komende jaren inzetten op excellentie-bevordering en heeft ze de ambitie uitgesproken bij de 25 procent best presterende scholen in het land te willen behoren. Het onderzoek is uitgevoerd in de klassen vwo-4 wiskunde B van het Griffland College. Goede resultaten voor het vak wiskunde zijn niet alleen voor de school, maar -gezien de aangescherpte exameneisen- mede voor de leerlingen van groot belang. Door de inrichting van de Tweede Fase en de vormgeving van het studiehuis op het Griffland College is er bij het vak wiskunde B in de huidige vorm geen sprake van passend vwo-onderwijs. Docenten ervaren door een overladen examenprogramma en door de invoering van zelfstandige studie-uren te weinig contacttijd om leerlingen uit te kunnen dagen tot betere prestaties en aandacht te schenken aan 21st century skills (Van Dijk, 2012).

Hoewel het fenomeen *Flipping the Classroom* aan populariteit wint in de Verenigde Staten en inmiddels ook voet aan Nederlandse bodem heeft gekregen, zijn er nog weinig wetenschappelijke studies gedaan naar causale effecten ervan op toetscijfers. Deze studie hoopt hier een bijdrage aan te kunnen leveren. Anderzijds hoopt deze studie bij te kunnen dragen aan excellentiebevordering in het Nederlands voortgezet onderwijs en handvatten te geven hoe *Flipping the Classroom* kan worden ingezet voor een versterkt vwo met betere opbrengsten. Tot slot beoogt deze studie een bijdrage te leveren aan de discussie over goed onderwijs voor de toekomst en een stuk bewustwording bij docenten en schoolleiding teweeg te brengen. Wij bevinden ons in een snel veranderende samenleving waarin we de kans moeten aangrijpen gebruik te maken van de technologische ontwikkelingen die ons ten dienste staan.

In deze studiepapier wordt na een korte probleemanalyse beschreven hoe in de literatuur gezocht is naar aanwijzingen om *Flipping the Classroom* effectief in te kunnen zetten om prestaties van getalenteerde en begaafde wiskundeleerlingen te verbeteren. Vervolgens is beschreven hoe op basis van dit literatuuronderzoek een interventie is ontworpen en uitgevoerd middels een quasi-experimenteel design. De analyse van de resultaten van dit onderzoek wordt afgesloten met een voorlopige conclusie en aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

## Probleemanalyse

Resultaten van begaafde en getalenteerde wiskundeleerlingen nemen toe wanneer leerlingen kunnen werken met *individuele adaptieve computerprogramma's*, gerichte *individuele feedback* krijgen en getraind worden in *zelfsturend leren*. Daarnaast blijken *differentiatie* en een aangepast curriculum met aandacht voor *hoge orde denkvaardigheden* en *creativiteit* een positief effect te hebben op de wiskundeprestaties van slimme leerlingen. Vaardigheden die daarnaast belangrijk zijn om leerlingen op te kunnen leiden voor de kennissamenleving van de 21<sup>e</sup> eeuw zijn *kritisch denken*, *probleemoplossen*, *sociale vaardigheden* (communicatie en samenwerking) en *ICT-geletterdheid* (Van Dijk, 2012). Om met het huidige wiskundeonderwijs aan te kunnen sluiten bij de specifieke behoeften van vwo-leerlingen en bij de snel veranderende samenleving is het dus van belang dat de docent in de les aandacht besteedt aan bovengenoemde elementen, vanaf nu de 'pijlers voor passend vwo-onderwijs' genoemd.

In het Nederlandse onderwijs is in 1999 de bovenbouw van havo en vwo ingrijpend veranderd en sindsdien heet die bovenbouw kortweg de Tweede Fase. Centraal hierin staat het begrip zelfstandig leren, waarmee van leerlingen een andere manier van denken en organiseren wordt gevraagd. De principes van zelfstandigheid en verantwoordelijkheid krijgen echter vooral vorm door gebruik van studiewijzers, keuzewerktijd en individueel werken en uit onderzoek blijkt dat de praktijk van het studiehuis niet erg overeenkomt met de door de bedenkers ervan wenselijk geachte situatie (Werf, 2005). Op veel scholen heeft keuzewerktijd weinig verband met de vaklessen. Vele docenten zien keuzewerktijd als tijd die van hun lessen is afgegaan en zien zich genoodzaakt in de eigen vaklessen veel stof te behandelen. Voor de 'betere' leerlingen die het in de keuzewerktijd zonder docent kunnen stellen ontstaat de huiswerkloze school en wordt de verleiding om te gaan onderpresteren groot (Lindeman, Nierop & Spijkerbroek, 2005). Door het programma van toetsing en afsluiting (PTA) dat richtinggevend is voor de leeractiviteiten die de leerlingen moeten doen, worden leerlingen verleid tot leren 'op het laatste moment' hetgeen meestal leidt tot oppervlakkig leren (Van der Valk & Gravemeijer, 2000). De landelijke commissie Toekomst Wiskunde Onderwijs maakt zich zorgen over de ontwikkelingen in het studiehuis aangaande het vak wiskunde en pleit voor meer contacttijd tussen leerling en docent (cTWO, 2007). Zolang deze extra contacttijd niet wordt toegekend zal er naar andere wegen moeten worden gezocht om de 'pijlers voor passend vwo-onderwijs' te kunnen integreren in de wiskundelessen.

Moderne technologie en de komst van mobiel internet maken het mogelijk de traditionele invulling van contacttijd en keuzewerktijd om te gooien. Wanneer de docent gebruik maakt van video-instructies om nieuwe lesstof te introduceren, kunnen keuzewerktijd en huiswerktijd gebruikt worden voor kennisoverdracht en kan de contacttijd met de docent worden ingezet om aandacht te besteden aan de bovengenoemde pijlers. Deze intentionele verschuiving van lesinhoud waardoor de leerling meer centraal komt te staan en de rol van de docent verandert van kennisoverdrager naar begeleider in het leerproces wordt ook wel *the flipped classroom*, *inverted classroom* of *reversed classroom* genoemd. In een eerdere studiepaper is de geschiedenis en de opkomst van Flip de Klas in het nederlands voortgezet onderwijs

beschreven (Van Dijk, 2012). Inmiddels heeft Stichting Kennisnet -de publieke ict-partner voor het onderwijs- het fenomeen 'geadopteerd' onder de naam *Flipping the Classroom* en zijn de grondleggers Jonathan Bergmann en Aaron Sams (Bergman & Sams, 2012) vanuit de Verenigde Staten naar Nederland gekomen om in opdracht van Kennisnet een tweedaagse workshop te geven. Via deze workshops, de website van Kennisnet, een posterontwerp en het wetenschappelijk tijdschrift 'Weten Wat Werkt en Waarom' (Kennisnet, 2012) krijgt de naam *Flipping the Classroom* steeds meer bekendheid onder de nederlandse docenten, vandaar dat besloten is de term 'Flip de Klas' los te laten in deze studiepaper.

## Literatuur

De zoektocht naar wetenschappelijke literatuur over de effecten van *Flipping the Classroom* op toetsresultaten is vanuit de evidence based benadering van deze studie gestart in de databases ERIC, PsycINFO, Econlit en Google Scholar. De zoektermen 'inverted classroom', 'flipped classroom', 'reversed classroom' in combinatie met 'experimental design' en 'academic achievement' leverden geen publicaties in wetenschappelijke peer-reviewed journals op. Ook zoeken op andere combinaties en afgeleide zoektermen leverde geen resultaten op. Wel zijn er via Google Scholar twee proefschriften gevonden (Johnson & Renner, 2012; Strayer, 2007) en leverde het 'sneeuwbal-effect' via de referentielijsten van deze proefschriften een aantal andere interessante publicaties op (Baker, 2000; Lage, Platt & Treglia, 2000; Frederickson, Reed & Clifford, 2005).

