

Ontwikkeling van een leeromgeving voor samenwerkend leren

D. J. Hoek

Samenvatting

In een onderwijsexperiment werden twee docenten gedurende een schooljaar ondersteund bij het gebruik van de grafische rekenmachine als gereedschap, als leermiddel voor probleemoplossen en voor het begeleiden van groepswork. In dit artikel worden de volgende onderzoeksvragen beantwoord: Hoe ontwikkelde docentinstructie zich gedurende een schooljaar? Wat is de mogelijke invloed van deze ontwikkeling geweest op de interacties bij het samenwerkend leren? Uit een retrospectieve analyse bleek dat de begeleiding van de docenten van directe instructie naar een meer proces- en groepsgerichte begeleiding evolueerde. Hierdoor gingen de leerlingen de grafische rekenmachine steeds meer gebruiken om wiskundige concepten te exploreren en te onderzoeken tijdens het samenwerkend leren. Deze verandering kan mogelijk hebben bijgedragen aan de ontwikkeling van de interacties gedurende het betreffende schooljaar. Deze zijn geanalyseerd op het samenwerken en het probleemoplossingsgedrag van de leerlingen. Hieruit bleek dat de leerlingen in het begin van het schooljaar al gericht waren op de andere groepsleden, waarbij het accent lag op het met elkaar eens zijn. In de loop van het schooljaar ontwikkelden de interacties zich naar een meer kritische houding ten opzichte van elkaar, gaven de groepsleden geleidelijk aan meer kritiek op elkaar, werden nieuwe elementen in de discussie ingebracht en werden meer mogelijke oplossingen verkend. Het interactiepatroon veranderde van voortbordurend naar exploratief.

1 Inleiding

In het wiskundeonderwijs wordt gepleit voor een verandering van instructie naar constructie. Freudenthal (1971, 1973, 1991) was van mening dat de belangrijkste wiskundeactivi-

teit het *mathematiseren* is. Dit staat voor het organiseren van kennis en ervaringen vanuit een wiskundig perspectief. Begeleid door de docent en in samenwerking met medeleerlingen moeten de leerlingen wiskunde heruitvinden.

Deze werkwijze is echter in het mbo nog lang geen gemeengoed en de vraag dringt zich op hoe zo'n overgang van instructie naar geleid heruitvinden er in de praktijk uitziet. Het gaat hier immers om een complexe verandering in de sociale interactie in de klas, waarbij open taken, uitleggen, toelichten en discussiëren in een collaboratieve leeromgeving een belangrijke rol spelen. Om meer inzicht te krijgen in het veranderingsproces is een onderwijsexperiment¹ uitgevoerd waarin twee docenten gedurende een schooljaar werden ondersteund bij het gebruik van de grafische rekenmachine als gereedschap, als leermiddel voor probleemoplossen en voor het begeleiden van groepswork.

2 Theorie

In wiskundeonderwijs volgens het principe van het heruitvinden ligt er een sterke nadruk op sociale interactie gedurende het leren. Het deelnemen in een interactie kan worden gezien als een centraal aspect van het ontwikkelen van competenties in een bepaald vak (Bransford, Brown & Cocking, 1999; Greeno, Collins & Resnick, 1996). Volgens de socio-constructivistische benadering vindt leren plaats in een leerlinggerichte omgeving waarin ze betekenis kunnen geven. Kennis wordt gezien als een resultaat van een actieve deelname van een individu in gezamenlijke leeractiviteiten (Bruner, 1990; Rogoff & Toma 1997; Wertsch, Hagström & Kikas, 1995). De betekenisgeving vraagt om deelname aan interacties met andere groepsleden of klasgenoten.

Om het heruitvinden te stimuleren is het wenselijk problemen aan te bieden met een

breed scala aan oplossingsmogelijkheden en oplossingsstrategieën. Dit geeft de leerlingen de gelegenheid om, als ze aan deze problemen werken, te discussiëren en hun ideeën te analyseren. Gedurende deze discussies kunnen leerlingen verschillende oplossingen en interpretaties met elkaar vergelijken. Het samenwerken met anderen geeft leerlingen zo de mogelijkheid wiskundekennis op te bouwen en wiskundige vaardigheden op te doen. Mogelijkheden voor het construeren van kennis ontstaan door middel van sociale interacties, uitleggen, toelichten en praten over de betekenisgeving (Dekker & Elshout-Mohr, 1998; Lemke, 1997). Voor het ontwerpen van dit type onderwijs is het noodzakelijk na te denken over de organisatie van de leersituatie waarin leerlingen kennis kunnen construeren. Een collaboratieve leeromgeving lijkt hiervoor geschikt. Een setting voor samenwerkend leren lijkt een krachtige leeromgeving, omdat interpretaties kunnen worden besproken, kennis gezamenlijk kan worden opgebouwd, en leerlingen met verschillende manieren van wiskundig redeneren kennis kunnen maken.

Tijdens het samenwerkend leren is de inhoud van de interacties belangrijk. Een interactie is productief als er tijdens de interactie gebruik wordt gemaakt van domeinspecifieke concepten en domeinspecifieke manieren van redeneren, er elaboratie plaatsvindt en als er gezamenlijk kennis wordt opgebouwd (zie bijvoorbeeld Crook, 1998; Mercer, 1996; Van Boxtel, Van der Linden, Roelofs & Erkens, 2002). Als leerlingen actief betrokken zijn bij het ontwikkelen van ideeën en redeneringen van andere groepsleden en proberen te komen tot gezamenlijk begrip dan kunnen concepten gezamenlijk worden opgebouwd.

