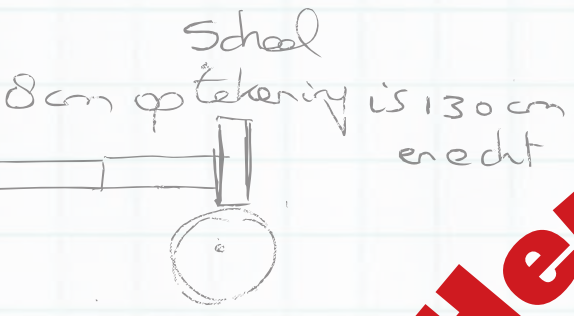
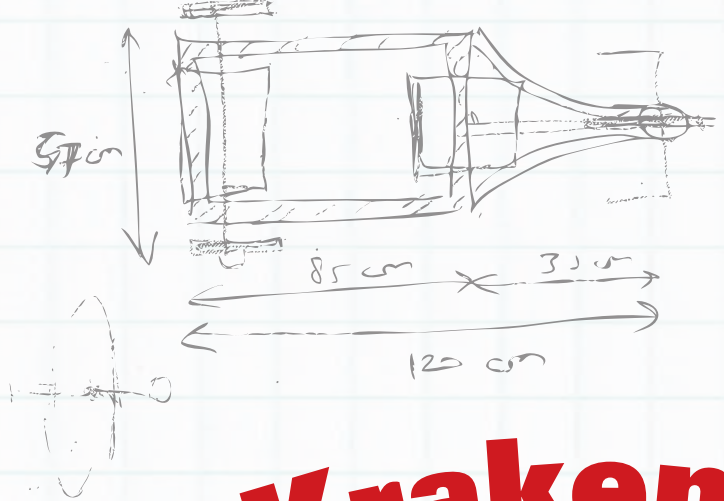
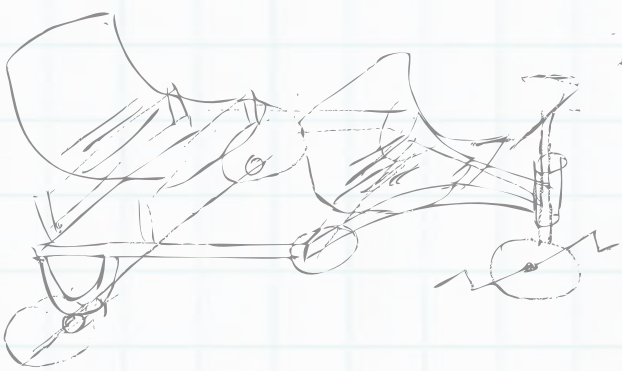
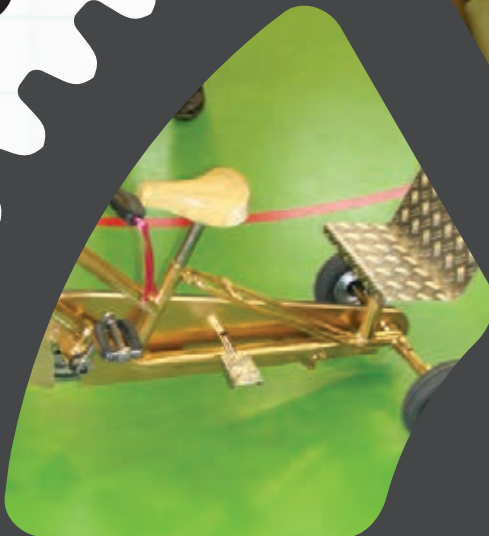


De Hersens Kraken

in de Praktijk van het VMBO



Martijn van Schaik

De hersens kraken in de praktijk van het vmbo

Dit is de derde stimulus in het onderzoek naar het leren modelleren op kennisrijke werkplekken in het VMBO. Een onderzoek gefinancierd door NWO, uitgevoerd tussen 2005 en 2010 aan de Vrije Universiteit Amsterdam.



Deze uitgave is mede mogelijk gemaakt door de Van Coevorden Adriani Stichting

De opbrengst van dit boekje draagt bij aan de realisatie van de gelijknamige documentaire.
Voor meer informatie en donaties zie www.movingeducation.eu

Eerste druk, oktober 2010
© 2010 Martijn van Schaik
Uitgave in eigen beheer

Ontwerp omslag: Discordant/Sam Franklin
ISBN: 978-90-484-1586-1

Productie: Free Musketeers, Zoetermeer
www.freemusketeers.nl



Hoewel aan de totstandkoming van deze uitgave de uiterste zorg is besteed, aanvaarden de auteur en uitgever geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten en onvolkomenheden, noch voor de directe of indirecte gevolgen hiervan.

Niets uit deze uitgave mag zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever worden openbaar gemaakt of verveelvoudigd, waaronder begrepen het reproduceren door middel van druk, offset, fotokopie of microfilm of in enige digitale, elektronische, optische of andere vorm of (en dit geldt zonodig in aanvulling op het auteursrecht) het reproduceren (i) ten behoeve van een onderneming, organisatie of instelling of (ii) voor eigen oefening, studie of gebruik welk(e) niet strikt privé van aard is.

**DE HERSENS KRAKEN IN DE
PRAKTIJK VAN HET VMBO**

Martijn van Schaik

INHOUDSOPGAVE

Inleiding	7
De Eerste Driewieltandem: Rob, Sietse & Chris	11
Hafid & John	15
Met Blauw Haar: Roy, Rick & Gerard	19
Het resultaat: 35 driewielers	23
Bijlage 1: Chronologie van het onderzoek	27
Bijlage 2: Samenvatting onderzoek	28
Literatuur	33
 KADERS	
Kader 1: Van bananen naar driewielers	6
Kader 2: Overbrenging	10
Kader 3: Kennis in de praktijk	14
Kader 4: Wederzijdse erkenning en triple stimulation	16
Kader 5: Video als gids	20
Kader 6: Begeleide co-constructie	22

KADER 1: VAN BANANEN NAAR DRIEWIELERS

Om het gehele verhaal goed te begrijpen is het handig om de chronologie van mijn studie en onderzoek te kennen.

De studie onderwijspedagogiek deed ik tussen 2002 en 2005 en beëindigde die met de scriptie getiteld: Hoe verkoop je gele bananen? (zie www.mvanmartijn.eu/portfolio). Daarin beschrijf ik hoe op het Nova College Amsterdam in de afdeling decorbouw ‘natuurlijk leren’ plaatsvindt.

‘Mijn onderzoek’ is het onderzoek dat ik onder leiding van Jan Terwel en Bert van Oers heb uitgevoerd. Beter is het om van ‘ons’ onderzoek te spreken, ook omdat ik meer hulp heb gehad, bijvoorbeeld van Yuro Dipotaroeno & Marijn Tanis. Het is door nwo gesubsidieerd en getiteld: “Leren modelleren op kennisrijke werkplekken in het beroepsonderwijs”.

Het onderzoek bestond uit drie fasen die geleid hebben tot vier studies. De eerste fase bestond uit een case study op één school, de tweede en derde fase waren experimenten op respectievelijk twee en vier scholen. Zie voor de chronologie van het gehele onderzoek bijlage 1.



Leerlingen uit groep 3 van een basisschool testen de prototypes.

Inleiding

‘Meneer Toenders, ik heb vandaag al drie keer de stelling van Pythagoras gebruikt!’ De leerling die dit zei heeft mij de woorden gegeven voor de uitleg van de kern van mijn onderzoek. De leerling in kwestie was één van de leerlingen van Chris Toenders op het Merewade college. Hij bedoelde dat hij, voor het op de juiste maat afzagen van een stuk staal, Pythagoras gebruikte om de lengte te bepalen uit de tekening. Het is *het* voorbeeld dat aangeeft dat een leerling een theoretisch, wiskundig model begrijpt en de functie er van in ziet voor zijn handelen. Dat is het doel van het leren modelleren in de praktijk.

Helaas was het een leerling die niet bij de groep hoorde die ik volgde bij het bouwen van een tandemdriewieler tijdens de eerste case study in 2006. Helaas ook staat de uitspraak niet op video. Ik kon er dus niet veel mee in de wetenschappelijke teksten over mijn onderzoek. Dat is natuurlijk veel vaker voorgekomen. Ik heb gesprekken gehad met de leraren in de lerarenkamer, ik heb leerlingen moeten uitleggen dat ik geen opnamen voor MTV maakte, ik was wel eens te laat voor de meest interessante interactie, of de geheugenkaart van de camera was vol. Natuurlijk schreef ik de mogelijk voor het onderzoek relevante gebeurtenissen in een logboek. Meestal echter bleef daar in een artikel slechts een vage indruk van over. Vandaar dit boekje. Een boekje dat die geweldige indruk die de leerlingen en leraren van het vmbo op mij gemaakt hebben, expliciet moet maken. In gedachten ga ik weer terug naar de bijzondere momenten op de scholen en vertel wat de situaties van toen voor mij en mijn onderzoek betekend hebben.

De reis terug is niet helemaal in gedachten. Ik ga ook echt terug om de leerlingen en leraren weer op te zoeken. Deze keer niet voor een academisch hoger doel, maar om een documentaire te maken. Ik wil iedereen laten zien hoe bijzonder het vmbo, de leerlingen en de leraren zijn. Ik wil laten zien dat het *daar* gebeurt: integratie van theorie en praktijk, op een creatieve manier. De hersens kraken daar, ook in de praktijklokalen en werkpleksimulaties. Iedereen moet weten dat de ontwikkelingen in het vmbo vaak voorlopen op de wetgeving (vmbo-lector Jos van der Waals laat dat mooi zien in zijn rede) en hoe dat er in de praktijk uit ziet. Maar vooral wil ik laten zien wat voor jongens dat nu zijn en hoe de leraren met hen omgaan.