In het zeer recent verschenen proefschrift van Johnson & Renner (2012) worden de resultaten gepresenteerd van een quasi-experimenteel onderzoek naar de doeltreffendheid van een traditionele informatica-les op een high school in Amerika, vergeleken met een '*flipped course*'. Het onderzoek is opgezet volgens een mixed-methods switching replications design: twee groepen van ongeveer 31 leerlingen en twee perioden van zes weken. Er werd geen significant verschil gevonden tussen pre- en posttestscores van beide groepen. De onderzoekers wijten dit aan designfouten in het experiment waardoor de docent genoodzaakt was de leerlingen van de interventiegroep toch (deels) traditioneel les te geven. Ook geven de onderzoekers aan dat het feit dat de betreffende docent zich niet echt betrokken voelde bij het experiment van nadelige invloed op de resultaten kan zijn geweest. Het feit dat in het onderzoeken geen significante verbeteringen zijn gevonden kan ook worden verklaard door de geringe omvang de populatie, waardoor bepaalde effecten ten onrechte niet worden aangetoond en er een grote kans is op een Type-II fout (Field, 2009). De onderzoekers noemen deze lage power van het experiment echter zelf niet.

Strayer (2007) heeft onderzocht hoe de leeromgeving en leeractiviteiten door de '*flip classroom*' worden beïnvloed. In de interventie- en controlegroep zaten respectievelijk 23 en 27 eerstejaars studenten. Het onderzoek vond plaats tijdens het eerste semester in een introductiecollege statistiek. In zijn proefschrift rapporteert hij over significante hogere scores op 'Innovation', 'Student Cohesion' en 'Coöperation' ten gunste van de '*flip classroom*'. Aangezien er geen sprake is van een gerandomiseerd experiment en er ook

geen pretestscores zijn kan hier niet gesproken worden van causale effecten (Murnane & Willett, 2011). Hoewel Strayer niet heeft gekeken naar toetsresultaten is het proefschrift interessant vanwege de vele aanbevelingen voor het succesvol invoeren van *Flipping the Classroom*.

Frederickson, Reed & Clifford (2005) hebben een experimenteel onderzoek uitgevoerd naar de verschillen in leerprestaties en studenttevredenheid in een 'lecture based' versus 'computer-based' leeromgeving. Zestien eindejaarsstudenten statistiek werden willekeurig toegewezen aan twee verschillende groepen. De interventie vond plaats gedurende twee blokken via een cross-over design. Frederickson et al (2005) toonden met een pretest en posttest aan dat er geen significant verschil was tussen de twee groepen. Ook werd er geen significant verschil in *math anxiety* aangetoond. Uit de kwalitatieve data kwam naar voren dat studenten van de interventiegroep aangaven minder tevreden te zijn over de les en meer behoefte te hebben aan feedback en explicitering van de leerdoelen. Ook in deze studie kan het uitblijven van significante effecten verklaard worden door de kleine statistische power en de korte duur van de interventie.

De *inverted classroom*' in de studie van Lage, Platt & Treglia (2000) had als doel 80 eerstejaars studenten de mogelijkheid te bieden economie te leren via hun eigen individuele leerstijl. Door middel van een enquête met Likert-schaal en open vragen werd aangetoond dat studenten de voorkeur gaven aan de 'inverted classroom' boven een traditionele 'lecture class'. Er werd een toegenomen samenwerking onder studenten geconstateerd, evenals een sterke ontwikkeling van communicatievaardigheden.

De 'classroomflip' van Baker (2000) bestond uit het aanbieden van lezingen via een website, het voeren van klassediscussies via een forum en het gebruik van online quizen. De vrijgekomen lestijd werd gebruikt om dieper in te gaan op begripsvorming en toepassing, om de samenwerking tussen studenten onderling te stimuleren en om leerlingen meer controle te geven over hun eigen leerproces. De rol van de docent veranderde hierdoor van 'Sage on the Stage' naar 'Guide on the Side'. Op een internationale onderwijsconferentie rapporteerde hij over toegenomen interactiviteit en samenwerking. Studenten merkten op dat de samenwerking zowel binnen als buiten de les was toegenomen, dat ze meer persoonlijke aandacht hadden gekregen, meer controle hadden over hun eigen leerproces en aangezet werden tot kritisch denken.

Bovenstaande studies laten zien dat er voldoende aanwijzingen zijn dat *Flipping the Classroom* mogelijkheden biedt het onderwijs beter passend te maken bij de huidige maatschappij en dat het beter aansluit bij de specifieke behoeften van vwo-leerlingen. Zo wordt er in bovengenoemde studies gerapporteerd over toegenomen *samenwerking*, *communicatie* (Lage, Platt & Treglia, 2000), *individuele feedback* (Baker, 2000), *kritisch denken* (Baker, 2000), *zelfsturing* (Baker, 2000) en *differentiatie* (Lage, Platt & Treglia, 2000). In alle genoemde studies ontstond er in de les ruimte voor *probleemaanpak* en *hogere orde denkvaardigheden*. Strayer (2007) heeft in zijn onderzoek gewerkt met *adaptieve computerprogramma's*. De beschreven studies tonen echter geen causaal verband aan tussen *Flipping the*

*Classroom* en leerresultaten. Er zijn slechts twee studies gevonden met een experimenteel design (Frederickson, Reed & Clifford, 2005; Johnson & Renner, 2012) en beide studies hebben geen significante effecten gevonden.

## Interventie

Om het effect van *Flipping the Classroom* op de vwo resultaten wiskunde te kunnen onderzoeken heeft een interventie plaatsgevonden in de tweede periode van het schooljaar van 2012 op het Grifland College te Soest. De interventie duurde vijf lesweken van 4 lessen (45 min) en de uitkomstmaat van de interventie was toetscijfers (zie dataverzameling). Behalve de docent-onderzoeker en de leerlingen waren er geen andere directe betrokkenen. Voorafgaand aan het onderzoek is in overleg met de sectie, de schoolleiding en de roostermaker de steekproef bepaald. Besloten is de interventie uit te voeren in klas vwo-4 wiskunde B. Allereerst konden de leerlingen uit deze klas roostertechnisch gezien het meest eenvoudig over twee geheel nieuwe en zo gelijkwaardig mogelijke groepen worden verdeeld, de tweede reden is dat geen van de leerlingen uit deze klas eerdere ervaring heeft opgedaan met werken in de tweede fase evenals met de docent-onderzoeker en de laatste reden is dat de wiskunde cijfers van deze leerlingen nog niet meetellen voor het examendossier en er voldoende gelegenheid is eventuele missers te repareren. Door de uitgever van de methode Getal&Ruimte is ten behoeve van het experiment aan alle leerlingen een gratis licentie afgegeven om gebruik te kunnen maken van het digitale lesboek. Nadat de leerlingen en hun ouders middels een ondertekende brief hadden toegezegd hun medewerking te verlenen aan het experiment, is willekeurig besloten welke groep de interventiegroep zou worden en welke de controlegroep.