Daarnaast is de *taak* een belangrijke factor voor het beïnvloeden van collaboratieve leer- en interactieprocessen (Dekker, Elshout-Mohr & Wood, 2004). Collaboratieve leertaken kunnen van elkaar verschillen in ontwerp, toetsing, het groepsproduct, de bronnen die beschikbaar worden gesteld, en de openheid van de taak. Al deze factoren kunnen de structuur van de interactie beïnvloeden. Onderzoek toont aan dat het type taak waaraan een groep moet werken, mede bepaalt hoe de groepsleden met elkaar over-

leggen. Cohen (1994) beargumenteerde dat leerlingen bij een gesloten taak alleen hoeven te overleggen over welke informatie er nodig is om tot een oplossing te komen, verder kunnen ze overleggen als ze hulp nodig hebben. In tegenstelling tot bij gesloten taken moeten leerlingen bij open taken discussiëren over inhoud van de taak, over hoe ze de taak kunnen oplossen en ten slotte kunnen ze de behoefte hebben om gebruikte strategieën en hun gegeven antwoord(en) te evalueren. Als leerlingen aan een open taak werken is het mogelijk dat ze beter met elkaar samenwerken (Cohen, 1994). Shachar en Sharan (1994) lieten zien dat dit daadwerkelijk gebeurde: leerlingen discussieerden over het gebruik van verschillende strategieën om een open taak op te lossen.

Een open taak kan worden opgelost met behulp van een grafische rekenmachine (GRM). Het gebruik van de GRM heeft invloed op hoe leerlingen met elkaar samenwerken. Volgens Ruthven (1992) kan een GRM het denken van leerlingen beïnvloeden, de opbouw van kennis beïnvloeden en daarnaast kan het gebruik van de GRM veranderen. Veel onderzoek waarin een GRM wordt gebruikt, laat een positief effect zien van het gebruik van de GRM op de leerresultaten. Dit type onderzoek laat echter niet het verband zien tussen de gegeven instructie en het gebruik van de GRM (Dunham & Dick, 1994; Penglase & Arnold, 1996). Een aantal onderzoekers stelt daarom dat onderzoek zich meer moet richten op de instructie, het leren, denken en hoe de grafische rekenmachine bijdraagt aan het leerproces (Berger, 1998). In dit onderzoek hebben we ons mede gericht op de vraag hoe het gebruik van de GRM kan worden verbeterd.

Als leerlingen de grafische rekenmachine gebruiken bij het leren van wiskunde dan moeten ze ten eerste worden geïnstrueerd in het gebruik van dit apparaat. Hierbij moeten ze leren hoe ze iets kunnen doen met de GRM en ze moeten leren de uitkomst op het scherm te interpreteren. Aan het begin van het schooljaar kan aandacht worden besteed aan hoe leerlingen iets kunnen doen met de GRM. De docent kan bijvoorbeeld laten zien hoe leerlingen met behulp van de GRM een grafiek kunnen tekenen. Tijdens dit uitleggen

van de GRM heeft de docent voornamelijk de rol van instructeur. Na enige tijd kan het gebruik van de GRM veranderen tot gereedschap dat het leren ondersteunt. Leerlingen kunnen met behulp van dit gereedschap wiskundige fenomenen onderzoeken. Als leerlingen de GRM gebruiken tijdens samenwerkend leren, is het belangrijk dat docenten zich realiseren dat ze de leerlingen moeten coachen in zowel het oplossen van problemen als het verwerven van strategieën om goed met elkaar samen te werken. Met name voor het verbeteren van het samenwerken is het belangrijk dat de docent hierop groepsgewijze feedback geeft (Hoek, Van den Eeden & Terwel, 1999). Om beide aspecten, het gebruik van de GRM en het samenwerken, te bevorderen kan de docent groepsgewijs vragen hoe leerlingen denken een bepaald probleem op te lossen en waarom de leerlingen denken het zo op te lossen. Verder kan de docent reflectie bevorderen door begripsvragen te stellen. Vervolgens is het belangrijk dat de docent de leerlingen de ruimte geeft om met elkaar te discussiëren (zie ook Kaartinen & Kumpulainen, 2002).

3 Onderzoeksvragen

We proberen vast te stellen en te begrijpen hoe leerlingen samenwerken in kleine groepjes waarbij ze de grafische rekenmachine gebruiken om wiskunde problemen op te lossen. In dit onderzoek hebben twee klassen van twee mbo-scholen meegedaan. De deelnemers bestonden uit 32 jongens en 13 meisjes van de sector techniek. Hun leeftijd varieerde tussen de 16 en 18 jaar. Aan de hand van het onderwijsexperiment zijn twee onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Hoe ontwikkelde de docentinstructie zich gedurende een schooljaar?
2. Wat is de mogelijke invloed van deze ontwikkeling geweest op de interacties bij het samenwerkend leren?

Voor het beantwoorden van de eerste onderzoeksvraag is de docentinstructie geanalyseerd. Voor het beantwoorden van de tweede onderzoeksvraag analyseren we hoe de grafische rekenmachine wordt gebruikt en hoe leerlingen interacteerden tijdens het samen-

werken in kleine groepjes en hoe dit veranderde; hiertoe is een analyseraamwerk ontwikkeld.

