

# **Kunnen externe representaties het probleem oplossen ondersteunen door het ontlocken van deeltaakspecifieke interactie?**

## **Masterthesis**

Master Onderwijskundig Ontwerp en Advisering

Faculteit Sociale Wetenschappen

Universiteit Utrecht

Eerste beoordelaar: Drs. B. Slof

Tweede beoordelaar: Dr. G. Erkens

## **Annick Peskens**

3103641

Juni 2010



**Universiteit Utrecht**

Kunnen externe representaties het probleem  
oplossen ondersteunen door het ontlocken van  
deeltaakspecifieke interactie?

**Annick Peskens**

Master Onderwijskundig Ontwerp en Advisering

Universiteit Utrecht

Juli 2010

## Woord vooraf

Eindelijk is hij er dan... mijn thesis. Dit onderzoek heeft plaats gevonden binnen een groter onderzoeksproject, het promotieonderzoek naar het inbouwen van externe representaties in ontwerpgericht onderwijs van Bert Slof. Binnen dit onderzoek heb ik secundaire analyses uitgevoerd op de data om meer inzicht te krijgen op de deeltaakspecifieke interactie en de uitvoering van de verschillende deeltaken.

Ik had het einde van de masterthesis nooit bereikt zonder de goede begeleiding van mijn begeleider en eerste beoordelaar Bert Slof. Bedankt voor al je geduld! Daarnaast wil ik Sophie Wils bedanken voor de steun tijdens het begin van de thesis. Je hebt me echt op weg geholpen, ik zal de poppetjes nooit vergeten. Ook wil ik mijn studiegenootjes, Rineke en Evelien, bedanken voor alle hulp, steun en gezelligheid. Als laatste wil ik mijn familie en vrienden bedanken. Jullie zijn er altijd voor mij geweest, hoe ver weg sommigen ook zaten. Bedankt voor alle steun, nodige afleiding en geduld. Graag wil ik afsluiten met een *Loesje; Neem je niks voor en doe van alles*. Dat is wat ik nu ga doen!

Annick Peskens

## **Inhoudsopgave**

Samenvatting	5
<b>1. Inleiding</b>	<b>6</b>
<b>2. Samen problemen oplossen</b>	<b>7</b>
2.1 Fases en deeltaken	7
2.2 Interactie	8
2.3 Externe representaties	9
<b>3. Dit onderzoek</b>	<b>11</b>
<b>4. Methode</b>	<b>11</b>
5.1. Design	11
5.2 Respondenten	12
5.3 Materiaal	12
5.3.1 CSCL omgeving	12
5.3.2 Economische taak en externe representaties	12
5.4 Procedure	15
5.5 Variabelen	16
5.5.1 Chatgegevens	16
5.5.2 Kwaliteit van de oplossing	16
5.5.3 Data analyse	17
<b>6. Resultaten</b>	<b>18</b>
6.1 Alle deeltaken	18
6.2 Deeltaak 1	19
6.3 Deeltaak 2	20
6.4 Deeltaak 3	21
6.5 Kwaliteit van de oplossing	22
<b>7. Conclusie en discussie</b>	<b>23</b>
7.1 Taakinhoudelijke interactie	23
7.2 Kwaliteit van de oplossing	24
7.3 Discussie	25
7.4 Vervolgonderzoek	27
<b>8. Literatuur</b>	<b>28</b>

## **Samenvatting**

Dit onderzoek richt zich op de invloed van externe representaties op de deeltaakspecifieke interactie bij het ondersteunen van het probleem oplossen in een computer supported collaborative learning (CSCL) omgeving. De leerlingen doorlopen drie deeltaken, die aansluiten bij de fasen van het probleem oplossen. In de eerste deeltaak onderzoeken de leerlingen de aard van het probleem, de tweede deeltaak is gericht op het zoeken van oplossingen en in de derde deeltaak komen de leerlingen tot een eindoplossing voor het gestelde probleem. Om elke deeltaak te ondersteunen zijn drie externe representaties ontworpen. De invloed van deze externe representaties is onderzocht door te kijken naar de deeltaakspecifieke interactie van leerlingen tijdens het werken aan de deeltaken. De hypothese is dat het aanbieden van een externe representatie die is ontworpen voor een bepaalde deeltaak meer deeltaakspecifieke interactie ontlokt dan wanneer dit niet het geval is. Daarnaast wordt gesteld dat de groepen die de externe representaties gefaseerd aangeboden krijgen een betere oplossing voor het gegeven probleem hebben.

Om dit te kunnen onderzoeken zijn vier experimentele condities opgesteld. De eerste conditie kreeg de (conceptuele) externe representatie die aansloot bij de eerste deeltaak gedurende de hele leertaak. De tweede conditie kreeg de (causale) externe representatie, ontworpen voor de tweede deeltaak en de derde conditie kreeg de (mathematische) externe representatie, ontworpen voor de derde deeltaak. De vierde conditie kreeg gedurende de eerste deeltaak de conceptuele representatie, gedurende de tweede deeltaak de causale representatie en gedurende de derde deeltaak de mathematische representatie.

Uit de resultaten blijkt dat de leerlingen uit de gefaseerde conditie over het algemeen beter presteerden en meer taakinhoudelijke interactie, zowel concepten, oplossingen als relaties, lieten zien. Deze bevindingen komen overeen met de theorie dat de objecten en relaties in een representatie goed moeten aansluiten bij de leervragen. Het is opvallend dat de leerlingen in de gefaseerde conditie met name beter scoorden en meer taakinhoudelijke interactie lieten zien, dan leerlingen uit de conceptuele en simulatie conditie.