De interventie bestond uit *The Flipped Classroom* zoals omschreven in het *Flipped Class Manifest* (Bennett et al, 2012):

*"The Flipped Classroom is an intentional shift of content which in turn helps move students back to the center of learning rather than the products of schooling."*

De controlegroep kreeg les volgens de traditionele manier: de docent introduceerde iedere les klassikaal nieuwe lesstof en werkte deze lesstof aan de hand van enkele voorbeeldopgaven uit op het digitale bord. Als huiswerk kregen de leerlingen opgaven mee om de nieuwe lesstof te verwerken en deze na te kijken met behulp van een uitwerkingenbundel (bijlage 1). De interventiegroep kreeg exact dezelfde lesstof en opgaven aangeboden volgens een gelijkwaardig rooster, echter de introductie van nieuwe lesstof werd verplaatst naar huiswerk en de (voorheen) huiswerkopdrachten werden gemaakt in de les (bijlage 2). Voorafgaand aan de les bekeken de leerlingen een instructievideo van de docent, waar ze online op konden reageren en vragen over konden stellen. In de les gingen de leerlingen individueel of in groepjes aan het werk met opdrachten om de nieuwe lesstof toe te passen en te verwerken. Omdat leerlingen niet automatisch leren van het bekijken van een video-instructie (Muller, 2008, 2011, 2012) kregen de

leerlingen de opdracht allen één video samen te vatten en deze samenvatting te delen met hun klasgenoten. Tot slot werd in de interventiegroep creativiteit, probleemaanpak, kritisch denken en samenwerking bevorderd door de leerlingen aan het eind van de interventieperiode zelf een opdracht uit te laten werken en op video te zetten. De leerlingen kregen de opdracht online op elkaars video te reageren. Hiermee werd een aanzet gedaan tot het integreren van 21<sup>e</sup> vaardigheden in het lesprogramma ((Mijland, 2012; Van den Oetelaar, 2012; Voogt & Roblin, 2010).

Bij de opzet van de interventie is rekening gehouden met aanbevelingen uit de literatuur. Door de nieuwe situatie zo min mogelijk te wijzigen ten opzichte van de oude situatie en door geen gebruik te maken van open opdrachten werd getracht een gevoel van ‘unsettlednes’ bij de leerlingen te voorkomen (Strayer, 2007). Hiertoe werd besloten geen wijzigingen aan te brengen in de leerdoelen, welke aan het begin van het schooljaar zijn vastgelegd in het PTA (programma van toetsing en afsluiting). Daarnaast werd gebruik gemaakt van de vertrouwde elektronische leeromgeving (Teletop) en het gangbare boek met theorie en opgaven (Getal & Ruimte, 10<sup>e</sup> editie). Om leerlingen de mogelijkheid te bieden de voorkeur te geven aan hun eigen individuele leerstijl (Lage, Platt & Treglia, 2000) werden de leerlingen niet verplicht de video-instructies te bekijken, maar konden ze er ook voor kiezen zelfstandig de theorie en de voorbeelden uit het boek door te lezen of in te loggen op het digitale lesmateriaal van de methode. Om zelfsturend leren te stimuleren en een aanzet te geven tot mastery-learning (Bergman & Sams, 2012; Overmyer, 2010) werd in de loop van de interventieperiode de strikte scheiding tussen les- en huiswerkstof steeds meer losgelaten. Leerlingen konden hun eigen leertempo en planning bepalen en kregen ook tijdens de les toegang tot de video-instructies. Om de arbeidsintensiteit voor de docent zo laag mogelijk te houden (Bergmann & Sams, 2012), is voor het maken van de instructievideo’s zoveel mogelijk gebruik gemaakt van reeds bestaand materiaal en eenvoudige screencastsoftware. Per onderwerp zijn aparte video’s gemaakt, waarbij gestreefd is de video-instructies niet langer dan tien minuten te laten duren. Door de videoinstructies van de docent en de samenvattingen en gefilmde opdrachten van de leerlingen te publiceren via een website<sup>1</sup>, kon worden geregistreerd wie de video’s hadden bekeken en werd de mogelijkheid geboden online te reageren en vragen te stellen. Hiermee is een aanzet gedaan tot het inbouwen van een reflectie/feedbackcyclus (Strayer, 2007; Frederickson, Reed & Clifford, 2005).

## Onderzoeksmethode en data

### **Methode**

Om het effect van Flip de Klas op toetsresultaten te kunnen onderzoeken, is gebruik gemaakt van een quasi-experimenteel design met een interventiegroep, controlegroep, voormeting en nameting. De verdeling van de leerlingen over beide groepen is door de roostermaker bepaald op basis van het door de leerlingen gekozen vakkenpakket. Omdat er geen sprake is van volledige randomisatie zijn interventie- en controlegroep door middel van verschiltoetsen vergeleken op observeerbare kenmerken en is er middels regressieanalyse gecorrigeerd voor mogelijke confounders.

---

<sup>1</sup> Zie [www.wiskundejuf.nl](http://www.wiskundejuf.nl)



## **Steekproef**

De steekproef bestond uit alle vwo-4 wiskunde B leerlingen van het Griffland College te Soest. Besloten is twee leerlingen uit de onderzoeksdata en de analyse te verwijderen. Het betreft een chronisch zieke leerling en een leerling die gedurende de interventieperiode wiskunde B verruild heeft voor wiskunde A. Hierdoor blijven er in de steekproef 39 leerlingen over, te weten 26 jongens en 13 meisjes met een gemiddelde leeftijd van 15 jaar. De leerlingen zijn als volgt over de profielen verdeeld: 10% heeft een E&M profiel gekozen, 23% een N&G profiel, 64% van de leerlingen heeft een N&T profiel gekozen en er is 1 leerling die zowel een N&G als een N&T profiel heeft gekozen. In de populatie zijn er 3 leerlingen die recht hebben op tijdverlenging tijdens de toetsen vanwege leerproblemen. Er zijn 2 leerlingen opgestroomd van 1 havo naar 2 vwo, er is 1 leerling opgestroomd van 3 havo naar 4 vwo en 1 leerling heeft klas 4 vwo gedoubleerd. De overige leerlingen hebben klas 1 t/m 3 vwo zonder bijzonderheden doorlopen, waarbij 2 leerlingen tussentijds zijn ingestroomd vanaf een andere middelbare school.

Kenmerken van de steekproef zijn opgevraagd uit de schooladministratie en weergegeven in tabel 1. Hierbij zijn de adviezen basisschool en klas 3 omgezet in ordinale variabelen met rangorde 1-5 (toelichting tabel 2). De adviezen afkomstig van de basisschool zijn gebaseerd op de CITO-scores groep 8 en mondelinge overdracht tussen basisschool en voortgezet onderwijs. De adviezen wiskunde klas 3 zijn afkomstig van de betreffende wiskundeleraars van deze klassen. Van de leerlingen die tussentijds zijn opgestroomd, zijn de eindrapportcijfers wiskunde onderbouw van het lagere niveau niet meegenomen in de analyse omdat dit een vertekend beeld zou geven. Van de leerlingen die tussentijds zijn ingestroomd zijn de rapportcijfers onderbouw niet achterhaald. Van de twee instromers van andere scholen ontbreken de CITO-scores en adviezen basisschool en klas 3. Tot slot zijn er 5 leerlingen afkomstig van basisscholen waar geen CITO-toets is afgenomen.

Opvallend in tabel 1 is dat er leerlingen zijn met een basisschooladvies onder vwo-niveau en dat er gemiddeld negatief geadviseerd is op perspectief wiskunde B. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de adviezen afkomstig zijn van verschillende docenten uit verschillende klassen, waarmee in twijfel getrokken kan worden of deze adviezen betrouwbaar en valide zijn. Ook is te zien dat er een redelijk grote spreiding is in CITO-score rekenen basisschool. De gemiddelde wiskundecijfers voor de onderbouw zijn aan de hoge kant. Tot slot valt op te merken dat een leeftijdsverschil van 3 jaar in deze leeftijdsfase (puberteit) een zeer groot verschil is. Dit leeftijdsverschil wordt veroorzaakt door leerlingen van 14 jaar die een groep hebben overgeslagen op de basisschool en de 17-jarige leerling die een jaar heeft gedoubleerd.