Het Merewade college en het Nova College Amsterdam hebben in mijn onderzoek een speciale plek. Het Merewade college heeft in de eerste en tweede fase van mijn onderzoek geparticipeerd. Daar werd de eerste tandemdriewieler gebouwd door Rob en Sietse onder leiding van Chris. Zij staan centraal in het eerste hoofdstuk. Op het Nova College in Amsterdam West kom ik al sinds mijn scriptie-onderzoek. Het Nova College heeft ook in dezelfde perioden deelgenomen aan mijn onderzoek. Helaas komt de school in het geheel niet in mijn proefschrift voor. Ik kom daar nog op terug in het hoofdstuk over Hafid & John.

Uiteindelijk zijn er gedurende de vijf jaar dat mijn onderzoek duurde meer dan 40 tandemdriewielers gebouwd (zie kader 1 voor chronologie). Dat idee is ontstaan op basisschool de Rietlanden waar ik tussen 2004 en 2009 als vakleerkracht bewegingsonderwijs werkte. In de berging, waar ik mijn fiets stalde, struikelde ik regelmatig over de driewielers van de kleuters. Een collega vertelde me



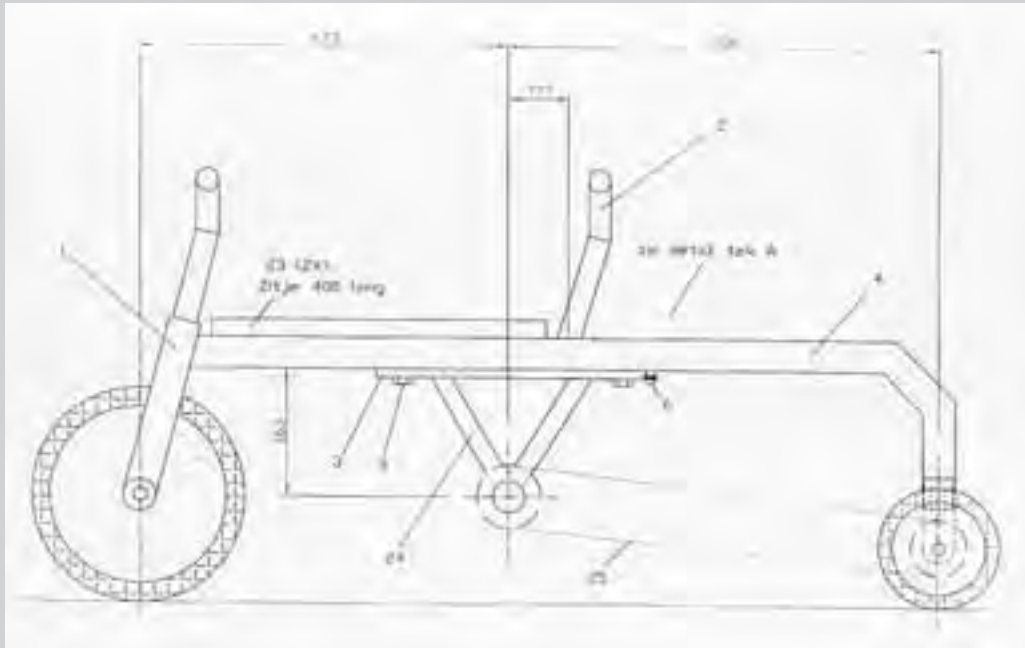
Foto 1. Tandemdriewieler met twee wielen voor (winnend prototype 2007/2008)



Foto 2. Tandemdriewieler met twee wielen voor (finalist 2008/2009)

dat de kinderen soms het voorwiel op de achterkant van een andere driewieler zetten en dan samen verder fietsten. Dat vond ik leuk en ik zag er meteen een opdracht in voor de vmbo leerlingen in mijn onderzoek. Zij moesten een tandemdriewieler ontwerpen en bouwen voor kinderen tussen de 4 en 7 jaar. Met de opmerkingen daarbij dat de kleuters op één of andere manier moesten samenwerken om zich voort te bewegen en dat het mooi zou zijn als de driewielers weer los konden. Uiteindelijk is dat op 9 scholen uitgeprobeerd. In de tweede en laatste fase van het onderzoek eindigde dat met een finale waar de beste driewielers van elke school beoordeeld werden door een publieksjury en een vakjury. De publieksjury bestond uit leerlingen van groep 3 (eerst van de Rietlanden, later van een school in Wageningen). De vakjury bestond uit experts van een skelterbouwer (BERG Toys) en een mogelijke klant: een lid van de directie van een basisschool. Twee keer won een driewieler met twee wielen voor en een stuurmechanisme dat samenwerken vereiste (zie foto 1 en 2). De leerlingen die als enigen gehoor hadden gegeven aan de opmerking dat de fietsen ook los konden, hebben helaas niet gewonnen. Rick en Roy hadden daar nog een heftige discussie over. In derde hoofdstuk komen zij aan het woord.

Tot slot, wat heeft de praktijk nou aan mijn onderzoek gehad? Ik ben daar nog bescheiden in. Ik heb wel wat geleerd; het is afwachten of ik dat kan overbrengen naar de leraren in het vmbo. Niet dat ik iets heb ervaren van een zogenaamde kloof tussen wetenschap en de praktijk van het onderwijs. Helemaal niet zelfs. Het is misschien alleen nog wat vroeg om nu al te bepalen wat mijn conclusies voor de scholen kunnen betekenen. In het laatste hoofdstuk probeer ik daar toch al wat op vooruit te lopen. Ik doe dan precies het omgekeerde van wat de leerlingen in het onderzoek deden. Ik kijk niet welke theorie ik nodig heb voor de praktijk, maar wat de praktijk aan mijn theorie kan hebben.



Bouwtekening tandemdriewieler van Rob en Sietse

KADER 2: OVERBRENGING

Een terugkerend probleem voor de leerlingen tijdens het ontwerpen en bouwen van de tandemdriewieler was de overbrenging. De meeste gewone driewielers trappen direct op het voorwiel. Zodra er een tweede persoon ook moet trappen, moet er een andere oplossing bedacht worden. De vmbo-ers zijn daar erg creatief in gebleken.

In de case study hebben Rob en Sietse het opgelost door de tweede persoon te laten trappen zoals dat op een gewone fiets gaat: door een crank en een ketting naar de achteras. Daarmee kwamen zij als eerste voor het probleem van overbrenging te staan. Hoe moeten de tandwielers zich tot elkaar verhouden? Ze riepen de hulp van de wiskundeleraar in, die hen hielp de verhouding uit te rekenen.

Het probleem van de overbrenging is later als voorbeeld gebruikt om aan andere leraren te laten zien hoe je van een praktijkprobleem naar een wiskundig/natuurkundig probleem kunt komen. Op de Overlaat bijvoorbeeld is er voor de leerlingen een hele les aan gewijd. Drie groepjes leerlingen zijn opgevallen door een zeer bijzondere oplossing voor de aandrijving door twee personen. Alledrie de groepen hebben een tandem ontworpen met twee

De Eerste Driewieltandem: Rob, Sietse & Chris

- Wat hebbie er dan nog aan dan?
- Nou dat van die overbrenging, dat dat ...
- Wat weet je er nog van dan?
- Eeuh...
- Zie je wel, je weet het geeneens meer ...

Rob en Sietse waren het er niet over eens destijds, óf en wát ze geleerd hadden van het bouwen van de tandemdriewieler. Sietse dacht dat ze er niet zo veel meer aan hadden. Rob dacht daar anders over, maar kon niet precies uitleggen wat hij dan geleerd had. Dat is ook moeilijk, uitleggen wat je geleerd hebt. Het veronderstelt dat je nog weet wat je eerder niet wist.

Tussen 2006 en 2008 ben ik vaak op het Merewade geweest. Het is de school waar de eerste tandemdriewieler ook echt gebouwd is. Daar hebben we de opdrachten getest. Het lerarenteam van techniek (RTO) stond open voor mijn plannen maar was ook meteen kritisch. Samen hebben we de opdracht uitgedacht en uitgeprobeerd. De leraren legden mij uit hoe mijn ideeën zouden kunnen werken in hun praktijk. Ik legde hen weer uit hoe ik dacht dat ze zouden moeten werken. Het was wederzijdse erkenning van inzicht (zie kader 4). Ik was geen docent op een vmbo, de docenten waren geen wetenschappers, dus we luisterden naar elkaar hoe we dachten dat we uit praktische opdrachten de leerlingen meer zouden kunnen leren dan alleen lassen.

Van Rob en Sietse heb ik geleerd wat vmbo-ers allemaal kunnen. Dat het praktische, creatieve, oplossingsgerichte denkers zijn. Dat denken ziet er alleen wat anders uit dan met de kin op de hand steunen en wazig voorruit staren. Denken gebeurt al doende. Door bijvoorbeeld iets vast te pakken, rond te draaien, op te meten. Rob zag ik bijvoorbeeld op de grond streepjes trekken om de afstand dat een wiel aflegt in één omwenteling te meten. Terwijl hij dat deed, zag hij in dat dat niet de oplossing was voor het overbrengingsprobleem dat hij samen met Sietse probeerde op te lossen (zie kader 2). Later, bij de wiskunde leraar kwamen ze tot de conclusie dat het een verhoudingsprobleem was. Daarmee was het probleem opgelost, want de ratio (!) voorwiel-tandwiel was bijna één en dus hoefde er niets aangepast te worden.

