

# Nederlandstalige Samenvatting

## Samen modellen construeren als ‘tools’ in de beroepspraktijk Leren in een kennisrijke omgeving

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 press.; Seezink, 2009; Van Schaik, Van Oers, & Terwel, in press; Van de Pol, Monique Volman, & Beishuizen, in press). 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 werkplekleren 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 leergemeenschap. 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).

## 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 we-

derzijdse 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 vanuit het ontwerpen van een tandem-driewieler.

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 'prototypellessen'. 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 kennistests 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-constructie 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 uitmaken. 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 algemenvormende 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-construction 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.