Tabel 1 - Kenmerken steekproef

	<b>N</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Gemiddelde</b>	<b>Standaard Deviatie</b>
<b>Leeftijd</b>	39	14	17	15,13	,615
<b>Geslacht (jongen = 1)</b>	39	0	1	0,67	,478
<b>CITO-score basisschool (VWO= 545-550)</b>	32	537	550	545,25	3,927
<b>CITO-score rekenen basisschool (percentielscore)</b>	32	47	100	86,78	13,028
<b>Advies basisschool</b>	37	2	6	4,30	,845
<b>Eindrapport cijfer wiskunde 1 vwo</b>	35	6	9	7,54	,741
<b>Eindrapport cijfer wiskunde 2 vwo</b>	36	5	9	7,14	,931
<b>Eindrapport cijfer wiskunde 3 vwo</b>	37	6	9	7,35	,716
<b>Advies werkhouding wiskunde klas 3</b>	38	1	5	4,53	,762
<b>Advies inzicht wiskunde klas 3</b>	38	1	5	3,97	,944
<b>Advies perspectief wiskunde klas 3</b>	38	1	5	3,76	1,076

Tabel 2 - Toelichting adviezen

<b>Advies basisschool</b>	<b>Advies werkhouding wiskunde klas 3</b>	<b>Advies inzicht wiskunde klas 3</b>	<b>Advies perspectief wiskunde klas 3</b>
5=V	5=Goed	5=Goed	5=geschikt wi B, geschikt wiA, geschikt wi C
4=VH	4=Voldoende	4=Voldoende	4=twijfel wiB, geschikt wi A, geschikt wiC
3=H	3=Wisselend	3=Niet duidelijk	3=ongeschikt wiB, geschikt wiA, geschikt wiC
2=HM	2=Matig	2=Matig	2=ongeschikt wiB, twijfel wiA, geschikt wiC
1=M	1=Onvoldoende	1=Onvoldoende	1=ongeschikt wiB, ongeschikt wiA, twijfel wiC

### Interventie- en controlegroep vergeleken op kenmerken

Om te onderzoeken of de interventie- en controlegroep in geobserveerde kenmerken verschillen, is gebruik gemaakt van een tweezijdige onafhankelijke t-test, waarbij gecontroleerd is voor homogene variantie met Levene's test (zie tabel 3a). Op de niet-continue variabelen zijn beide groepen vergeleken met behulp van de Mann-Whitney U test (zie tabel 3b). Hiertoe is profielkeuze omgezet in een nominale variabele met de volgende waarden: 0=NT&NG, 1=NT, 2=NG, 3=EM. Toetsscore V1 is de score van de eerste voortgangstoets wiskunde van klas 4 vwo. Deze toets die meetelt voor het rapport is afgenomen nadat beide groepen één periode (vijf lesweken) traditioneel les hebben gehad van de docent-onderzoeker.

Tabel 3a - Kenmerken interventie-controlegroep

	Interventiegroep (N=19)			Controlegroep (N=20)			T-waarde	Sign.
	N	gem	St.d	N	gem	St.d		
Leeftijd	19	15,11	,737	20	15,15	0,489	-0,224	,824
CITO-score basisschool	16	545,06	4,024	16	545,44	3,949	-0,266	,792
CITO-score rekenen basisschool	16	84,13	12,258	16	89,44	13,618	-1,160	,255
Eindrapport wiskunde klas 1 vwo	17	7,59	,795	18	7,50	,707	0,347	,731
Eindrapport wiskunde klas 2 vwo	17	7,18	1,131	19	7,11	,737	0,221	,827
Eindrapport wiskunde klas 3 vwo	17	7,35	,862	20	7,35	,587	0,012	,990
Toetsscore V1 klas 4 vwo	19	7,48	1,2185	20	7,30	1,240	0,468	,643

Tabel 3b - Kenmerken interventie-controlegroep

	Interventiegroep (N=19)			Controlegroep (N=20)			Mann-Whitney U	Sign.
	N	gem. rang	som rang	N	gem. rang	som rang		
Geslacht (1=jongen)	19	19,32	367,00	20	20,65	413,00	177,0	,655
Doublant (dichotoom)	19	20,53	390,00	20	19,50	390,00	180,0	,305
Opstromer (dichotoom)	19	20,55	390,50	20	19,48	389,50	179,5	,523
Instromer (dichotoom)	19	20,03	380,50	20	19,98	399,50	189,5	,971
Tijdverlenger (dichotoom)	19	19,53	371,00	20	20,45	409,00	181,0	,584
Profielkeuze	19	24,53	466,00	20	15,70	314,00	104,0	,005***
Advies basisschool	18	16,69	300,50	19	21,18	402,50	129,5	,175
Advies werkhouding wiskunde klas 3	18	17,33	312,00	20	21,45	429,00	141,0	,182
Advies inzicht wiskunde klas 3	18	19,94	359,00	20	19,10	382,00	172,0	,804
Advies perspectief wiskunde klas 3	18	18,81	338,50	20	20,13	402,50	167,5	,699

\*\*\* sign  $p < 0.01$  (tweezijdig)

Hoewel de groepen op vrijwel alle geobserveerde kenmerken vergelijkbaar zijn, zien we dat de interventiegroep en controlegroep significant verschillen op profielkeuze ( $U = 104.0$ ,  $z = -2.840$ ,  $r = -0.45$ ). Dit verschil kan worden verklaard uit het gegeven dat de roostermaker de leerlingen aan het begin van het schooljaar verdeeld heeft over twee clustergroepen op basis van het vakkenpakket van de leerlingen (zie Methode). Hierdoor zijn alle leerlingen met een NT-profiel bij elkaar in een cluster gezet. Het verschil geeft aanleiding om profielkeuze op te nemen in de regressieanalyse.

Opvallend is dat de interventiegroep op CITO-scores en adviezen gemiddeld lager scoort dan de controlegroep. Dit is tegenstrijdig met de gemiddeld hogere rapportcijfers onderbouw. Deze verschillen zijn echter niet significant. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de rapportcijfers onderbouw zijn afgerond op gehelen, waardoor de uitkomst vertekend kan zijn. Om een nauwkeuriger beeld te krijgen van de wiskundecapaciteiten van beide groepen zullen in een vervolgstudie alle wiskundecijfers uit de onderbouw afgerond op tienden worden meegenomen in de analyse.

### **Dataverzameling**

Om het effect van de interventie te kunnen meten is gebruik gemaakt van een pretest (P1) en een posttest (P2). De pretest en posttest zijn identieke schriftelijke toetsen van 30 minuten bestaande uit zeven vragen over het onderwerp dat wordt behandeld in de interventieperiode met een eindige puntenschaal 1-33. De post-test is een deelverzameling van de periodieke schriftelijke voortgangstoets V2, die meetelt voor het rapport. De toetsen zijn ontworpen door de docent-onderzoeker. Getracht is de meetinstrumenten geen bedreiging te laten zijn voor de betrouwbaarheid. De schriftelijke toetsen zijn gemaakt door de docent en samengesteld uit een toetsbundel die bij de betreffende methode hoort. De toetsstof is zodanig samengesteld dat de toets van voldoende eindniveau is om te kunnen meten wat leerlingen van het betreffende onderwerp weten. De vragen zijn zo geformuleerd dat ze maar op één manier geïnterpreteerd kunnen worden. Door de cijfers vast te stellen aan de hand van een vooraf gemaakt correctiemodel worden meetfouten zoveel mogelijk voorkomen. Vervolgens is van elke leerling de absolute groei (AG) tussen pretest en posttest bepaald ( $AG = P2 - P1$ ) evenals de relatieve groei ( $RG = AG / P1 * 100\%$ ). Gedurende de interventieperiode hebben de leerlingen van beide groepen een logboek bijgehouden waarin de tijd (in minuten) is geregistreerd die de leerlingen aan hun wiskundehuiswerk (H) hebben besteed en aan de toetsvoorbereiding (T).