Wat ik toen nog niet gemeten heb, maar later wel, is wat de leerlingen leerden van het werken aan de tandemdriewieler. Uit de interviews, niet alleen die met Rob en Sietse, bleek dat leerlingen dachten dat ze van wis- en natuurkunde niet veel geleerd hadden. Rob dacht van wel en ik ook. In de volgende fase van het onderzoek heb ik dat nadrukkelijker gemeten door middel van kennistesten (zie kader 3).

Maar toch, het meten van kennis blijft een probleem, niet alleen in het vmbo, hoewel het mij daar duidelijk is geworden. Behalve dat een test de leerlingen, maar ook de onderzoeker, na 20 minuten erg gaat vervelen, en dat een na-test helemaal niet interessant is, denk ik dat er toch nog een fundamenteeler probleem is. Heel kort gezegd: “Wat is kennis?” Zonder nu meteen in een epistemologische discussie te willen duiken, is het volgens mij in ieder geval meer dan ik heb kunnen meten met

wielen voor en één achter. De eerste driewieler met dat ontwerp had een trapsysteem waarbij elke passagier één wiel aandreef. Dat was dus meteen het stuurmechanisme (zie foto 1). Erg lastig voor de kinderen uit groep 3, maar wel iets waardoor ze samen moesten werken (dat was één van de eisen in de opdracht). Het jaar daarop waren er zelfs twee driewielers met twee wielen voor. Eén daarvan zag er hetzelfde uit als de eerder genoemde, maar de bestuurders traptten allebei op beide wielen (foto 2). Het sturen gebeurde door middel van een hendel (foto 3). De laatste driewieler met twee voorwielen werd aangedreven door rechtstreeks op de wielen te trappen, zoals bij enkele driewielers ook gebruikelijk is. De berijders zaten dus min of meer boven het wiel. Gestuurd werd er op het achterwiel.

Nog een tandemdriewieler is het vermelden waard, niet alleen vanwege de overbrenging. De tandem was van hout (foto 4). Volgens de vmbo-ers “... omdat ze dan niet in de rij hoefden te staan bij de lascarabines.” Het zag er heel mooi uit en werd aangedreven door een aandrijfriem (v-snaar) in plaats van een ketting. Dat was iets waarvan de leerlingen in het interview zeiden nog nooit gehoord te hebben, tot de meester het suggereerde.



Foto 3: Tandemdriewieler met twee wielen voor en stuurhendel (winnend prototype 2008/2009)

testen, tekeningen, observaties en interviews. Kennis is inmiddels voor mij iets veel dynamischer. Eigenlijk een proces, of tenminste een tussenproduct van een proces dat geen echt einde kent. Of, zoals Vygotskij het benoemde:

“... knowledge is not a kind of prepared dish or pre-set capital reserve, but is always a process of activity, mankind’s battle for the mastery of nature” (Vygotskij, 1997)*.

Ik weet niet of ik de gevolgen van deze beschrijving helemaal kan overzien, maar intuïtief past het precies bij de kennis die ik ‘gezien’ heb bij de leerlingen in het vmbo. Het verklaart ook meteen waarom reflectie op wat je geleerd heb zo moeilijk is: je bent immers onderweg in een proces en daarover heb je dan nog geen overzicht.

*Vygotsky, L. (1997). Psychological understanding of occupational education. In: *Educational psychology* (pp. 181-203). Boca Raton, FL: St. Lucie Press.

keteteers ©

KADER 3: KENNIS IN DE PRAKTIJK

Kennis in de praktijk is moeilijk te meten. Twee keer heb ik dat geprobeerd, in fasen twee en drie, en is dat maar ten dele gelukt. Altijd heb ik het idee gehouden dat ik niet echt heb gemeten wat de leerlingen weten.

De kennistesten bestonden uit opgaven van oude examens wiskunde, natuurkunde en techniek. De leerlingen scoorden ongeveer gemiddeld tussen de 20 en 50 procent van het maximaal te halen punten. In de testen zat ook een open ontwerp-opdracht. In de eerste fase onderscheidde de experimentele school zich qua score van de andere scholen. In de laatste zat ook hier geen verschil meer in.

Het ontbreken van verschillen tussen de scholen op de scores van de kennistesten (zie tabel 1 hieronder) betekent ten eerste dat het dus niet uitmaakt hoe de modellen geleerd worden aan de leerlingen. Of ze aangeboden worden door de leraar als kant en klare oplossingen maakt geen verschil met het laten ontdekken door de leerlingen. Conclusie daarvan is dat het voor wat betreft kennis leren dus niet uitmaakt of scholen 'oud' of 'nieuw' leren als uitgangspunt hebben.

Ten tweede betekent geen verschil in kennis, dat de verschillen ergens anders gezocht moeten worden. Uit het onderzoek bleek dat de leerlingen over het algemeen het driewielerproject leuker vonden dan andere opdrachten omdat ze ook echt creatief mochten zijn. Ze "konden het niet fout doen," zoals een leerling omschreef.

In de tabel hieronder de verschillende kennisresultaten bij elkaar.

Tabel 1. Verschillen in gemiddelde scores op kennis- en modelleertest in de laatste twee fasen

	Experimentele scholen	
	Examenkennis* (Voor - Na)	Modellen** (Voor - Na)
Fase 2 (2007/2008)	13.02 - 14.40	3.69 - 4.69
Fase 3 # (2008/2009)	18.00 - 20.19	

* Kennis gemeten door middel van oude examenopgaven

** Score op op open modelleeropdracht

In de derde fase is de test als één geheel genomen

Hafid & John

Hafid was niet op de afgesproken tijd op het Museumplein voor een proefinterview voor de documentaire. Ik had het al verwacht, eigenlijk. In het eerste telefoontje wist ik niet zeker of hij goed had begrepen dat de afspraak vandaag zou zijn, niet een week geleden. Mijn vermoeden bleek juist. Aan de telefoon zei hij dat hij inderdaad dacht dat onze afspraak een week eerder was. Maar, na wat gerommel aan de andere kant van de lijn, zei Hafid dat hij toch wel even een uurtje weg mocht bij de AH waar hij werkte. Geweldig!

Hafid was tijdens het onderzoek ook al te laat gekomen voor de finale. Alle vier de andere groepen vmbo-ers waren al in de gymzaal van de Rietlanden. De kinderen van groep 3 zaten al klaar om de jury te spelen. We konden dus niet wachten. Pas nadat de publieksjury van groep 3 de winnaar had uitgeroepen (een driewieler van een andere school), kwamen Hafid en John, zijn leraar, de zaal binnen met de driewieler. Jammer, want later gaf de vakjury (bestaande uit mijn adjunct en Rein en Stijn van BERG Toys) zijn product nog een pluim en dichtte hem met terugwerkende kracht kansen toe bij de publieksjury.

Tijdens het proefinterview vertelde Hafid dat hij nu met een extra cursus bezig was op een ROC en dat hij nog steeds 'de metaal in wilde.' Zijn nieuwe school was gestructureerder dan het Nova College, maar het was hem toch niet gelukt vaak genoeg aanwezig te zijn om verder te mogen. Vandaar nu een extra cursus om volgend jaar weer te kunnen beginnen. Tot die tijd werkt hij bij Albert Heijn.

Hafid was de enige leerling van het Nova College die zijn driewieler af kreeg. De andere leerlingen bleven hangen bij het ontwerp of kwamen zelfs niet meer opdagen. Lastig voor het onderzoek, maar wel te begrijpen als je de achtergronden en problemen van school en leerlingen kent. Het gevolg was dat de school niet voorkomt in mijn onderzoeksrapportages, omdat het leerlingaantal daar niet groot genoeg was.

Het Nova College heeft veel leerlingen met ingewikkelde problemen. Ook Hafid, kwam wel eens later, omdat hij bijvoorbeeld met zijn moeder naar de dokter moest. Het is een voorbeeld van de problemen waar je mee te maken krijgt tijdens onderwijsonderzoek doen in het algemeen en in het bijzonder op het vmbo. Waarschijnlijk dat er daarom daar relatief weinig onderzoek wordt gedaan.

Ik heb genoten van het onderzoek doen in het vmbo. Misschien omdat ik als gymleraar gewend ben aan een ruimte waar de leerlingen niet achter tafeltjes zitten. Misschien omdat ik van het fysieke en directe houd waarmee leraren en leerlingen in de praktijklokalen met elkaar omgaan. Of misschien wel omdat ik op de sportacademie al leerde dat je 'door de chaos heen' moet.