3.1 Het raamwerk voor de data-analyse

De analyse van de interacties is uitgevoerd met behulp van een raamwerk. Dit raamwerk bevat drie zogenaamde *modes of talk*: twistgesprek, voortbordurend gesprek en exploratief gesprek (*disputational talk, cumulative talk en exploratory talk*, naar Mercer, 1996, p. 369). In onze data vonden we echter ook episoden waarin leerlingen parallel werkten of geleid werkten (Cobo & Fortuny, 2000). Het uiteindelijke analyseraamwerk bevat vijf interactiepatronen: parallel werken, twistgesprek, geleid werken, voortbordurend gesprek en exploratief gesprek. Elk patroon bevat verschillende elementen (zie Tabel 1).

Gedurende *parallel werken* werken de leerlingen onafhankelijk van elkaar. Het *twistgesprek* kan worden gekarakteriseerd door competitie: sommige leerlingen proberen het groepsproces te domineren. De dominante deelnemers reageren niet op inbreng van anderen, of wijzen voorstellen af, zonder daar argumenten voor te geven. Verder is er weinig variatie in de rollen. Bij *geleid werken* is er sprake van ongelijke rollen: een van de leerlingen neemt de leiding en de anderen volgen (Cobo & Fortuny, 2000). Bij het *voortbordurend gesprek* ligt de nadruk in de interacties op het eens zijn met elkaar: de deelnemers zijn bereid om de inbreng van elkaar te accepteren zonder enige mate van reflectie en de variatie in rollen (observeren, leiden, corrigeren en het uitvoeren van procedures) is minimaal. Herhaling en bevestiging karakteriseren het interactiepatroon. Het *exploratief gesprek* wordt gekenmerkt door een actieve samenwerking, waarbij de deelnemers een gelijke inbreng hebben in de interactie, bereid zijn om de verschillende inbrengen kritisch te bekijken en gezamenlijk het eens te worden of te zijn over de genomen beslissingen. Tijdens een exploratief gesprek genereren deelnemers nieuwe elementen, vragen om inbreng en uitleg van anderen. De deelnemers zijn bereid om de inbreng van elkaar te accepteren en te gebruiken als dat kan. De rolverdeling is complementair (Mercer, 1996).

Tabel 1

Samenvatting van de interactiepatronen

Type patroon	Type van uitwisseling	Rollen van de participanten	Niveau van collaboratie	Cognitieve uitkomst van de collaboratie
Parallel	Minimale respons	Groepsleden werken onafhankelijk van elkaar	Geen collaboratie	
Twist	Argumentatie, redeneren, minimale respons	Competitieve attitude, met minimale interactie	Geen collaboratie	Geen
Geleid	Validering, uitleggen	Ongelijke rolverdeling, één van de leerlingen heeft de leidende rol	Laag tot gemiddeld niveau van collaboratie, ongelijke verdeling van de inspanning	Positieve impact op het probleemoplossen
Voorbordurend	Herhaling, bevestiging, respons met minimale evaluatieve opmerkingen	Deelnemers hebben gelijke rollen, met minimale variatie	Gemiddeld niveau van collaboratie	Minimale impact op het probleemoplossen
Exploratief	Frequente redeneringen, vragenstellend en evaluatieve opmerkingen	Gelijke verdeling van rollen	Hoog niveau van collaboratie, gelijke verdeling van de inspanning	Hoge impact op het probleemoplossen

3.2 Procedure

Voor het ontwikkelen van onze instructie hebben we gebruikgemaakt van ideeën en aanwijzingen zoals beschreven onder de term ontwikkelingsonderzoek (zie Cobb, Stephan, McClain & Gravemeijer (2001) en het artikel van Gravemeijer en Cobb in dit nummer). Bij dit onderwijsexperiment zijn de ontwerpers gestart met het idee dat de docent een centrale rol heeft in de leeromgeving. Hij is degene die veranderingen initieert tijdens de instructie. Via hem zijn de leerlingen getraind in het samenwerkend leren.

Hiervoor zijn voor het onderwijsexperiment de deelnemende docenten getraind in het begeleiden van samenwerkend leren. Bij het vormgeven van het onderwijsexperiment waren de ontwerpers gericht op het veranderen van docentgedrag. Dit betekent dat hun rol zou veranderen van directe instructeur naar coach van het samenwerkend leren. Tijdens het onderwijs werden leerlingen door de docenten getraind in het samenwerkend leren. Elke week vonden er reflectiegesprekken plaats met de docent aan de hand van concrete lessituaties en videofragmenten. Deze werden intensief besproken.

Doel van deze besprekingen was het bevorderen van reflectie en het trainen van docenten parallel aan hun begeleiding. Hiermee probeerden we het docentgedrag te verande-

ren. Dit was een cyclisch proces analoog aan de *mathematical teaching cycle* beschreven door Simon (1995). Hij analyseerde zijn eigen docentgedrag tijdens een onderwijs-experiment. Dit verschilt van ons onderwijs-experiment, omdat de onderzoekers de docenten coachten bij het veranderen van hun instructiegedrag. Analoog aan de manier waarop Simon (1995) het concept van onderwijscyclus ontwierp, werd het ontwerp en de ontwikkeling van het onderwijs gestuurd door de analyses die tegelijkertijd plaats vonden bij het onderwijsexperiment.