### **Onderzoeksbependingen**

Bedreiging voor de **interne validiteit** zijn confounding, contaminatie en gedragsverandering. Aangezien een experiment in een school niet gelijk staat aan een experiment in een laboratorium, zijn de condities voor de onderzoekspopulatie niet exact gelijk geweest en kunnen er (niet-observeerbare) factoren zijn geweest die de uitkomst van het experiment hebben verstoord. Persoonlijke omstandigheden en menselijke factoren kunnen de resultaten hebben beïnvloed, evenals het tijdstip van de dag waarop de leerlingen les hebben gehad. Om *confounding* zoveel mogelijk tegen te gaan, is geprobeerd de leerlingen zo random mogelijk over beide groepen te verdelen en onder zo gelijk mogelijke omstandigheden les te

geven. Observeerbare kenmerken zijn in de statistische analyse opgenomen en met lineaire regressie zal voor mogelijke confounders worden gecorrigeerd. *Contaminatie* vindt plaats als leerlingen in de interventiegroep informatie uitwisselen met leerlingen in de controle groep. Als de controlegroep toegang krijgt tot de videoinstructies van de docent leidt dit tot onwenselijke interferentie. De meting van het effect van de interventie wordt hierdoor verstoord en de interne validiteit van het onderzoek negatief beïnvloed. Dit risico is beperkt door de video-instructies op een gesloten website te plaatsen, waarop alleen leerlingen uit de interventiegroep zich hebben kunnen registreren. Via een persoonlijke registratiecode is bijgehouden hoe vaak en door wie de video-instructies zijn bekeken. Daarnaast heeft de onderzoeker de leerlingen (en ouders) voorafgaand aan het experiment nadrukkelijk om hun medewerking gevraagd en is door middel van een anonieme enquête achteraf gevraagd wie de videoinstructies heeft bekeken. Om de leerlingen uit de controlegroep niet teveel achter te stellen is toegezegd dat deze leerlingen ter voorbereiding van een eventuele herkansing wel toegang krijgen tot de video-instructies. Deelname aan het onderzoek kan hebben gezorgd voor *gedragsverandering*. De leerlingen hebben mogelijk extra hun best gedaan vanwege het feit dat ze onderwerp van een studie waren en dit zou los kunnen staan van het onderwerp van deze studie.

De steekproef is samengesteld uit alle wiskunde B leerlingen van 4 vwo van het Griffland College. Er is voorzichtigheid geboden bij het generaliseren van de uitkomsten van dit experiment naar een grotere populatie. De onderzoeksgroep is niet representatief voor alle wiskundeleerlingen in Nederland. De onderzoeksgroep is ook niet representatief voor alle wiskunde B leerlingen van het Griffland College. Het succes van *Flipping the Classroom* staat of valt met de kwaliteit van de video-instructies en de didactische invulling van de lessen. Dit is zeer docentafhankelijk, groepsafhankelijk en onderwerpfafhankelijk. Deze bedreigingen voor de **externe validiteit** pleiten ervoor om het experiment te herhalen in verschillende groepen, bij verschillende vakken en meerdere docenten op verschillende scholen, binnen en buiten Nederland.

Tot slot is de omvang van de steekproef niet voldoende groot om te kunnen spreken van een **betrouwbaar** experiment. Door de het geringe aantal waarnemingen bestaat de kans dat significante verschillen niet worden waargenomen (Type-II fout). De power van het experiment is onvoldoende om uitspraken te kunnen doen over effectgroottes.

## Resultaten

Hieronder volgt een beschrijving van de analyse van de resultaten. Om een causaal verband aan te kunnen tonen van *Flipping the Classroom* op toetsresultaten is aan de leerlingen gevraagd de tijd besteed aan huiswerk (H) en toetsvoorbereiding (T) in minuten bij te houden door middel van een logboek. Mochten beide groepen significant verschillen op deze tijden, dan zou dit een interessante verklarende variabele kunnen zijn voor een mogelijk verschil in toetsscores. Een tweezijdige onafhankelijke t-test, waarbij gecontroleerd is voor homogene variantie met Levene's test, laat zien dat beide groepen niet significant

verschillen op deze tijden (tabel 4). Er is dus geen aanleiding deze gegevens in de verdere analyse op te nemen. Op te merken valt nog dat de leerlingen van de interventiegroep gedurende de gehele interventieperiode gemiddeld slechts 10 minuten langer aan hun huiswerk hebben gezeten dan de controlegroep, maar er gemiddeld 13 minuten minder lang over hebben gedaan om de toets voor te bereiden.

Tabel 4 Zelfstudietijden H en T in minuten

	Interventiegroep (N=19)		Controlegroep (N=20)		t-waarde	p-waarde
	gem	St.d	gem	St.d		
Huiswerktijd H	310,21	132,981	299,55	116,566	,267	,791
Toetstijd T	135,32	68,558	148,50	710,152	-,593	,557

Om het effect van *Flipping the Classroom* te analyseren op toetsresultaten, is gebruik gemaakt van de absolute en relatieve groei tussen pretest en posttestscores (zie Dataverzameling). Bij het vergelijken van beide groepen is gebruik gemaakt van een tweezijdige onafhankelijke t-test, waarbij gecontroleerd is voor homogene variantie met Levene's test. De scores P1 en P2 zijn continue variabelen op een eindige schaal van 1-33 (zie tabel 5).

Tabel 5 Toetsscores P1, P2 en groei AG, RG

	Interventiegroep (N=19)		Controlegroep (N=20)		t-waarde	p-waarde
	gem	St.d	gem	St.d		
pretest P1	7,53	4,033	5,35	3,281	1,853	,072*
posttest P2	27,84	4,086	27,15	5,224	0,459	,649
absolute groei AG	20,37	5,580	21,80	5,917	-0,776	,442
relatieve groei RG	474,4%	581,0	616,7%	578,1	-0,766	,448

\* sign  $p < 0.10$  (tweezijdig)

Daar waar we voor de posttestscores P2 geen significant verschil zien, geldt voor de pretestscores P1 dat het geobserveerde gemiddelde voor de interventiegroep significant hoger ligt dan bij de controlegroep ( $t(37)=1.853$ ,  $p=.072$ ). Dit verschil, dat we bij twee random samengestelde groepen in de voormeting idealiter niet willen zien, is niet in overeenstemming met voorgaande resultaten (tabel 3). Vanwege het 'ceilingeffect' heeft dit echter een nadelig effect op de groei in de interventieperiode, aangezien de schaal waarop gescoord kan worden eindig is. Een mogelijke verklaring voor deze vervuilde P1-score is dat de interventiegroep de pretest vanwege een designfout onder gunstiger omstandigheden heeft gemaakt dan

de controlegroep. Een andere verklaring is dat de pretest niet meetelde voor het rapport, waardoor leerlingen hem misschien niet serieus gemaakt hebben. Daarnaast is er reden om aan te nemen dat de P2-scores minder betrouwbaar zijn dan van tevoren gedacht, gezien het feit dat de posttest P2 een deelverzameling was van de voortgangstoets V2 over het onderwerp dat in de interventieperiode is behandeld. De pre- en posttest van 30 minuten waren te klein van omvang en te beperkt om met name hoge orde denkvaardigheden te toetsen.

Om ondanks de vervuilde P1-score en de onbetrouwbare P2 score toch nog uitspraken te kunnen doen over het effect van *Flipping the Classroom* op de toetsresultaten is daarom besloten een analyse uit te voeren op de V2-score (zie data-verzameling) en is van alle leerlingen de V1-score (zie tabel 3a) als voormeting genomen. Een tweezijdige onafhankelijke t-test, waarbij gecontroleerd is voor homogene variantie met Levene's test laat zien dat beide groepen in aanleg niet significant verschillen in voorkennis (tabel 7). We zien echter ook geen significant verschil in nameting.