Je kunt dus niet op het vmbo aankomen als doctorandusje met een plan hoe het allemaal zou moeten. Dan word je niet serieus genomen. Wie zegt dat jij weet hoe het moet? De theorie? Met praktijk moet je aankomen. Vandaar dat er in mijn onderzoek niet een heel vastomlijnd implementatieplan is geweest. Ik heb altijd gevraagd of wat ik dacht dat zou werken, ook op de school zou kunnen. En hoe de leraren denken dat te doen. Video van eerdere fasen heeft daar vaak bij geholpen. Het is lastig uit te leggen in een wetenschappelijk artikel, maar de teams die ik tegenkwam



Foto 4: Houten tandemdriewieler met aandrijfriem (finalist 2008/2009)

KADER 4: WEDERZIJDSE ERKENNING EN TRIPLE STIMULATION

Ontwerponderzoek, of ‘design based research’ in de internationale literatuur, wil praktijk én theorie dienen door vanuit een theoretisch kader in de praktijk onderzoek te doen. Vaak wordt het in één adem genoemd met ‘evidence based research’ en ‘evidence based practice’. Wat de termen precies betekenen is niet duidelijk. Meestal wordt verwezen naar medisch onderzoek als voorbeeld. Die vergelijking gaat niet helemaal op. In het onderwijs kun je ten eerste niet eenvoudig dubbel blind onderzoek doen. En ten tweede kun je een aanpak ook niet eerst uitproberen op ratten. Ontwerponderzoek claimt ook vaak dat het door het onderzoek de praktijk verbetert en zelfs de kloof tussen wetenschap en praktijk verkleint. Ik heb niets gemerkt van een kloof. Simpel gezegd heb ik op scholen verteld wat ik denk dat werkt en vervolgens gevraagd of en hoe de leraren dat kunnen uitvoeren. De video heeft me daarbij erg geholpen. In de gesprekken vooraf en tijdens het onderzoek op de scholen, ontstond er tussen mij en de lerarenteams, maar ook tussen mij en de leerlingen trouwens, begrip en erkenning voor elkaars werk. De rolverdeling was duidelijk: ik had een opdracht en een theorie, zij zouden het uitproberen op de manier die bij hun praktijk paste. Deze benadering lijkt het beste op Vygotskij’s methode van *double stimulation*. Engeström

begrepen het. Mijn ontwerpend onderzoek ('design based research') vormde zich dan ook gaandeweg. Eigenlijk probeerde ik gebaseerd op theorie *evidence* te verzamelen van *practices* om daar dan weer theorie van te maken. En dat herhaalde zich dan. Dat is heel iets anders dan een lineair onderzoek met een strak omlijnd begin en eindpunt. Engeström noemt het formatieve interventie, of naar Vygotskij: *double stimulation*. Ik zou het in het onderwijs, zeker in het vmbo, liever *triple stimulation* noemen (zie kader 4).

Hoe dan ook, op het vmbo weet je niet vooraf of alle leerlingen die deelnemen aan de voortest, ook zullen deelnemen aan de natest. Sommigen vallen uit, anderen wisselen van sector, weer anderen zijn er simpelweg niet op het juiste moment. Wat je wel zeker weet als leraren en leerlingen aan de slag gaan, dat er iets zal gebeuren. Misschien niet iets wat je vooraf had gedacht, maar saai is het nooit. Zo heeft John een dove jongen Hafid laten helpen met lassen. En bleek er tegelijk een fietswerkplaats op het Nova College te komen voor leerlingen van het leerwerktraject, waar Hafid vervolgens met vragen aan kon kloppen. Als de leerlingen eenmaal ergens voor gaan, dan gaan ze ook echt. Zelfs na schooltijd, om de driewieler te schilderen bijvoorbeeld.

keteteers ©

noemt het de cultuur-historische benadering van design based research. De eerste *stimulus* is het voorschotelen van het probleem: in mijn geval vmbo-leerlingen meer leren uit praktijkopdrachten dan alleen praktische vaardigheden. De tweede stimulus is dan de *tool* voor de 'proefpersonen'; in mijn geval de opdracht en de instrumenten die ik de leraren gaf. Daar hield het in mijn onderzoek echter niet op. Er volgde nog een derde stimulus: de feedback/analyse vanuit mijn theoretisch kader met behulp van video. Je zou dus kunnen zeggen dat mijn ontwerp onderzoek gebruik maakte van *triple stimulation*. Zo erkenden we zowel onze academische theorie als de betekenis ervan voor de leraren in de praktijk. Deze vorm van design based research zorgt daarmee, door wederzijdse erkenning van veld en wetenschap, voor een bijdrage aan theorie én praktijk.



Foto 5: Tandemdriewieler die ontkoppeld kan worden (finalist 2008/2009)

Met Blauw Haar: Roy, Rick & Gerard

Het eerste wat Roy tegen me zei toen ik hem vroeg of hij wilde deelnemen aan de documentaire was dat hij niet meer in de metaal zat. Hij werkte nu als vloerenlegger. Aangezien hij in 2009 nog in 4 vmbo zat, betekent dit dat hij zijn mbo dus niet heeft afgemaakt.

In Waalwijk voelde ik me zeer thuis op scholengemeenschap de Overlaat. Daar heb ik ook mijn favoriete video opgenomen die niet alleen inhoudelijk zeer interessant is, maar ook filmtechnisch in orde. Ik heb het filmen blijkbaar ook langzaam onder de knie gekregen. Dat is niet alleen leuk voor mijn eigen ontwikkeling. Omdat de videobeelden het bekijken waard zijn, kunnen ze nog lang gebruikt worden. Om te beginnen kan ik de video als data blijven analyseren, bijvoorbeeld zoals ik voor het tweede hoofdstuk in de dissertatie heb gedaan (zie kader 5). Tegelijk wil ik de beelden ook gebruiken om mijn bevindingen aan het veld te laten zien om te laten zien wat werkte. Tenslotte bestaat het plan om een documentaire te maken voor het grote publiek. Met andere woorden de video heeft tegelijk waarde voor mijzelf, de wetenschap, het onderwijs en de maatschappij. Dat is het mooie van video.

Wat anderen als eerste opvalt aan de video van de Overlaat is het Brabantse accent. Misschien was het ook het Brabantse waardoor ik me daar thuis voelde. Tijdens een van de observaties in februari had een van de jongens blauw haar en gingen de gesprekken over waar zij het weekend het carnavalsfeest gingen vieren. Ik ging na die observatie met mijn camper vervolgens naar Bergen op Zoom om daar mijn carnaval te vieren.

Toch was er meer dat goed voelde: de betrokkenheid van een klein team van leraren; de leerlingen die wel in waren voor iets nieuws en zich blijkbaar veilig voelden – veilig genoeg om in heftige discussies hun ontwerp met elkaar te bespreken. Eén van die discussies is mijn favoriete videofragment van het onderzoek. Roy, Rick en hun groepsgenoten bespreken daarin hoe ze een tandemdriewieler kunnen maken waarvan ook weer twee fietsen gemaakt kunnen worden (zie foto 5 voor het eindproduct). Gerard, de leraar, komt later binnen en bekijkt het einde van de discussie vanaf een afstandje.

Dat van een afstandje bekijken is niet hetzelfde als niets doen. De jongens weten dat ze in de gaten gehouden worden. Dát geeft hen vertrouwen om in alle openheid met elkaar in discussie te gaan en dat geeft de veiligheid om fouten te mogen maken. Op het moment van de discussie deed Gerard misschien even niets, maar op andere momenten heeft hij de leerlingen genoeg steun gegeven om zelf op de door hun gekozen weg door te kunnen. Gerard was ook erg expliciet in de koppeling tussen theorie en praktijk. Een mooi voorbeeld daarvan is wanneer een aantal leerlingen hun frame in AutoCAD tekenen, Gerard erbij komt staan en vraagt hoe ze de berekening van de hoeken en afstanden gemaakt hebben. De leerlingen antwoorden dat ze dat gewoon gemeten hebben in de tekening. Vervolgens spreekt hij met hen af dat ze de eerstvolgende les gaan bespreken hoe je dat ook kunt berekenen met de stelling van Pythagoras.

Wat op de Overlaat nog iets beter had gekund, is de leerlingen laten werken als echte ontwerpers. Dat was de praktijk op het Twents Carmel College (tcc). Daar waren de leerlingen van de afdeling

KADER 5: VIDEO ALS GIDS

Vanaf het begin van het onderzoek tot aan de laatste presentaties op conferenties heb ik video gebruikt. Niet alleen om de lessen in de praktijklokalen te observeren, maar ook tijdens interviews, trainingen aan leraren, en voor mijn eigen presentaties was de video(camera) een belangrijk hulpmiddel. In interviews liet ik de deelnemers observaties zien en vroeg om hun perspectief. Tijdens lerarenbijeenkomsten, die ik ook opnam, toonde ik hoe het er eerder in het onderzoek aan toe ging. Op conferenties presenteerde ik minidocu's en mijn perspectief met behulp van de videodata.

In zekere zin was de video mijn gids tijdens het onderzoek. Op drie niveaus hielp het bij de uitvoering van het project. Op het *basisniveau* was de videodata de bron van de wijzigingen in het curriculum ontwerp: aan de hand van de observaties en interviews hebben we de opdracht voor de leerlingen en de implementatie daarvan aangepast. Op het volgende *methodeniveau* fungeerde de video als feedback op de methode zelf. In de video was de aanpak, van eerste bijeenkomst tot finale voor de leerlingen, te zien en aan de hand daarvan was het mogelijk de methode verder af te stemmen op de context van de scholen. Daarnaast was het tevens een triangulatie van de andere databronnen (en vice versa uiteraard). Op het laatste *metaniveau* maakte de video duidelijk hoe ons perspectief veranderde in de loop van het onderzoek. Van het volgen van eerst een paar (6) leerlingen van dichtbij, tot uiteindelijk 65 leerlingen van verder af. Maar ook figuurlijk, op theoretisch niveau, veranderde ons perspectief. Waren de beelden eerst sterk exploratief van aard uitgaande van vooral de theorie achter betekenisvol leren in een werkpleksimulatie, in de laatste fase was het in de video zichtbaar dat we op zoek waren naar de rol en functie van modellen in het hele ontwerp en bouwproces van de driewielers. Logischerwijs werd de ontwikkeling op metaniveau dus pas achteraf zichtbaar. Maar omdat (ontwerp)onderzoek geen vast einde heeft, is de reflectie op ons perspectief direct ook de eerste stap voor het volgende onderzoek.

In mijn onderzoek heeft de video mij geleid. In ontwerponderzoek ('design based research'), dat niet lineair is, zou video als van nature een gidsrol kunnen spelen.