Er werd hierbij steeds dezelfde cyclus toegepast. Een cyclus start met *observaties* van de onderwijsactiviteiten. Deze werden *geïnterpreteerd* om het proces in de leeromgeving te begrijpen. Op basis van deze *interpretaties* en *gesprekken* met de docenten werden veranderingen in het docentgedrag vormgegeven. Er werd dan een *plan* gemaakt voor de komende lessen. Dit plan vormde het uitgangspunt voor de observaties van deze lessen om vast te stellen wat er plaatsvond in de leeromgeving.

3.3 Dataverzameling

Om de docentinstructie te kunnen analyseren verzamelden we data bestaande uit observaties en aantekeningen tijdens lessen waarin de leerlingen met elkaar samenwerkten. Tij-

dens klassikale instructie en klassikale discussies werden er video-opnamen gemaakt. Zoals eerder gesteld vonden er elke week reflectiegesprekken met de docenten plaats. Van deze bijeenkomsten werden notities gemaakt. Dit alles vormde de basis voor het beschrijven van veranderingen in het docentgedrag.

Tijdens het samenwerken aan wiskunde problemen werden er elke week minimaal gedurende één les uur van steeds dezelfde groep leerlingen video-opnamen gemaakt. Van deze opnamen zijn per hoofdstuk van de methode protocollen gemaakt; dit betekent dat er gedurende meerdere lessen aan een hoofdstuk gewerkt werd. Deze uitgetypte protocollen zijn geanalyseerd met behulp van het observatieschema. Dit werd aangevuld met veldnotities.

3.4 Analyse

De resultaten vallen uiteen in twee delen, gelijk lopend met de onderzoeksvragen. Eerst zal beschreven worden hoe het docentgedrag gedurende het schooljaar veranderde. Met behulp van de *constant comparative method*, zoals geformuleerd door Glaser en Strauss (1967), is een analyse uitgevoerd die er op gericht is te begrijpen hoe het docentgedrag gedurende het cursusjaar veranderde. Vervolgens zal worden beschreven hoe de interacties tussen leerlingen gedurende het schooljaar veranderden. De interacties zijn geanalyseerd met behulp van het analysemodel zoals eerder is beschreven.

4 Resultaten

4.1 De veranderingen in docentgedrag

Aan het begin van het cursusjaar hebben we onze ideeën met de docenten besproken. Op basis van observaties voorafgaand aan dit onderwijsexperiment uitgevoerd, was duidelijk geworden dat docenten tijdens hun instructie zich voornamelijk richtten op het geven van vakinhoudelijke feedback. Er werd afgesproken dat docenten hun gedrag zouden proberen te veranderen. In plaats van vakinhoudelijke zouden zij procesgerichte feedback gaan geven.

Als eerste stap in dit proces werd vastge-

steld hoe de docenten feedback gaven als ze de groepjes begeleiden. Hieruit bleek dat ze vaak, aan een individuele leerling, uitlegden hoe een bepaald probleem opgelost kon worden. Dit gedrag werd in de reflectiebijeenkomsten besproken. We planden samen met de docenten, dat ze tijdens groepswork zouden observeren wat er in de groepjes gebeurde en besproken werd. Vaak leidde dit tot opmerkingen van de leerlingen dat ze zich bekeken voelden en dat ze wilden dat de docent wegging of uitleg gaf. Hier speelde het impliciete *didactische contract* tussen docenten en leerlingen. De leerlingen verwachtten dat de docent hun uitleg gaf en de docent voldeed aan die verwachting, omdat hij zich verantwoordelijk voelde voor het overbrengen van wiskundige kennis en vaardigheden. Met de docenten werd intensief gesproken over hoe hiermee rekening kon worden gehouden tijdens het begeleiden van de groepjes. Er werd besloten dat de docenten zouden proberen om de vraag van een individuele leerling zo veel mogelijk terug te koppelen naar het groepje waarin de leerling werkte. Dit zou leiden tot minder herhaling en het samenwerkend leren verbeteren/bevorderen. Daarnaast geeft het de docent de ruimte om te observeren wat er in de groepjes gebeurt, hij ziet dan waar de problemen liggen, zowel vakinhoudelijk als tijdens het samenwerken. Kortom, de docent krijgt een meer begeleidende rol.

In de praktijk bleek het terugverwijzen naar het groepje bij problemen lastig te zijn voor de docenten. Het bleek dat de docenten controle probeerden te houden over de voortgang van de leerlingen. Ze reageerden op vragen van individuele leerlingen, reageerden niet of nauwelijks op suggesties van de leerlingen en verbeterden snel hun fouten. Tegelijkertijd lieten de leerlingen merken dat ze vonden dat de docent uitleg hoorde te geven. Onze interpretatie was dat deze verwachtingen van de leerlingen en 'de plicht' van de docenten verandering in hun gedrag verhinderden. Het verzoek om vragen terug te koppelen naar het groepje werkte nauwelijks. We gaven aan dat gedrag niet effectief was, omdat de docent daardoor niet in staat was om een meer begeleidende rol te krijgen. Desondanks zouden de docenten proberen om het samenwerkend leren wat meer te ob-

serveren, zonder de interacties te verstoren. Hierbij zouden ze in eerste instantie letten op fouten en misconcepties. Deze zouden vervolgens tijdens klassikale discussies worden besproken.