Tabel 7 Toetsscores V1 en V2

	Interventiegroep (N=19)		Controlegroep (N=20)		t-waarde	p-waarde
	gem	St.d	gem	St.d		
<b>toetscijfer V1</b>	7,484	1,2185	7,300	1,2401	,468	,643
<b>toetscijfer V2</b>	7,311	1,2498	7,270	1,1512	,105	,917

Met behulp van regressieanalyse is onderzocht hoe groot de invloed van mogelijke confounders is op de uitkomstvariabele V2 (tabel 8). Eerst is een enkelvoudige regressie uitgevoerd, waarbij deelname aan de interventie als enige variabele is opgenomen (model I). Vervolgens is er een meervoudige lineaire regressie uitgevoerd, waarbij de controlevariabelen Leeftijd, Geslacht en Profiel zijn opgenomen (model II). Gezien het geringe aantal observaties is besloten het model niet verder uit te breiden. De keuze voor de variabele Geslacht is gebaseerd op het gegeven dat er met name onder getalenteerde leerlingen een verschil in wiskunde-prestaties bestaat in het voordeel van de jongens (Preckel, Goetz, Pekrun, & Kleine, 2008). De keuze voor de variabelen Profiel is gebaseerd op het gegeven dat dit de enige geobserveerde variabelen is waarop de interventie- en controlegroep significant van elkaar verschillen. Alvorens de regressieanalyse te kunnen uitvoeren zijn dummyvariabelen aangemaakt, waarbij Flip de Klas, Jongen en NT-profiel zijn gecodeerd met de waarde 1.

Tabel 6 Regressie op toetsscore V2

model I					
variabele	coëfficiënt	standaardfout	beta (st.)	t-waarde	p-waarde
Flip de Klas	,041	,385	,017	0,105	0,917
<b>R<sup>2</sup> = ,000</b>					
model II					
variabele	coëfficiënt	standaardfout	beta (st.)	t-waarde	p-waarde
Flip de Klas	0,312	0,408	0,134	0,765	0,449
Leeftijd	-0,764	0,289	-0,396	-2,640	0,012**
Jongen	0,372	0,392	0,150	0,947	0,350
NT-profiel	0,586	0,454	0,236	1,290	0,206
<b>R<sup>2</sup> = ,242</b>					

\*\* sign p<0,05 (tweezijdig)

In model I zien we dat er eigenlijk niet gesproken kan worden over een lineaire samenhang tussen de interventie Flip de Klas en de toetsscore V2. Wanneer we echter de variabelen Leeftijd, Geslacht en Profiel opnemen, krijgen we een beter voorspellend model dat 2,4% van de variantie in toetscijfer V2 verklaart. Door te corrigeren voor Leeftijd, Geslacht en Profiel zien we dat deelname aan Flip de Klas het toetscijfer met bijna 0,3 doet verhogen en dat de effectsize is toegenomen tot 0,134 wat duidt op een zeer gering positief effect. Jongens scoren bijna 0,4 punten hoger dan meisjes en een NT-leerling scoort zelfs 0,6 punten hoger dan een niet-NT leerling. De genoemde waarden zijn echter niet significant. Leeftijd blijkt in model II een significante voorspeller voor de V2-score met een behoorlijk negatief effect. Een jaar opschuiven in leeftijd betekent bijna 0,8 punten lager scoren op de toets. Hierbij moet worden opgemerkt dat de leeftijd in jaren is gemeten en niet meer echt opgevat kan worden als continue variabele. Beter was het geweest de leeftijd in maanden te nemen of dummy-variabelen aan te maken, waarbij in de regressie vergeleken was met de referentiecategorie 15-jarigen.

Door de geringe steekproefomvang bestaat er een grote kans op type II fouten, dat wil zeggen dat de nulhypothese dat Flip de Klas de V2 scores verhoogt ten onrechte wordt verworpen. Met de gevonden effectsize van 0,134 en een foutenmarge van 0,05 is een post-hoc poweranalyse uitgevoerd. De power van dit experiment komt niet boven 0,069 uit, terwijl een power van 0,8 wenselijk is. Deze lage statistische power kan de reden zijn dat er geen significante effecten gevonden zijn van Flip de Klas op de uitkomstvariable AG.



## Conclusie/discussie

In deze studiepapier is het effect onderzocht van het fenomeen *Flipping the Classroom* (Bergmann & Sams, 2012) op toetscores middels een quasi-experimenteel design. De studie is gericht op vwo-4 wiskunde B leerlingen en heeft als doel het onderwijs voor vwo leerlingen beter aan te laten sluiten bij de snel veranderende samenleving en vwo leerlingen uit te dagen tot excellentiebevordering. Leerlingen van de interventiegroep kregen les kreeg volgens het *Flipped Classroom* model (Bennett et al, 2012). Zij kregen nieuwe lesstof aangeboden als huiswerk door middel van videoinstructies en maakten de opgaven die voorheen huiswerk waren in de les onder begeleiding van de docent. De controlegroep kreeg les op de traditionele manier: de leerlingen kregen in de les nieuwe theorie aangeboden van de docent en maakten opgaven als huiswerk zonder begeleiding van de docent.

De resultaten van de studie laten zien dat *Flipping the Classroom* geen positief, maar zeker ook geen negatief effect heeft op toetscijfers Dit is in overeenstemming met de resultaten van eerdere experimentele studies (Johnson & Renner, 2012; Strayer, 2007). Er zijn een aantal mogelijke verklaringen voor het uitblijven van een effect. De eerste verklaring is de duur van de interventieperiode die met slechts 5 lesweken erg kort is geweest om een volledige omslag bij docent en leerlingen te kunnen laten plaatsvinden. De tweede verklaring is de grootte van de steekproef en de power van het experiment; deze is dusdanig klein dat alleen een groot effect zou opvallen. De derde verklaring is dat er door een designfout een significant verschil in voormeting is gevonden, waardoor de interventiegroep minder heeft kunnen groeien tussen voormeting en nameting.

Op basis van de resultaten zou men kunnen concluderen dat het fenomeen *Flipping the Classroom* niet geschikt is om in te zetten als middel om excellentie te bevorderen op het vwo. Echter, deze conclusie doet geen recht aan de overige opbrengsten van het experiment en de opbrengsten van eerdere studies (Baker, 2000; Lage, Platt & Treglia 2000; Frederickson; Reed & Clifford, 2005). Door de instructie van de docent te verplaatsen naar huiswerk, is er in de les meer ruimte ontstaan voor differentiatie en zelfsturing evenals een grotere onderlinge samenwerking dan in de controlegroep. Ook heeft de docent in de interventiegroep meer aandacht kunnen besteden aan individuele feedback, hoge orde denkvaardigheden, oplossingsstrategieën en creatieve opdrachten. Hiervan is bewezen dat ze de wiskundeprestaties van begaafde en getalenteerde leerlingen verbeteren (Van Dijk, 2012). Daarnaast sluiten deze vaardigheden naadloos aan op de zogeheten 21<sup>st</sup> century skills (Van den Oetelaar, 2012; Voogt & Roblin, 2010). Bovendien valt te bezien of excellentiebevordering alleen te meten is in toetscijfers. Het onderzoek zal in het voorjaar van 2013 gedurende vijf lesweken worden herhaald in dezelfde interventie- en controlegroep waarbij het literatuuronderzoek en de statistische analyses van de resultaten verder zullen worden uitgebreid. Ook zal in het vervolgonderzoek gekeken worden naar het effect van *Flipping the Classroom* op de motivatie van leerlingen.