Eerste schets van leerlingen 2007/2008

COMTECH (commerciële techniek) als kleine bedrijfjes echte productontwikkelaars. Ze ontwierpen, maakten offertes, bouwtekeningen en uiteindelijk het product. Maar wat vooral opviel was de rol die de bouwtekening speelde. Tot het einde toe bleef deze in ontwikkeling. Iets dat op andere scholen juist niet gebeurde. Meestal verdwenen de tekeningen langzaam naar de achtergrond. In de video-observaties kwamen ze dan niet meer voor en de driewielers leken soms niet meer op wat oorspronkelijk getekend was. Op het TCC was dat niet het geval. In een interview vertelden leerlingen me dat de tekening *natuurlijk* aangepast was nadat er tijdens het bouwproces er aanpassingen waren gepleegd. Bovendien vertelden nagenoeg alle groepen in hun eindpresentaties wat er van oorspronkelijke plannen terecht was gekomen aan de hand van de laatste versie van de bouwtekening. Met andere woorden de tekeningen (de modellen dus) waren ‘tools’ geworden in hun proces. Net zoals ze dat zijn tijdens het werk van echte productontwikkelaars.

Opmerkelijk op Overlaet en TCC was ook dat praktijkleraren min of meer toevallig een achtergrond in wis- of natuurkunde hadden. Gerard van de Overlaet was een oud wiskundeleraar, maar gaf nu lasles. In het team van leraren op het TCC kwamen alle leraren, inclusief de leraren in academische vakken, in het praktijklokaal als de leerlingen aan de praktijkopdrachten werkten. In mijn onderzoek heb ik daarom geconcludeerd dat de academische achtergrond van de leraren mogelijk een belangrijke factor is.

Samengevat zou je kunnen zeggen dat de open steun die de leerlingen kregen van de leraren, de expliciete verbinding naar theorie (vooral op de Overlaet) en het simuleren van productontwikkeling samen een manier vormen om meer te leren dan alleen maar lessen. In het onderzoek probeerde ik dat te vangen onder de naam *guided co-construction*, *begeleid herontdekken* (zie kader 6). Het is een onderwijspedagogisch concept dat de zwart-wit tegenstelling tussen zit-en-luister-onderwijs en laat-maar-waaien-onderwijs, of tussen oud en nieuw leren, kan overbruggen.

KADER 6: BEGELEIDE CO-CONSTRUCTIE

Vaak wordt het leren van theoretische kennis vanuit de praktijk DEcontextualiseren genoemd. Men bedoelt dan te zeggen dat de specifieke context van bijvoorbeeld het probleem weggenomen wordt en dat dan zo de oplossing ervan algemener of generaliseerbaarder is. Een voorbeeld is bijvoorbeeld de overbrenging van de tandemdriewielers. In de opdracht voor de leerlingen is het een specifiek probleem: hoe zorgen we dat beide kinderen op de fiets kunnen trappen? Als een leraar vervolgens uitlegt hoe overbrenging in het algemeen werkt, is de specifieke context van het probleem verdwenen. Toch is het beter om te spreken van REcontextualiseren dan van DEcontextualiseren. Een context is niet en kan niet weg zijn. Elk probleem heeft een context, maar verandert. Van een praktische bouwcontext krijgt het overbrengingsprobleem bijvoorbeeld een natuurkundige, of wiskundige context. Wat je dus zou willen is dat vanuit de praktische context de leraren leerlingen helpen hun kennis en te recontextualiseren naar een meer theoretische context. Zo wordt hun kennis flexibeler. In mijn onderzoek heb ik dat proces, hoe leraren leerlingen begeleiden bij het recontextualiseren, *guided co-construction* genoemd. Guided, omdat de leerlingen dat niet alleen en niet zonder hulp doen: leraren geven aanwijzingen en uitleg, stellen vragen en doen soms voor. CO-construction omdat de leerlingen in groepjes samenwerken en door die samenwerking ook van elkaar leren. In lelijk Nederlands: begeleide co-constructie. Het is een soort derde weg tussen geheel zelfontdekkend leren en docent gestuurde directe instructie.

Zie verder:

Van Oers, B. (1998). The fallacy of decontextualisation. *Mind, Culture and activity*, 5(2), 135-142.

Van Oers, B. (2007). Voorbij het nieuwe leren. *Pedagogiek*, 27(2), 11-119.



Een bouwtekening als 'tool' in de praktijk

Het resultaat: 35 driewielers

In totaal zijn er zo'n 35 driewielers gebouwd in de jaren van het onderzoek. De één beter dan de ander. Sommigen zijn niet helemaal af, anderen waren uiteindelijk mooi geschilderd en afgewerkt. De vakjury die in de laatste twee fasen de besten van alle scholen beoordeelde, was stevast onder de indruk. De groep-3 leerlingen stortten zich telkens vol overgave op de producten van de vmbo-ers om ze eens goed te testen. Helaas zijn daardoor wel wat driewieltandems gesneuveld. De vakjury, bestaande uit professionele speelgoedontwerpers/-verkopers en schooldirectieleden, waardeerde het dat leerlingen nog niet bestaande producten hadden ontworpen en gebouwd.

Maar er is meer resultaat. Opbrengst van het onderzoek is dat er vanuit de conclusies gevolgen voor de praktijk zijn geformuleerd op basis waarvan ik denk dat leerlingen beter leren modelleren vanuit praktische opdrachten. Dat wil zeggen dat ze leren modellen te gebruiken als 'tools' in hun ontwerp en bouwproces zoals echte productontwikkelaars dat doen. En dat ze ook de meer wiskundige en natuurkundige modellen leren begrijpen. Uit de conclusie van het proefschrift volgen drie suggesties voor de praktijk: één voor de inhoud van het curriculum, één op het gebied van de didactiek en de laatste gaat over de opdrachten voor leerlingen.

1. (inhoud) Begeleiding van praktijkopdrachten, of prestaties zoals ze op veel scholen heten, moet gericht zijn op het ontwerpen. Dat geeft namelijk op zijn beurt aanknopingspunten voor wis- en natuurkunde.
2. (didactiek) Leraren (als team) moeten in staat zijn de koppeling te leggen tussen theorie en praktijk. De begeleiding vanuit de praktische problemen moet ook gericht zijn naar de academische vakken.
3. (opdrachten) Opdrachten moeten complex, maar niet te moeilijk zijn. De complexiteit helpt de leerlingen verder te denken, maar bij falen haken ze af. Een doodoener misschien, maar soms is het omgekeerde het geval: eenvoudig en te makkelijk. Ook dan haken leerlingen af, terwijl er in het eerste geval er dan waarschijnlijk meer geleerd is.

Zoals zo vaak zijn deze drie suggesties wel te onderscheiden, maar moeilijk te scheiden. Het kiezen of maken van een opdracht kan niet zonder ook aan de inhoud en didactiek te denken. Zoals ook didactische keuzen samenhangen met de leerinhoud en de vorm van de opdrachten. Waar het om gaat is dat er een samenhangend curriculum ontstaat waarbij vanuit praktische opdrachten door het ontwerpen gelegenheid geboden wordt tot *recontextualisatie* (zie kader 6). Leerlingen komen vanuit hun ontwerp voor een echt te gebruiken product voor problemen te staan die ze met behulp van theorie op kunnen lossen. Die theorie krijgt dan een andere context: de praktijk. Vandaar REcontextualisatie. Voorwaarde is wel dat leraren hen helpen bij het toepassen van de theorie en die theorie expliciet benoemen.

Misschien moeten niet alle opdrachten voor de vmbo-ers deze vorm hebben – soms is het gewoon prettig en goed om lekker te lassen aan een simpel wijnrek. Mijn voorstel zou daarom zijn om in de