Besloten werd dat voor het starten van zo'n klassikale discussie aan een van de leerlingen uit een groepje zou worden gevraagd uitleg te geven hoe zij het probleem hadden opgelost en hoe ze daarbij de GRM gebruikten. Hiervoor werd een leerling-geïnitieerd model gebruikt, dat bekend staat onder de naam de *Sherpa-leerling* (zie hiervoor Guin & Trouche, 1999). In dit model legt een leerling uit hoe zijn groepje een probleem heeft opgelost. Ondertussen luisteren de andere leerlingen, zonder direct te reageren. Als de betreffende leerling zijn uitleg heeft gegeven, krijgen de andere leerlingen de gelegenheid om te reageren. Als eerste stap moeten ze in hun eigen woorden navertellen wat de eerdere spreker heeft gezegd. We introduceerden dit model, omdat we het idee hadden dat dit laat zien hoe op een effectieve manier gediscussieerd kan worden en dat het een model kan zijn voor een effectieve interactie in de groepjes.

Echter, dit leerling-geïnitieerde model bleek niet goed te werken. Uit observaties bleek dat het voor de leerlingen heel lastig was in hun eigen woorden na te vertellen wat de eerdere spreker had gezegd. Deze fase werd zeer regelmatig overgeslagen of de leerling in kwestie werd onderbroken. Als dit gebeurde brak de docent de discussie af en legde de zaak vervolgens uit. Volgens ons stond het te ver af van de normale praktijk van deze leerlingen.

Tijdens de reflectiegesprekken werd besloten de rol van Sherpa-leerling door de docenten te laten uitvoeren. Zij zouden het initiatief nemen voor een klassikale discussie, door vragen te stellen bij een oplossing van een probleem en bij de output die de grafische rekenmachine gaf. Ons idee was dat in een door een docent geïnitieerde discussie, de docent controle kan houden over de klassikale discussie en dat het daardoor een beter model is om een effectieve groepsdiscussie te verwezenlijken.

Uit observaties bleek dat de docenten hun leerlingen soms uitdaagden om verklaringen

te geven tijdens klassikale discussies. Vaak onderbraken ze deze discussies en schakelden ze over op directe instructie, waarin ze uitlegden hoe het probleem opgelost kon worden en wat de oplossing was. Dit vormde volgens ons een obstakel voor het verbeteren van het samenwerkend leren. De docenten en de leerlingen, op hun beurt, zagen dit min of meer als een verplichting (weer het impliciete contract tussen docent en hun leerlingen). Het bleek dat de docenten erop gespitst waren om de controle over de discussie te behouden en ervoor te zorgen dat ze de wiskunde kennis overbrachten, terwijl de onderzoekers dit gedrag tijdens het onderzoek niet zo goed vonden. Er bleek een spanning te bestaan tussen wat de onderzoekers goed gedrag vonden en wat de docenten en hun leerlingen wilden. De onderzoekers gaven aan dat ze dit gedrag niet handig vonden, omdat ze vonden dat dit gedrag de leerlingen niet hielp bij het reflecteren op de uitkomsten van de GRM en het exploreren van wiskundige concepten met de GRM niet ondersteunde; bovendien ondersteunde volgens hen dit gedrag het samenwerkend leren niet.

Na een aantal reflectiegesprekken werd afgesproken dat de docenten zouden proberen de klassikale discussie zodanig te sturen en te beïnvloeden dat de leerlingen in staat zouden zijn om hieruit de juiste conclusies te trekken. De onderzoekers gaven wel aan dat de docenten moesten proberen om reflectie, discussie en samenwerking te stimuleren.

Gedurende de hierop volgende lessen bleek uit de observaties dat de docenten geleidelijk aan in staat waren om klassikale discussies zodanig te sturen en te beïnvloeden dat hun leerlingen in staat waren om conclusies te trekken uit de discussies, zonder dat de docent vertelde wat er geconcludeerd zou moeten worden. Dit gebeurde voornamelijk door hun leerlingen te vragen of ze het met een bepaalde conclusie eens waren. De leerlingen begrepen dan dat er een bepaalde conclusie getrokken moest worden. Tevens waren de docenten steeds beter in staat om de leerlingen te laten reflecteren op de gevonden oplossingen en gebruikte strategieën. Dit deden ze door hun leerlingen te stimuleren om over oplossingen te discussiëren, door suggesties te doen en door het stellen van uit-

dagende vragen. Tevens onderbraken de docenten steeds minder de klassikale discussies en waren ze beter in staat om de vragen van de individuele leerlingen terug te koppelen naar de groepjes. Hieruit bleek dat de docenten in staat waren om het ‘juiste gedrag’ te vertonen voor klassikale discussies.

Tijdens het samenwerkend leren bleek dat de docenten nog steeds inhoudsgerichte feedback gaven aan individuele leerlingen (zie ook Pijls e. a., in dit nummer). Het bleek dat de docenten het moeilijk vonden om dat wat ze geleerd hadden van de klassikale discussies, toe te passen tijdens het begeleiden van samenwerkend leren. Tijdens de reflectiegesprekken werd met de docenten afgesproken dat ze zouden proberen hun begeleiding tijdens het groepswerk aan te passen. Zij zouden de individuele leerlingen geen antwoord geven op hun vragen, maar deze proberen terug te koppelen naar het groepje. We gingen er vanuit dat dit type van begeleiding reflectie, discussies en samenwerking in de groepjes stimuleert.