## Referenties

- Baker, J.W. (2000). *The classroom flip: using web course management tools to become the guide by the side*. In Jack, A. (Ed.) Jacksonville, FL, US, Florida Community College at Jacksonville, 2000, (pp. 9 – 17). *Selected Papers from the 11<sup>th</sup> International conference on College Teaching and Learning*. Retrieved from (PsycINFO Database Record (c) 2010 APA, all rights reserved)
- Bennett, B.E., Spencer, D. Bergmann, J., Cockrum, T. Musallam, R., Sams, A., Fisch, K., Overmyer, J. (2012, Juli, 9). The Flipped Class Manifest [Blogpost]. Geraadpleegd op <http://www.thedailyriff.com/articles/the-flipped-class-manifest-823.php>
- Bergmann, J. & Sams, A. (2012). *Flip your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day* (First Edition). USA: ISTE&ASCD
- Christensen, C.M., Horne M.B. & Johnson, C.W. (2008). *Disrupting Class*. USA: McGrawHill
- cTWO. (2007) *Rijk aan betekenis. Visie op vernieuwd wiskundeonderwijs*. Visiedocument in opdracht van ministerie OCW
- Field, A. P. (2009). *Discovering statistics using SPSS*: SAGE publications Ltd.
- Fisch, K., McLeod, S. & Rose, D. S. (2012). Did you know? / Shift happens [Videofile]. Geraadpleegd op <http://shifthappens.wikispaces.com/>
- Frederickson, N., Reed, P., & Clifford, V. (2005). *Evaluating Web-Supported Learning Versus Lecture-Based Teaching: Quantitative and Qualitative Perspectives*. Higher Education: The International Journal Of Higher Education And Educational Planning, 50(4), 645-664
- Hoff, R. van den (2011). *Society30*. Nederland: Stichting Society 3.0
- Johnsson, L.W. & Renner, J.D. (2012) Effect of the flipped classroom model on a secondary computer applications course: student and teacher perceptions, questions and student achievement (Doctoral dissertation). Geraadpleegd op <http://theflippedclassroom.files.wordpress.com/2012/04/johnson-renner-2012.pdf>
- Kennisnet. (2012). Weten Wat Werkt en Waarom. Jaargang 1, nummer 1. Stichting Kennisnet, Zoetermeer.
- Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). *Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment*. Journal of Economic Education, 31, 30-43
- Lindeman, H., Nierop, D. & Spijkerboer, L. (2005) *De keuzewerktijd voorbij? Van keuzewerktijd naar keuzes in werk*. APS
- Moravec, J.W. (Ed.) (2013). *Knowmad Society*. Minneapolis: Education Futures.
- Muller, D.A. (2008). *Designing Effective Multimedia for Physics Education* (Ph.D. Thesis, University of Sydney, Australia)
- Muller, D.A. (2011, maart, 17). Khan Academy and the Effectiveness of Science Videos [Videofile]. Geraadpleegd op <http://www.youtube.com/watch?v=eVtCO84MDj8>
- Muller, D.A. (2012, Juli). Derek Muller: The key to effective educational science videos [Videofile]. Geraadpleegd op <http://talentsearch.ted.com/video/Derek-Muller-The-key-to-effecti>

- Murnane, R. J., & Willett, J. B. (2011). *Methods matter: Improving causal inference in educational and social science research*: Oxford Univ Pr.
- Mijland, E. (2012). Smihopedia. Aan de slag met sociale media in het onderwijs. Middelbeers: InnoDoks.
- Onderwijsraad. (2006). *Naar meer evidence based onderwijs* (Nr. 20050450/840). Geraadpleegd op <http://www.onderwijsraad.nl/publicaties/2006/naar-meer-evidence-based-onderwijs/item866>
- Overmyer, J. (2010). *The impact of mastery learning and video podcasting on learner performance in secondary mathematics: pre-vodcasting and the reverse classroom* (Preliminary Examination Doctoral dissertation). Geraadpleegd op <https://docs.google.com/folder/d/0B68p5ayLtLuqN3pqYWZMWjlyNkU/edit?docId=0B68p5ayLtLuqG1EUXBodWZIVkk>
- Preckel, F., Goetz, T., Pekrun, R., & Kleine, M. (2008). Gender differences in gifted and average-ability students: Comparing girls' and boys' achievement, self-concept, interest, and motivation in mathematics. *Gifted Child Quarterly*, 52, 146-159.
- Robinson, K. (2010, December). Ken Robinson: Changing education paradigms [Video file]. Geraadpleegd op [http://www.ted.com/talks/lang/en/ken\\_robinson\\_changing\\_education\\_paradigms.html](http://www.ted.com/talks/lang/en/ken_robinson_changing_education_paradigms.html)
- Robinson, K. (2011). *Out of our minds* (Rev.ed.). West Sussex, United Kingdom: Capstone Publishing Ltd
- Rubens, W. (2008, December, 3). Ontwrichtende innovaties leiden pas tot daadwerkelijke onderwijsvernieuwingen [Blogpost]. Geraadpleegd op [http://wilfredrubens.typepad.com/wilfred\\_rubens\\_weblog/2008/12/ontwrichtende-innovaties-leiden-pas-tot-daadwerkelijke-onderwijsvernieuwingen.html](http://wilfredrubens.typepad.com/wilfred_rubens_weblog/2008/12/ontwrichtende-innovaties-leiden-pas-tot-daadwerkelijke-onderwijsvernieuwingen.html)
- Strayer, J. F. (2007). *The effects of the classroom flip on the learning environment: A comparison of learning activity in a traditional classroom and a flip classroom that used an intelligent tutoring system*. Dissertation Abstracts International Section A, 68
- Van Bijsterveldt, M. van & Zijlstra, H. (2011). *Actieplan Beter Presteren* (Bijlage bij kamerbrief Actieplannen Primair Onderwijs, Voortgezet Onderwijs en Leraren). Geraadpleegd op <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2011/05/23/brief-actieplannen.html>
- Van den Oetelaar, F. (2012). *Whitepaper over 21st Century Skills in het Onderwijs* [Whitepaper]. Geraadpleegd op [http://www.21stcenturyskills.nl/download/Whitepaper\\_21st\\_Century\\_Skills\\_in\\_het\\_onderwijs.pdf](http://www.21stcenturyskills.nl/download/Whitepaper_21st_Century_Skills_in_het_onderwijs.pdf)
- Van der Valk, T. & Gravenmeijer, K. (2000) *Het studiehuis vanuit beta-didactisch perspectief*. Paper gepresenteerd op de OnderwijsResearchDagen, Leiden, 25 mei 2000
- Van Dijk, J. (2012). *Flip de Klas. Passend onderwijs voor de vwo-leerling*. [Studypaper 2/4]. Maastricht: Maastricht University. Teachers Academy
- Van Dijk, J. (2012). *Passend onderwijs voor de intelligente leerling*. [Studypaper 1/4]. Maastricht: Maastricht University. Teachers Academy
- Voogt, J. & Roblin, N.P. (2010). *21<sup>st</sup> Century Skills* (Discussienota in opdracht van Kennisnet). Geraadpleegd op <http://www.21stcenturyskills.nl/onderzoek/>
- Werf, M.P.C. van der (2005). *Leren in het studiehuis: consumeren, construeren of engageren?* [Rede]. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen

## les

## huiswerk

	15 okt 2012 (wk 41) t/m 21 okt 2012 (wk 41)	HERFSTVAKANTIE! 😊	HERFSTVAKANTIE! 😊
GEWONE KLAS	22 okt 2012 (wk 42) t/m 28 okt 2012 (wk 42)	Bespreken toets V1 introductie experiment	Invullen <a href="#">pre-taak vragenlijst</a>
GEWONE KLAS	22 okt 2012 (wk 42) t/m 28 okt 2012 (wk 42)	Afnemen pretest	Aanmaken account <a href="#">Digitaal Lesmateriaal</a>
GEWONE KLAS	22 okt 2012 (wk 42) t/m 28 okt 2012 (wk 42)	3.1A Hogeremachtswortels	H3 opgave 2, 3, 4, 5, 6
GEWONE KLAS	22 okt 2012 (wk 42) t/m 28 okt 2012 (wk 42)	3.1B Hogeregraadsvergelijkingen	H3 opgave 8, 9, 11, 12
GEWONE KLAS	29 okt 2012 (wk 44) t/m 4 nov 2012 (wk 44)	3.1C Hogeregraadsongelijkheden	H3 opgave 13, 14 + bijwerken achterstand
GEWONE KLAS	29 okt 2012 (wk 44) t/m 4 nov 2012 (wk 44)	3.1E Modulusvergelijkingen	H3 opgave 16, 17, 18, 19
GEWONE KLAS	29 okt 2012 (wk 44) t/m 4 nov 2012 (wk 44)	3.2A Lineaire vergelijkingen met twee variabelen	H3 opgave 21, 22, 23
GEWONE KLAS	29 okt 2012 (wk 44) t/m 4 nov 2012 (wk 44)	3.2BC Stelsels vergelijkingen	H3 opgave 24, 26, 27, 28
GEWONE KLAS	5 nov 2012 (wk 45) t/m 11 nov 2012 (wk 45)	3.2D Stelsels bij parabolen	H3 opgave 31, 32, 33, 34
GEWONE KLAS	5 nov 2012 (wk 45) t/m 11 nov 2012 (wk 45)	3.1E Elimineren door substitutie	H3 opgave 36, 37, 38
GEWONE KLAS	5 nov 2012 (wk 45) t/m 11 nov 2012 (wk 45)	lesuitval ivm studiedag	lesuitval ivm studiedag
GEWONE KLAS	5 nov 2012 (wk 45) t/m 11 nov 2012 (wk 45)	3.3A De wortelfunctie 3.3A Transformaties op de wortelfunctie	H3 opgave 40, 41, 42
GEWONE KLAS	12 nov 2012 (wk 46) t/m 18 nov 2012 (wk 46)	3.3B Tekenen van Wortelfuncties 3.3C Wortelvergelijkingen	H3 opgave 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51
GEWONE KLAS	12 nov 2012 (wk 46) t/m 18 nov 2012 (wk 46)	3.3D Substitutie bij wortelvergelijkingen 3.3E Variabelen vrijmaken bij wortelformules	H3 opgave 53, 54, 55, 57, 58
GEWONE KLAS	12 nov 2012 (wk 46) t/m 18 nov 2012 (wk 46)	3.4A Gebroken functies	H3 opgave 61, 62, 63
GEWONE KLAS	12 nov 2012 (wk 46) t/m 18 nov 2012 (wk 46)	Individuele hulp en uitleg	Bijwerken achterstand
GEWONE KLAS	19 nov 2012 (wk 47) t/m 25 nov 2012 (wk 47)	3.4B Gebroken vergelijkingen	H3 opgave 65, 66, 67
GEWONE KLAS	19 nov 2012 (wk 47) t/m 25 nov 2012 (wk 47)	3.4C Gebroken ongelijkheden	H3 opgave 69, 70ab, 71abc, 72abcde, 73
GEWONE KLAS	19 nov 2012 (wk 47) t/m 25 nov 2012 (wk 47)	Gemengde Opdrachten klassikaal	Gemengde Opdrachten p.177-178
GEWONE KLAS	19 nov 2012 (wk 47) t/m 25 nov 2012 (wk 47)	Vragenuur toets	Diagnostische toets p.126-127
GEWONE KLAS	26 nov 2012 (wk 48) t/m 2 dec 2012 (wk 48)	post-taak vragenlijst post-test TOETS V2 (herkansbaar)	

## les

## huiswerk

	15 okt 2012 (wk 41) t/m 21 okt 2012 (wk 41)	HERFSTVAKANTIE! 😊	HERFSTVAKANTIE! 😊
FLIP DE KLAS	22 okt 2012 (wk 42) t/m 28 okt 2012 (wk 42)	Bespreken toets V1 introductie experiment	Invullen <a href="#">pre-taak vragenlijst</a>
FLIP DE KLAS	22 okt 2012 (wk 42) t/m 28 okt 2012 (wk 42)	Afnemen pretest	Aanmaken account <a href="#">Digitaal Lesmateriaal</a> VIDEO: <a href="#">1. hogere machtswortels</a>
FLIP DE KLAS	22 okt 2012 (wk 42) t/m 28 okt 2012 (wk 42)	H3 opgave 2, 3, 4, 5, 6	VIDEO: <a href="#">2. hogeregraadsvergelijkingen</a>
FLIP DE KLAS	22 okt 2012 (wk 42) t/m 28 okt 2012 (wk 42)	H3 opgave 8, 9, 11, 12	VIDEO: <a href="#">3. hogeregraadsongelijkheden</a>
FLIP DE KLAS	29 okt 2012 (wk 44) t/m 4 nov 2012 (wk 44)	H3 opgave 13, 14 + bijwerken achterstand	VIDEO: <a href="#">4. modulusvergelijkingen</a>
FLIP DE KLAS	29 okt 2012 (wk 44) t/m 4 nov 2012 (wk 44)	H3 opgave 16, 17, 18, 19	VIDEO: <a href="#">5. lineaire vergelijkingen met twee variabelen</a>
FLIP DE KLAS	29 okt 2012 (wk 44) t/m 4 nov 2012 (wk 44)	H3 opgave 21, 22, 23	VIDEO: <a href="#">6. stelsels vergelijkingen</a>
FLIP DE KLAS	29 okt 2012 (wk 44) t/m 4 nov 2012 (wk 44)	H3 opgave 24, 26, 27, 28	VIDEO: <a href="#">7. stelsels bij parabolen</a>
FLIP DE KLAS	5 nov 2012 (wk 45) t/m 11 nov 2012 (wk 45)	H3 opgave 31, 32, 33, 34	VIDEO: <a href="#">8. stelsels met substitutie</a>
FLIP DE KLAS	5 nov 2012 (wk 45) t/m 11 nov 2012 (wk 45)	H3 opgave 36, 37, 38	VIDEO: <a href="#">9. de wortelfunctie</a> VIDEO: <a href="#">10. transformaties op de wortelfunctie</a>
FLIP DE KLAS	5 nov 2012 (wk 45) t/m 11 nov 2012 (wk 45)	lesuitval ivm studiedag	lesuitval ivm studiedag
FLIP DE KLAS	5 nov 2012 (wk 45) t/m 11 nov 2012 (wk 45)	H3 opgave 40, 41, 42	VIDEO: <a href="#">11. grafiek van een wortelfunctie tekenen</a> VIDEO: <a href="#">12. wortelvergelijkingen</a>
FLIP DE KLAS	12 nov 2012 (wk 46) t/m 18 nov 2012 (wk 46)	H3 opgave 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51	VIDEO: <a href="#">13. substitutie bij wortelvergelijkingen</a> VIDEO: <a href="#">14. variabelen vrijmaken bij wortelformules</a>
FLIP DE KLAS	12 nov 2012 (wk 46) t/m 18 nov 2012 (wk 46)	H3 opgave 53, 54, 55, 57, 58	VIDEO: <a href="#">15. de gebroken functie</a> VIDEO: <a href="#">16. transformaties op de gebroken functie</a>
FLIP DE KLAS	12 nov 2012 (wk 46) t/m 18 nov 2012 (wk 46)	H3 opgave 61, 62, 63	Bijwerken achterstand
FLIP DE KLAS	12 nov 2012 (wk 46) t/m 18 nov 2012 (wk 46)	Individuele hulp en uitleg	VIDEO: <a href="#">17. gebroken vergelijkingen</a>
FLIP DE KLAS	19 nov 2012 (wk 47) t/m 25 nov 2012 (wk 47)	H3 opgave 65, 66, 67	VIDEO: <a href="#">18. grafiek van een gebroken functie tekenen</a>
FLIP DE KLAS	19 nov 2012 (wk 47) t/m 25 nov 2012 (wk 47)	H3 opgave 69, 70ab, 71abc, 72abcde, 73	OPDRACHT <a href="#">Gemengde Opdrachten H3</a>
FLIP DE KLAS	19 nov 2012 (wk 47) t/m 25 nov 2012 (wk 47)	Samenvatting video's maken	OPDRACHT <a href="#">Samenvatting H3</a>
FLIP DE KLAS	19 nov 2012 (wk 47) t/m 25 nov 2012 (wk 47)	Diagnostische toets p.126-127	Online vragenuur Toets (tijdstop volgt...)
FLIP DE KLAS	26 nov 2012 (wk 48) t/m 2 dec 2012 (wk 48)	post-taak vragenlijst post-test TOETS V2 (herkansbaar)	