Video-observatie in het praktijklokaal

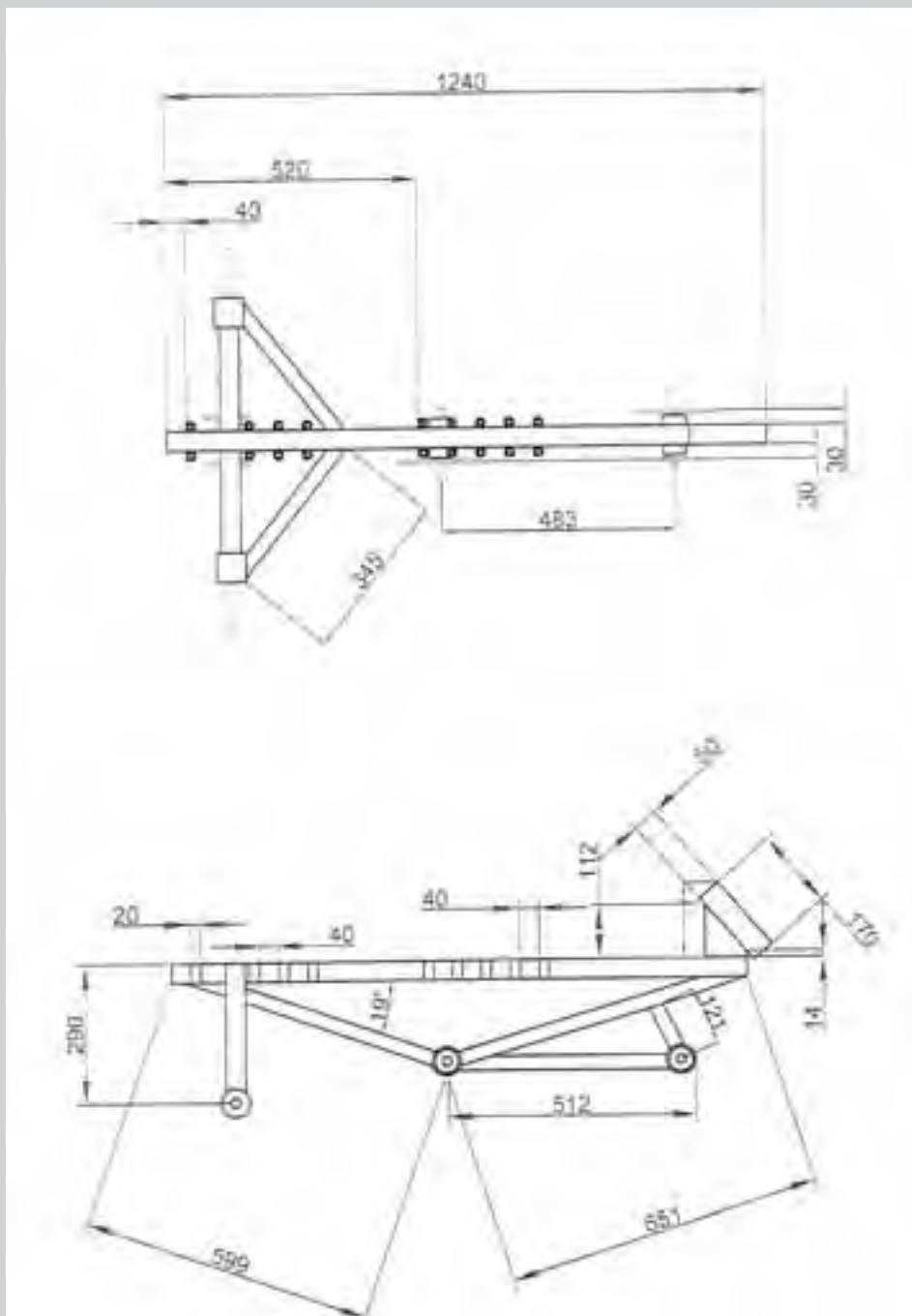


Leerlingen lassen aan tandemdriewieler in 2007/2008

twee jaar van de bovenbouw minstens drie van dit soort grote complexe opdrachten te stoppen. Ik ben er van overtuigd dat je daar de leerlingen mee uitdaagt en dat dan de hersens blijven kraken in het vmbo.

Als de hersens kraken, en als tegelijk echte producten worden gemaakt, dan kunnen de vmbo-ers boven zichzelf uit groeien. Zo kunnen we een grote groep leerlingen voorbereiden hun toekomst voorzien van kennis die dynamisch is, die in handen én hoofd zit, kennis die in ontwikkeling is. Geen kapitaal dat je op een spaarrekening zet en er later weer vanaf haalt, maar meer een soort creatief spel waar je de grenzen van de regels opzoekt en oprekt. Dat kunnen vmbo-ers en hun leraren, creatief omgaan met de kaders. Dat hebben ze de afgelopen 11 jaar wel laten zien.

keteeers ©



Bijlage 1: Chronologie van het onderzoek

Het onderzoek “Leren modelleren op kennisrijke werkplekken” is te verdelen in drie fasen en 4 studies.

In de eerste fase is één case study uitgevoerd op één school naar de werking van opdrachten waarbij meer geleerd moest worden dan praktische vaardigheden. Uiteindelijk zijn zes leerlingen intensief gevolgd tijdens het bouwen van een tandemdriewieler en een fietsracespel. De tandemdriewieler is de opdracht geworden die we in de volgende fase gebruikt hebben.

In de tweede fase is een experiment uitgevoerd waarbij op vier scholen (uiteindelijk bleven er slechts twee scholen over) de tandemdriewieler ontworpen en gebouwd werd. Op twee scholen volgens een meer traditionele manier waarbij modellen kant en klaar aangeboden werden; op de twee andere scholen werden de leerlingen begeleid tijdens het zelf co-construeren van de modellen. Deze fase bestond uit één studie.

In de derde fase is wederom een experiment uitgevoerd. Deze keer op vijf scholen (uiteindelijk in het verslag vier scholen). Dit experiment resulteerde in twee studies. Een kwantitatieve (vooral op basis van de testresultaten) en een kwalitatieve (vooral op basis van observaties).

Het gehele onderzoek liep van 2005-2010 en heeft een dissertatie opgeleverd bestaande uit 5 artikelen en een inleidend en afsluitend hoofdstuk (zie <http://www.mvanmartijn.eu/index.php/publications>) Bijlage 3 bevat de Nederlandstalige samenvatting van het onderzoek.

Bijlage 2: Samenvatting onderzoek

Nederlandstalige samenvatting van het onderzoek

Modelleren in het vmbo

Iets meer dan de helft van de leerlingen in de klassen drie en vier van het voortgezet onderwijs volgt een vmbo opleiding. Dat staat niet in verhouding tot de mate waarin deze sector voorkomt in wetenschappelijke literatuur. Langzaam maar zeker verschijnen de eerste artikelen en rapportages over onderzoek in het vmbo (zie bijvoorbeeld: Boersma, ten Dam, Monique Volman, & Wardekker, 2009; Koopman, Teune, P., & Beijaard, in druk.; Seezink, 2009; Van Schaik, Van Oers, & Terwel, in druk; Van de Pol, Monique Volman, & Beishuizen, in druk). Dit proefschrift is een volgende toevoeging aan die reeks en beschrijft een onderzoek dat tussen 2006 en 2009 op zeven scholen is uitgevoerd. De hoofdvraag van het gehele onderzoeksproject is: zijn de leeruitkomsten van leerlingen, die deelnemen als ontwerpers in een proces van guided co-construction met peers en experts (leraren), beter dan de leeruitkomsten van leerlingen die leren te werken met kant en klare modellen, aangereikt door de leraar?

Vanaf begin in 1999 was het vmbo bedoeld als een onderwijsinnovatie (Van der Waals, 2009). Van oorsprong was het beroepsonderwijs vooral gericht op vaardigheden. In de tachtiger jaren van de vorige eeuw kwam bij de voorgangers van het vmbo de nadruk meer op theorie te liggen. Geen van beide benaderingen voldeed volledig. De eerstgenoemde praktische benadering hielp de leerlingen niet optimaal zich breed te ontwikkelen. De tweede benadering was vaak te moeilijk en leidde tot betekenisloos mechanisch leren. De laatste jaren zijn in het vmbo de leraren op zoek naar een balans tussen theorie en praktijk. Van der Waals (2009) noemt dit een stille revolutie.

Een belangrijke vernieuwing in het vmbo betreft de ontwikkeling van geïntegreerde leeromgevingen. Praktijkvakken en vaktheorie worden niet langer afzonderlijk aan de orde gesteld. Ook komt het voor dat avo-vakken zoals wiskunde, Engels en Nederlands geïntegreerd worden in de praktijkopdracht. Leraren en leerlingen worden gezien als (mede-) ontwerpers van geïntegreerde leeromgevingen (vgl. ook Van der Sanden, Streumer, Doornekamp, Hoogenberg, & Teurlings, 2003). De opdracht waaraan de leerlingen in dit onderzoeksproject werkten was het ontwerpen en bouwen van een tandemdriewieler. De opdracht moest kennisrijk zijn en authentiek. Dat wil zeggen dat de leerlingen geïntegreerd theorie en vaardigheden konden leren. Authentiek betekent dat de leerlingen de betekenis van hun handelen inzagen en dat het werken aan de opdracht representatief is voor hun toekomstig mogelijk beroep (Volman, 2006).

In dit praktisch en technisch handelen speelt het 'leren modelleren' een centrale rol. Modellen zijn o.m. schetsen, vaktekeningen, schema's, tabellen, formules etc. Modellen kunnen worden ingezet ten behoeve van de praktische uitvoering, maar ook om technisch en wiskundig te leren denken in alle fasen van het proces.

Theoretisch kader

De gedachte achter het authentiek leren in geïntegreerde leeromgevingen is dat gecodificeerde kennis tegelijk met beroepsvaardigheden geleerd kan worden door te werken aan ‘echte’ opdrachten. In het vmbo gebeurt dat vooral op de scholen zelf in werkpleksimulaties (Van der Sanden, Streumer, Doornekamp, Hoogenberg, & Teurlings, 2003). Het is echter niet vanzelfsprekend dat door werkplekieren ook gecodificeerde kennis verworven wordt (Nijhof, Nieuwenhuis & Terwel, 2006; Tynjälä, 2008). Het onderwijs zou de studenten moeten begeleiden van praktische problemen naar gecodificeerde kennis van de avo vakken (Guile & Young, 2003; Van der Sanden, Terwel, & Vosniadou, 2000). Daarvoor zouden studenten geholpen zijn met “conceptuele en didactische instrumenten die het mogelijk maken om theoretische kennis te integreren met hun praktische ervaringen” (Tynjälä, 2008, p.145. Guile & Young, 2003, p. 73) noemen zo een werkplek een ‘kennisrijke werkplek’. Kennisrijke werkplekken kunnen studenten betrekken in betekenisvolle activiteiten en tegelijk kennisontwikkeling stimuleren (zoals wiskunde bij Kent, Noss, Guile, Hoyles, & Bakker, 2007). Modellen kunnen op die kennisrijke werkplekken functioneren als conceptueel en didactisch instrument.

Modellen als ‘tools’

Hoewel er veel definities zijn definiëren wij modellen als Van Oers (1988) “... als elke materiële, gematerialiseerde (bijvoorbeeld grafisch weergegeven) of mentaal voorgestelde constructie, opgebouwd uit identificeerbare elementen en relaties, die de handelingen van een gebruiker op een bepaalde manier structureert ...” (p.127). Deze modellen functioneren als ‘tools’ voor oriëntatie en communicatie vergelijkbaar met wat Tuomi-Gröhn & Engeström (2003) beschrijven. Een model kan bijvoorbeeld de ontwerper helpen hoeken te berekenen, zodat het staal in één keer goed afgezaagd kan worden, in plaats van door ‘trial and error’. De wiskundige formule hiervoor functioneert dan als een tool voor oriëntatie. Als een tekening door studenten gebruikt wordt om het ontwerp te bespreken, dient het als tool voor communicatie. Oriëntatie en communicatie zijn beide functies van een model en een model kan op hetzelfde moment beide functies vervullen.