Uit observaties bleek dat de docenten tijdens het samenwerkend leren geleidelijk aan vragen probeerden terug te koppelen naar het groepje, als een van de leerlingen de docent een vraag stelde. Tevens probeerden ze discussies in de groepjes te stimuleren en exploratie met de GRM te bevorderen door uitdagende vragen aan de groepjes te stellen. Over een langere periode en geleidelijk aan waren de docenten in staat om hun instructiegedrag te veranderen van instructeur naar coach. Ze waren ook steeds meer in staat om ervoor te zorgen dat de GRM meer een onderdeel werd van het samenwerkend leren, door het gebruik hiervan te stimuleren, door vragen te stellen over de uitkomsten op het scherm en door groepsleden, als dat nodig was, uitleg aan elkaar te laten vragen. Ons idee was dat zowel tijdens klassikale discussies als tijdens het samenwerkend leren de docenten steeds meer als coach werkten. Gedurende de laatste twee maanden stelden de groepsleden elkaar vaker vragen en gaven ze vaker uitleg aan elkaar. Als ze uitleg gaven, gebruikten ze regelmatig de GRM, waarbij ze anderen lieten zien wat hun scherm toonde. Geleidelijk aan werd zichtbaar dat veranderingen in instructiegedrag ook veranderingen

in het samenwerkend leren te zien gaven.

Ook de meer kwantitatieve analyse die is uitgevoerd met behulp van het analyse-schema laat een verschuiving zien in de aard van de discussies, zoals die plaatsvonden tijdens het schooljaar. Deze veranderingen worden hierna besproken.

4.2 Veranderingen in interacties over het schooljaar

Voor het berekenen van de betrouwbaarheid van het observatiesysteem voor de leerlingen zijn twee willekeurig gekozen lessen geanalyseerd door twee onafhankelijk werkende codeurs. Er werd zonder overleg een overeenkomst van 84% gevonden, de Cohen's Kappa was 0,8.

Zoals eerder al is aangegeven zijn er van de video-opnamen protocollen uitgeschreven. Deze protocollen zijn geanalyseerd. De resultaten van deze analyses tonen de percentages van de *modes of talk* voor de klas van de eerste school (Tabel 2) en van de tweede school (Tabel 3). Op beide scholen werd hetzelfde lesmateriaal en werden dezelfde extra opdrachten gebruikt.

Tabel 2 laat zien dat in de eerste klas het relatieve aandeel *exploratief gesprek* in de loop van het schooljaar steeg. In het begin

Tabel 2

Percentages* van interactiepatronen voorkomend tijdens het oplossen van open taken gedurende een schooljaar voor de eerste school

Code	Eerste school			
	Hoofdstuk 1	Hoofdstuk 2	Hoofdstuk 3	Hoofdstuk 4
Parallel	1	1	5	0
Geleid	1	0	0	0
Twist	11	2	4	0
Voortbordurend	72	59	57	33
Exploratief	16	38	33	66

*De percentages zijn gebaseerd op analyse van taakgericht gedrag.

Tabel 3

Percentages* van interactiepatronen voorkomend tijdens het oplossen van open taken gedurende een schooljaar voor de klas van de tweede school

Code	Tweede school		
	Hoofdstuk 1	Hoofdstuk 3	Hoofdstuk 5
Parallel	9	0	0
Geleid	0	0	14
Twist	3	0	0
Voortbordurend	68	46	12
Exploratief	21	54	74

*De percentages zijn gebaseerd op analyse van taakgericht gedrag.

van het schooljaar was het percentage 16%; dit percentage steeg naar 66%, terwijl het percentage *voortbordurend gesprek* daalde van 72% naar 33%.

Tabel 3 laat zien dat in de tweede klas het relatieve aandeel *exploratief gesprek* in de loop van het schooljaar steeg. In het begin van het schooljaar is het percentage 21%, dit percentage steeg naar 74%, terwijl het percentage *voortbordurend gesprek* daalde van 66% naar 12%.

5 Conclusie en discussie

In dit onderzoek is geprobeerd vast te stellen en te begrijpen hoe leerlingen samenwerken in kleine groepjes waarbij ze de grafische rekenmachine gebruiken om wiskunde problemen op te lossen. Hiervoor waren de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Hoe ontwikkelde docenteninstructie zich gedurende een schooljaar?
2. Wat is de mogelijke invloed van deze ontwikkeling geweest op de interacties bij het samenwerkend leren?

Om de eerste onderzoeksvraag te beantwoorden zijn docenten gedurende het begeleiden van de leerlingen gefilmd en geobserveerd. Daarnaast zijn er met de docenten reflectiegesprekken gehouden waarvan verslagen zijn gemaakt. Uit de analyses bleek dat de docentinstructie gedurende het schooljaar verschoof van instructeur naar coach. Voor het beantwoorden van de tweede onderzoeksvraag is een analyseraamwerk gebruikt. Hieruit bleek dat er een verschuiving plaatsvond, in de *modes of talk* gedurende het schooljaar van *voortbordurend* naar *exploratief*.

Het eerste belangrijke doel van dit onderzoek was te begrijpen hoe docenten geholpen kunnen worden bij het ontwikkelen van een leeromgeving, wanneer leerlingen in groepjes samenwerkend leren waarbij ze de GRM op een exploratieve en onderzoekende manier gebruiken en waarbij de docenten een coachende rol hebben. We exploreerden hoe deze veranderingen konden worden bewerkstelligd door in reflectiegesprekken veranderingen te bespreken en te laten uitproberen door onze docenten. Tijdens deze gesprekken werden aspecten besproken van docentgedrag

die niet altijd het samenwerkend leren bevorderden. Voor de begeleiding van samenwerkend leren is ervan uitgegaan dat de docent een initiator kan zijn bij het ontwikkelen en veranderen van gedrag tijdens het samenwerkend leren of discussiëren in kleine groepjes (zie Cobb et al., 2001; Yackel & Cobb, 1996).

De cycli die in dit onderwijsexperiment zijn gebruikt, zijn in sommige opzichten overeenkomstig met de onderwijscyclus van Simon (1995), maar ze bevatten een extra dimensie, namelijk de onderzoeker die de docenten coacht. Verder start de cyclus met *observaties* uitgevoerd in de klas. Daarna volgen *interpretaties*, de onderzoeker zoekt naar *argumenten* om de docenten hun gedrag te laten veranderen. Hierna worden de komende lessen in overleg met de docenten *gepland*. Vervolgens start een nieuwe cyclus, waarbij het einde van de voorafgaande cyclus de start vormt van de volgende.

De belangrijkste uitkomst van deze studie is een aanpak die gebaseerd is op cycli en op iteratieve processen. Deze zijn op de volgende punten gebaseerd. Ten eerste, probeer een goed didactisch contract af te sluiten tussen onderzoeker (coach) en de docent(en), waarin doelen en verantwoordelijkheden gezamenlijk worden gedragen. Ten tweede, houd rekening met het feit dat je weerstand zult ondervinden, van zowel docenten als hun leerlingen, als je gedrag wilt veranderen. Men kan dat enigszins pareren door video's van gedrag te laten zien en te bespreken (zoals in dit experiment is gedaan tijdens de reflectiegesprekken). Ten derde, start veranderingen in de docentenrol door geleidelijk aan veranderingen in deze rol aan te brengen tijdens klassikale discussies en/of begeleiding tijdens het samenwerkend leren. Dit kan een voorbeeldfunctie hebben voor interacties die plaats kunnen vinden tijdens het samenwerkend leren. Ten slotte, probeer ervoor te zorgen dat docenten succes ervaren, want dit helpt bij het verder veranderen van hun gedrag.

Het tweede onderzoeksdoel was te analyseren hoe leerlingeninteracties tijdens het werken aan open taken gedurende een schooljaar veranderden. Voor de analyses is een observatiesysteem ontwikkeld, waarmee we vaststelden hoe de interacties zich ontwikkelden. In het begin van het schooljaar

hadden de leerlingen de neiging de inbreng van een ander weinig kritisch te benaderen, ze accepteerden de inbreng makkelijk. In de loop van het schooljaar ontwikkelde de interactie zich van kritiekloze acceptatie naar een kritische houding ten opzichte van elkaar. Aan het einde van het schooljaar waren ze meer bereid kritisch te zijn op de inbreng van elkaar, brachten ze nieuwe elementen in, bespreekten mogelijke oplossingen en legden ze uit. Uit de analyses bleek dat de leerlingen in de loop van het schooljaar beter met elkaar gingen samenwerken. Uit de interactiepatronen bleek ook dat de leerlingen bereid waren om gezamenlijk tot een oplossing van een probleem te komen.

In termen van Wegerif, Mercer en Dawes (1999) worden de interacties in de loop van het schooljaar productiever. Bij een productieve interactie wordt informatie gedeeld, proberen de deelnemers overeenstemming te bereiken, worden beweringen ondersteund, worden alternatieven besproken en ondersteunen deelnemers elkaar als ze iets inbrengen. Deze principes komen vaker voor aan het einde van het schooljaar dan aan het begin van het schooljaar. De interacties gaan steeds meer voldoen aan wat Berkowitz en Gibbs (1985) *transactieve dialogen* noemen. Dit houdt in dat responsen kunnen worden gecategoriseerd als het accepteren van de inbreng van elkaar, het geven van toelichtingen of uitgebreide uitleg.

Het lijkt er op dat de verandering van docentgedrag heeft bijgedragen aan veranderingen in interactiepatronen tijdens het samenwerken gedurende het schooljaar. Hier dient opgemerkt te worden dat we niet claimen dat wat wij hebben gezien en de gedragsveranderingen die hebben plaatsgevonden op precies dezelfde manier kunnen worden gerepliceerd in een andere context. Coaches die veranderingen willen bewerkstelligen zullen hun plannen moeten aanpassen op basis van wat ze zien en wat er voorvalt in de betreffende leeromgeving.

Noot

- 1 Het onderzoek is gesubsidieerd door NWO onder projectnummer 575-36-003D.