Guided co-construction

In het vmbo leren leerlingen in zowel ‘communities of practice’ (Lave & Wenger, 1991) als in ‘communities of learners’ (Brown & Campione, 1994; Lemke, 2000; Rogoff, Matusov, & White, 1996). Leerlingen worden tegelijk geïntroduceerd in bepaalde sociaal-culturele praktijken (zowel de beroepspraktijk als de wiskundige praktijk) en gedurende het leerproces bewegen ze zich ook in een leer gemeenschap. Dat proces kan omschreven worden als ‘legitimate peripheral participation’ (zie Lave & Wenger, 1991), waarbij er kwalitatieve verandering van activiteiten plaatsvindt die de deelnamemogelijkheden bevordert (Van Oers & Wardekker, 2000).

Modelleren zou een deel van een leerstrategie moeten worden voor het probleemoplossen en leraren moeten dan precies die functie van modellen leren aan studenten. Dat wil zeggen modellen moeten tools worden voor oriëntatie en communicatie, in plaats van alleen maar representaties zonder een relatie met het uiteindelijke doel van het ontwerpen.

Als tools voor communicatie en oriëntatie helpen modellen leerlingen vooruit te denken en te reflecteren op hun eigen proces. De rol van de leraar is dat dan te ondersteunen en hen zo discursief te leiden in hun proces van het (re) construeren van de modellen die beide functies optimaal vervullen voor de voorliggende taak. ‘Guided-co-construction’ betekent studenten helpen samen modellen en (AVO)kennis te reconstrueren in een voortdurend en reciprook proces, gericht op het oplossen van taakgerelateerde problemen. Het is de rol van de leraar om “... verbindingen te behouden tussen de curriculumdoelen van de activiteiten en de bestaande kennis, vaardigheden en motivatie van de leerlingen” (Mercer, 2002, p. 143). Onderzoek heeft aangetoond dat de strategie van guided co-construction kan leiden tot een beter begrip van wiskunde en modellen dan de ‘providing’ aanpak: het aanbieden van kant en klare modellen (Doorman, 2005; Terwel, Van Oers, Van Dijk, & Van Eeden, 2009; Van Dijk, Van Oers, & Terwel, 2003).

Vanuit het bovenstaand theoretisch kader komen we tot Vanuit ons socio-cultureel theoretisch kader verwachten we dat als de leerlingen begeleid worden in het ontdekken en het zelf samen ontwerpen van modellen, die als ‘tool’ functioneren, betere leeruitkomsten tonen dan leerlingen die de modellen eenvoudigweg krijgen aangeboden als standaard oplossingen. Het idee achter de hypothese is dat, tegelijk met gecodificeerde kennis in wis- en natuurkunde, leerlingen kennis en vaardigheden ontwikkelen op het gebied van modelleren als gevolg van de constructieve betrokkenheid en het dialogisch ontdekken onder de begeleiding van de leraar.

Methode

Het gehele onderzoek is te typeren als ontwerponderzoek (Barab & Squire, 2004; Collins, Joseph, & Bielaczyc, 2004; The design based research collective, 2003; Shavelson, Phillips, Towne, & Feuer, 2003). In drie fasen is een opdracht voor leerlingen op scholen ingevoerd en bestudeerd. In alle fasen zijn de docenten betrokken geweest bij het aanpassen van de interventie aan hun schoolpraktijk. De benadering van de formatieve interventie sluit daarom aan bij onze aanpak (Engeström, 2007). Tevens was er gedurende het ontwerpproces sprake van wederzijdse erkenning (mutual appropriation) van lerarenteams en onderzoekers (Downing-Wilson, Lecusay, & Cole, in druk). De leraren leerden de bedoelingen en theorie daarachter van de onderzoekers kennen, terwijl de onderzoekers leerden begrijpen wat er wel en niet kon op de scholen en hoe de leraren omgingen met de interventie. In alle fasen van het onderzoek is video gebruikt voor observaties en interviews. De videodata hebben het onderzoek helpen ontwikkelen. Ten eerste door vanuit de video-analyse het onderwijsontwerp kon worden aangepast. Ten tweede omdat ook de methode door middel van de video in beeld kwam en daardoor zowel beter afgestemd als gevalideerd kon worden. Ten derde omdat met terugwerkende kracht in de video de ontwikkeling te zien was van het de theorie: het perspectief, letterlijk en figuurlijk, veranderde in de loop der tijd.

Case study

In een eerste studie is op één school het functioneren van de opdracht voor de leerlingen bestudeerd. Doel was het creëren van een ‘kennisrijke’ leeromgeving (Guile & Young, 2003; Nijhof & Nieuwenhuis, 2008). Het idee achter een kennisrijke leeromgeving is dat daar meer geleerd kan worden

dan vaardigheden en gesitueerde kennis door vanuit praktische, ‘echte’ opdrachten tot abstractere en academische kennis en modellen te komen. Een voorbeeld is het leren over het natuurkundige principe van overbrenging uit het ontwerpen van een tandemdriewieler.

De patronenanalyse (Terwel, 2005) op basis van de video-observaties leverde drie patronen op: leerlingen worden geacht het denkwerk vooral buiten het praktijklokaal te doen; bij het probleemoplossen worden de modellen kant en klaar aangeboden; de opdracht is motiverend als de opdrachtgever echt ‘klant’ is. De conclusie was daarom dat de opdracht potentieel kennisrijk was en motiverend voor de studenten, omdat het zorgde voor een behoefte aan het leren van nieuwe kennis en vaardigheden. Tegelijk bleek dat die kennis, onder meer in de vorm van modellen, vaak als kant-en-klaar aangeboden werd door de leraar.

Eerste experiment

In de tweede studie is de opdracht uitgewerkt voor twee condities op twee scholen. In de experimentele conditie ontwerpen de leerlingen de modellen die nodig zijn zelf in samenwerking met elkaar en onder begeleiding van de docent. Dit proces van ‘guided co-construction’ helpt leerlingen de modellen beter te begrijpen, omdat ze doelgericht ermee aan de slag zijn (Terwel, 2009). In de controle conditie worden de modellen als kant en klare oplossingen aangeboden. Het bleek dat de twee groepen in traditionele kennis niet verschilden. De leerlingen in de experimentele conditie maakten wel betere eindtekeningen van de driewielers. Uit analyse van de kwalitatieve data bleek dat in de experimentele conditie de modellen inderdaad functioneerden als tools in het ontwerp- en bouwproces, maar dat in de controle conditie de modellen langer zichtbaar bleven in het proces. De conclusie was daarom dat guided-co-constructie met expliciete aandacht voor modellen kan leiden tot verwerven van kennis begrip van modelleren.

Tweede experiment

In de derde studie is het experiment van interventie I verder aangepast en ingevoerd op vier scholen. Belangrijkste aanpassing was het toevoegen van ‘prototypelessen’. In die lessen werd leerlingen de gelegenheid geboden om te reflecteren op het proces van ontwerpen en bouwen.

De analyses van dit tweede experiment zijn verdeeld over twee studies. Uit de eerste studie, vooral op basis van kwantitatieve data bleek dat twee scholen, uit elke conditie één, veel beter op de kennis-tests scoorden. Verdere analyse wees uit dat deze scholen expliciet het functioneren van modellen ook verbinden met de theorievakken. Daarnaast hadden de scholen een kleinere leerling/leraar ratio. In de tweede studie bleek uit kwalitatieve analyses dat op de twee goed scorende scholen er meer modellen van de producten langer zichtbaar bleven in het proces, verder uitgewerkt waren en dat ze nadrukkelijk functioneerden als tools in dat proces. De conclusie was dat op die scholen het ontwerp en constructieproces het meest leek op dat van professionele productontwikkelaars. Als gevolg daarvan werden de leerlingen mogelijk beter geoefend in het benaderen van problemen op een beroepsmatige én academische manier: hun ‘disciplined perception’ werd beter ontwikkeld.

Conclusie & discussie

De hoofdvraag van het gehele onderzoeksproject was: zijn de leeruitkomsten van leerlingen, die deelnemen als ontwerpers in een proces van guided co-construction met peers en experts (leraren), beter dan de leeruitkomsten van leerlingen die leren te werken met kant en klare modellen, aangereikt door de leraar? Het antwoord daarop is tweeledig. Er kan geconcludeerd worden dat de studenten leren modelleren en dat guided-co-construction nagenoeg dezelfde resultaten oplevert als een 'providing' aanpak. De opdracht van de tandemdriewieler was kennisrijk en de natests van de experimenten bewezen dat er na de interventies geleerd was op het gebied van wiskunde en modellen. Toch denken we dat de strategie van 'guided co-construction' leerlingen helpt bij het leren van gecodificeerde kennis en begrip van modelleren. Ten eerste omdat de modellen van de leerlingen in de experimentele conditie van het eerste experiment beter waren. Daar werden de modellen als tools voor communicatie en oriëntatie gebruikt. Ten tweede omdat in het tweede experiment op die scholen die iets beter presteerden, er meer en verder uitgewerkte modellen langer deel van het proces bleven maken. Daar was het voor de leerlingen mogelijk in de praktijklokalen tegelijk kennis en vaardigheden op te doen die zowel betrekking hadden op de beroepspraktijk als op academische vakken als wis- en natuurkunde.