Literatuur

- Berger, M. (1998). Graphic calculators: an interpretative framework. *For the Learning of Mathematics*, 18 (2), 13-20.
- Berkowitz, M., & Gibbs, J. (1985). The process of moral conflict resolution and moral development. In M. Berkowitz (Ed.), *Peer conflict and psychological growth* (pp. 71-84). San Francisco, CA: Jossey Bass.
- Boxtel, C. van, Linden, J. van den., Roelofs, E., & Erkens, G. (2002). Collaborative concept mapping: provoking and supporting meaningful discourse. *Theory into practice*, 41, 40-46.
- Bransford, J. D., Brown, A., & Cocking, R. (1999). *How people learn: brain-mind experience and school*. Washington, DC: National Academy Press.
- Bruner, J. (1990). *Acts of meaning*. Cambridge: Harvard University Press.
- Cobb, P., Stephan, M., McClain, K., & Gravemeijer, K. (2001). Participating in classroom mathematical practice. *Journal of the Learning Sciences*, 10, 113-163.
- Cobo, P., & Fortuny, J. (2000). Social interactions and cognitive effects in contexts of area-comparison problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 42, 115-140.
- Cohen, E. G. (1994). Restructuring the classroom: conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*, 64, 1-35.
- Crook, C. (1998). Children as computer users: the case of collaborative learning. *Computers & Education*, 30, 237-247.
- Dekker, R., & Elshout-Mohr, M. (1998). A process model for interaction and mathematical level raising. *Educational Studies in Mathematics*, 36, 303-314.
- Dekker, R., Elshout-Mohr, M., & Wood, T. (2004). Working together on assignments: multiple analysis of learning events. In J. L. Van der Linden, & P. Renshaw. (Eds.), *Dialogic Learning: shifting perspectives to learning, instruction and teaching* (pp 145-170). Dordrecht: Kluwer.
- Dunham, P. H., & Dick, T. P. (1994). Research on graphing calculators. *Mathematics Teacher*, 87, 440-445.
- Freudenthal, H. (1971). Geometry between the devil and the deep sea. *Educational Studies in Mathematics*, 3, 413-435.
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an edu-*

ational task. Dordrecht: Reidel.

Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Glaser, B., & Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory. Strategies for qualitative research, qualitative research*. Chicago, CA.: Aldine.

Greeno, J. G., Collins, A., & Resnick, L. B. (1996). Cognition and learning. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 15-46). New York: Macmillan.

Guin, D., & Trouche, L. (1999). The complex process of converting tools into mathematical instruments: The case of calculator. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 3, 195-227.

Hoek, D.J., Terwel, J., & Eeden, P., van den. (1999). The effects of integrated social and cognitive strategies instruction on the mathematics achievement in secondary education. *Learning and Instruction*, 9, 427-448.

Kaartinen, S., & Kumpulainen, K. (2002). Collaborative inquiry and the construction of explanations in the learning of science. *Learning and Instruction*, 12, 189-212.

Lemke, J. L. (1997). Cognition, context, and learning: a social semiotic perspective. In D. Kirshner & J. A. Whitson (Eds.), *Situated Cognition: Social, Semiotic and Psychological Perspectives* (pp. 37-55). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Mercer, N. (1996). The quality of talk in children's collaborative activity in the classroom. *Learning and Instruction*, 6, 359-377.

Penglase, M., & Arnold, S. (1996). The graphics calculator in mathematics education: a critical review of recent research. *Mathematics Education Research Journal*, 8, 58-90.

Rogoff, B., & Toma, C. (1997). Shared thinking: community and institutional variations. *Discourse processes*, 23, 471-497.

Ruthven, K. (1992). Personal technology and classroom change: A British perspective. In J. T. Fey & C. R. Hirsch (Eds.), *Calculators in Mathematics Education: 1992 yearbook* (pp. 91-100). Reston, VA: NCTM.

Shachar, H., & Sharan, S. (1994). Talking, relating, and achieving effects of cooperative learning and whole-class instruction. *Cognition and Instruction*, 12, 313-353.

Simon, M. A. (1995). Reconstructing mathemat-

ics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26, 114-45.

Wegerif, R., Mercer, N., & Dawes, N. (1999). From social interaction to individual reasoning: an empirical investigation of a possible socio-cultural model of cognitive development. *Learning and Instruction*, 9, 493-516.

Wertsch, J. V., Hagström, F., & Kikas, E. (1995). Voices of thinking and speaking. In L. M. W. Martin Nelson., & E. Tobach (Eds.), *Sociocultural Psychology* (pp. 276-290). Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Yackel, E., & Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27, 458-477.

Auteur

Dirk Hoek is universitair docent methoden en technieken en onderzoeker bij de faculteit Psychologie van de Open Universiteit Nederland.

Correspondentieadres: D. Hoek, Open Universiteit Nederland, Studiecentrum Utrecht, Vondellaan 202, 3521 GZ Utrecht. E-mail: dirk.hoek@ou.nl.

Abstract

Development of a learning environment for co-operative learning

In a teaching experiment, the researcher worked together with two teachers. His main task was to coach these teachers, while their students used a graphic calculator as a learning and problem-solving tool during whole class discussions and small group work. In this paper two research questions are answered: how did teacher instruction develop during a school year? What might have been the influence of this development on the interactions during the school year while students learned co-operatively? From a retrospective analysis it seemed that the teachers developed a more process and group-oriented coaching style and students started to work collaboratively, using the graphic calculator in an exploratory and investigative manner. This might have supported

the change in the interactions during this school year. The analysis showed that students gradually developed a more exploratory way of collaboration, confirming improved collaborative learning. At the beginning of the school year students were focused on each other. They mainly agreed with each other. During the school year they critiqued each other. The interaction pattern changed from disputational talk to exploratory talk.