Het vmbo is complex. Niet alleen vanwege het duale van de praktische en algemeenvormende doelen, maar ook vanwege de dynamiek op de scholen. De benadering van de formatieve interventie helpt die dynamiek begrijpen. Met behulp van de videodata hebben we tijdens, maar ook achteraf, zicht kunnen krijgen op ons onderzoeksproces. In de video is met terugwerkende kracht te zien dat er sprake was van wederzijdse erkenning tussen onderzoekers en leraren. Video, in design based onderzoek in het bijzonder, bewijst daarmee dat het een onmisbaar instrument is in onderwijsonderzoek dat zich ook direct richt op ontwikkeling van de praktijk. Gevolg is dat door video-analyse ook duidelijk werd dat er meer kwalitatieve micro-analyses nodig zijn om te weten te komen wat er tijdens het werken aan authentieke opdrachten precies geleerd wordt. Tegelijk heeft het gebruik van video tegelijk ook de methode en het theoretisch kader helpen ontwikkelen.

Na een decennium van onderzoek op het gebied van providing versus co-constructie zijn we met hulp van gedetailleerde video-analyse op een punt aangekomen dat gedefinieerd kan worden als de studie naar het aanreiken van modellen binnen een context van guided-co-construction en manieren van het zinvol gebruiken van tools en gecodificeerde kennis tijdens het proces van ontwerpen en bouwen van producten door leerlingen.

Hoe dan ook, leerlingen leren modelleren van authentieke opdrachten. De meeste driewielers zijn voltooid en er is wis- en natuurkunde geleerd. Daarnaast geven de leerlingen in interviews aan de opdracht leuk en uitdagend te vinden. Samen geeft dat aan deze aanpak in het vmbo veelbelovend is.

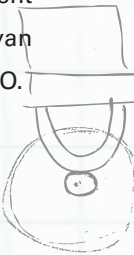
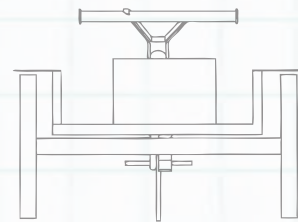
Literatuur

- Boersma, A., ten Dam, G., Volman, M., & Wardekker, W. (2009). 'This baby...it isn't alive.' Towards a community of learners for vocational orientation. *British Educational Research Journal*, 36(1), 1-23.
- Brown, A., & Campione, J. (1994). Guided discovery in a community of learners. In: K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons: integrating cognitive theory and classroom practice* (pp. 229-270). Cambridge: MIT Press/Bradford books.
- Doorman, L. (2005). *Modelling motion: from trace graphs to instantaneous change*. Utrecht: CD-B press.
- Engeström, Y. (2007). Putting Vygotsky to work. The change laboratory as an application of double stimulation. In: H. Daniels, M. Cole, & J. Wertsch (Eds.), *The Cambridge companion to Vygotsky* (pp. 363-382). New York: Cambridge University Press.
- Guile, D., & Young, M. (2003). Transfer and transition in vocational education: some theoretical considerations. In: T. Tuomi-Gröhn & Y. Engeström (Eds.), *Between school and work: new perspectives on transfer and boundary crossing* (pp. 63-84). Amsterdam: Pergamon.
- Koopman, M., Teune, P., & Beijaard, D. (in press). Development of student knowledge in competence-based pre-vocational education. *Learning environments research*.
- Kozulin, A., Gindis, B., Agayev, V., & Miller, S. (2003). Introduction: Sociocultural theory and education: students, teachers, and knowledge. In: B. Gindis, V. Agayev, S. Miller, & A. Kozulin (Eds.), *Vygotsky's educational theory in cultural context* (pp. 1-14). Cambridge: Cambridge University Press.
- Lemke, J. (2000). Articulating communities: sociocultural perspectives on science education. *Journal of research in science teaching*, 38(3), 296-316.
- Lave, W., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mercer, N. (2002). Developing Dialogues. In: G. Wells & G. Claxton (Eds.), *Learning for life in the 21st Century. Sociocultural perspectives on the future of education* (pp. 141-153). Oxford: Blackwell Publishers Ltd.
- Nijhof, W., & Nieuwenhuis, L. (2008). The learning potential of the workplace. In: W. Nijhof & L. Nieuwenhuis (Eds.), *The learning potential of the workplace* (pp. 3-14). Rotterdam: Sense Publishers.
- Nijhof, W., Nieuwenhuis, A., & Terwel, J. (2006). Het leerpotentieel van de werkplek. *Pedagogische studiën*, 83(5), 335-342.
- Onstenk, J., & Simons, P. (2006). Heeft de werkplek nu wel of niet leerpotentieel? *Pedagogische studiën*, 83(5), 410-415.
- Pol, J. V. D., Volman, M., & Beishuizen, J. (in press). Patterns of contingent teaching in teacher-student interaction. *Learning and Instruction*. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2009.10.004.

- Rogoff, B., Matusov, E., & White, C. (1996). Models of teaching and learning: participating in a community of learners. In: R. Olson (Ed.), *The handbook of education and human development* (pp. 388-414). Oxford: Blackwell Publishers Ltd.
- Saxe, G., & Guberman, S. (1998). Studying mathematics learning in collective activity. *Learning and Instruction*, 8(6), 489-501.
- Seezink, A. (2009, November 18). Continuing teacher development for competence-based teaching. The role of teachers in competence-based prevocational education. Dissertation, Tilburg University.
- Shavelson, R., Phillips, D., Towne, L., & Feuer, M. (2003). On the science of education design studies. *Educational Researcher*, 32(1), 25-28.
- Terwel, J. (2005). *Analyse van kwalitatieve data: Patronenanalyse en de critical incident methode* Vrije Universiteit Amsterdam.
- Terwel, J. (2009). Technische vorming in het curriculum voor leerlingen van 12 tot 16 jaar? In: B. Van Oers, Y. Leeman, & M. Volman (Eds.), *Burgerschapsvorming en identiteitsontwikkeling* (pp. 24-35). Assen: Van Gorcum.
- Terwel, J., Van Oers, B., Van Dijk, I., & Van Eeden, P. (2009). The learner as a designer: effects on transfer of an experimental curriculum in modelling. *Educational research and Evaluation*, 15(1), 25-44.
- Tynjälä, P. (2008). Perspectives into learning at the workplace. *Educational Research Review*, 3(2), 130-154. doi: 10.1016/j.edurev.2007.12.001
- Van der Sanden, J., Streumer, J., Doornekamp, B., Hoogenberg, I., & Teurlings, C. (2003). *Praktijksimulaties in het vernieuwend vmbo: bouwstenen voor de integratie van praktijk en theorie*. Utrecht: APS.
- Van Dijk, I., Van Oers, B., & Terwel, J. (2003). Providing or designing? Constructing models in primary maths education. *Learning and Instruction*, 13(1), 53-72.
- Van Oers, B. (1988). Modellen en de ontwikkeling van het (natuur-) wetenschappelijk denken van leerlingen. *Tijdschrift voor Didactiek de Beta-wetenschappen*, 6(2), 115-143.
- Van Oers, B., & Wardekker, W. (2000). De cultuurhistorische school in de pedagogiek [The cultural historical school in pedagogy]. In: S. Miedema (Ed.), *Pedagogiek in meervoud [Pedagogy in plural]* (pp. 171-213). Houten/Diegem: Bohn Stafleu Van Loghum.
- Van Oers, B., & Tanis, M. (2009). Van communicatieve praktijk naar modelmatig denken. *Tijdschrift voor Didactiek de Beta-wetenschappen*, 26(1-2), 3-20.
- Van Schaik, M., Van Oers, B., & Terwel, J. (2010). Towards a knowledge rich learning environment in pre-vocational secondary education. *British Educational Research Journal*. doi: 10.1080/01411920903420008
- Van Schoonhoven, R., & Studulski, F. (Eds.). (2009). *VMBO in perspectief. Een overzicht na tien jaar vmbo*. Amsterdam: SWP uitgeverij.
- Volman, M. (2006). *Jongleren tussen traditie en toekomst Inaugurele rede*. Onderwijscentrum Vrije Universiteit Amsterdam.

Martijn van Schaik (1974)

is onderwijsonderzoeker en docent. Eerder studeerde hij aan de Fontys Sporthogeschool in Tilburg (voorheen ALO) en gaf hij bewegingsonderwijs in het voortgezet en primair onderwijs. In 2005 studeerde hij af als onderwijs-pedagoog met een scriptie over natuurlijk leren in het VMBO met de titel Hoe verkoop je gele bananen? Tussen 2005 en 2010 deed hij onderzoek naar het leren modelleren in het VMBO waarop hij in december 2010 promoveert. Op dit moment is hij docent en onderzoeker aan de PABO van de Hogeschool van Amsterdam en werkt hij aan een documentaire over het VMBO.



In het VMBO is er altijd veel aan de hand. Niet vreemd voor de onderwijssector waarbinnen meer dan de helft van de 12-16 jarigen in Nederland dag in dag uit met elkaar en de leraren zich voorbereiden op de toekomst. Veel scholen zijn op zoek naar de juiste balans tussen het motiveren van leerlingen met 'echte' praktische opdrachten en het bijbrengen van kennis. Tussen 2005 en 2010 heeft onderwijsonderzoeker Martijn van Schaik veel van zijn tijd doorgebracht tussen de leraren en leerlingen op technische VMBO's. In het proefschrift dat daaruit volgde was niet voldoende ruimte voor alle indrukken die hij daar heeft opgedaan. In *De hersens kraken in de praktijk van het VMBO* gaan onderzoeks-resultaten, gevolgen voor de praktijk en impressies uit het klaslokaal hand in hand. Dit boekje beschrijft de geweldige indruk, die de leerlingen en leraren van het VMBO op de onderzoeker gemaakt hebben. In gedachten gaat hij weer terug naar de bijzondere momenten op de scholen en vertelt wat de situaties van toen voor hem en het onderzoek betekend hebben.

ISBN 978-90-484-1586-1



9 789048 415861