## 1. Inleiding

Samenwerkend leren wordt al lange tijd ingezet in het onderwijs en kan positieve effecten hebben op het leren (Verloop & Lowyck, 2003). Door leerlingen te laten samenwerken wordt verwacht dat, door het ontstaan van een dynamisch interactieproces zoals het expliciteren van de eigen gedachten en het discussiëren hierover met groepsgenoten, meer leeropbrengsten tot stand komen. Tijdens onderlinge discussies kunnen leerlingen van elkaar leren doordat er cognitieve conflicten kunnen ontstaan, inadequate redeneringen kunnen worden blootgesteld en een beter begrip kan worden bereikt (Slavin, 1995). Verschillende onderzoeken vinden hier cognitieve leeropbrengsten zoals een betere begripsvorming van het kennisdomein en het ontstaan van nieuwe inzichten en oplossingen die zonder samenwerking niet zouden zijn ontstaan (Driscoll, 2005; Komis, Avouris & Fidas, 2002; Lockhorst, 2004). Daarnaast kunnen ook de affectieve leeropbrengsten zoals een verhoogde motivatie toenemen door de aanmoediging, ondersteuning en goedkeuring van groepsgenoten die leerlingen ontvangen tijdens het samenwerkend leren (Rysavy & Sales, 1991). Samenwerken is echter meer dan het bij elkaar in een groepje zetten van leerlingen, de interactie ontstaat vaak niet automatisch en dient dus gestimuleerd te worden (Kanselaar & Andriessen, 2000). Volgens Slavin hangt het succes van de samenwerking af van de nauwgezetheid waarmee leerlingen elkaar uitleg geven van belangrijke concepten. Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) kan *tools* bevatten die het interactieproces van leerlingen ondersteunen en begeleiden om het effectiever en efficiënter te laten verlopen (Admiraal, de Graaff & Rubens, 2004; Van Amelsvoort & Andriessen, 2004; Lou, Abrami, d'Apollonio, 2001, zoals geciteerd in Verloop & Lowyck). Het samenwerkend leren binnen CSCL vindt plaats in een computergestuurde omgeving. Leerlingen kunnen samen aan een opdracht werken maar hoeven niet meer naast elkaar te zitten. Er zijn verschillende CSCL omgevingen of programma's ontworpen. Een CSCL omgeving bevat verschillende onderdelen zoals communicatiemiddelen (chatten of een forum), de opdrachten of problemen waar de leerlingen aan moeten werken, eventuele achtergrondinformatie en verschillende hulpmiddelen (bijvoorbeeld; rekenmachine, voorbeelden van situaties en externe representaties). Dit onderzoek richt zich op het ondersteunen van het samen problemen oplossen in een CSCL omgeving door te kijken naar de (toename of afname van de) taakgerichte interactie van de leerlingen bij het inzetten van de verschillende externe representaties.

## 2. Samen problemen oplossen

Samen problemen oplossen wordt ingezet om leerlingen te leren hoe ze hun kennis kunnen gebruiken in een bepaalde context, waarbij de kennis op een impliciete manier wordt opgedaan (Ryan, Jackman, Kumsaikaew, Dark & Olafsson, 2007; Zumbach, Hillers & Reimann, 2004). Het legt daarbij de nadruk op het in groepsverband ontwikkelen van een zorgvuldig gestructureerd probleemsценario met de ondersteuning van begeleiders of een digitale leeromgeving (Zumbach et al., 2004; Driscoll, 2005). Samen problemen oplossen is een van de meest algemene en natuurlijke situaties om te werken in onze maatschappij (Nelson, 1999).

Volgens Van Bruggen, Boshuizen & Kirschner (2003) zijn er een aantal basisvoorwaarden voor het samen problemen oplossen. Er is een minimaal niveau aan gezamenlijk begrip (dezelfde verwachting in een bepaalde situatie), verantwoordelijkheid (dat er geen plagiaat wordt gepleegd) en vertrouwen (vertrouwen op de kennis en kunde van iemand) nodig voordat gezamenlijk problemen oplossen zich kan voordoen. Daarnaast is het belangrijk dat de samenwerking tussen leerlingen wordt bevorderd en ondersteund. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om het stimuleren van het gezamenlijk tot een besluit komen, het geven van alternatieve interpretaties van onderwerpen en problemen, het verduidelijken van eigen ideeën en de reflectie op de processen die worden gebruikt (Jonassen, 1999). Het samenwerken aan een probleem vereist het nemen van gezamenlijke besluiten en de benodigde activiteiten om tot een gezamenlijk besluit te komen, zoals het delen van kennis en begrip over het probleem (Jonassen).

### 2.1 Fases en deeltaken

Om problemen op te kunnen lossen moeten leerlingen zowel declaratieve als procedurele kennis verwerven en toepassen. Declaratieve kennis is de kennis over begrippen en definities. Procedurele kennis gaat over het proces, het bevat de kennis over hoe een probleem systematisch aangepakt kan worden en hoe deze aanpak gereguleerd kan worden (KU Leuven, 2002). Deze kennis kunnen de leerlingen verwerven door een bepaald proces te doorlopen om tot de oplossing te komen voor het probleem. In de literatuur worden verschillende fasen onderscheiden die leerlingen hierbij doorlopen (Van Gog, 2006; Van Bruggen et al., 2003; Driscoll, 2005; Zumbach et al., 2004; Nelson, 1999).

De eerste fase is de fase van probleemoriëntatie/ probleemconstructie (Van Gog, 2006; Van Bruggen et al., 2003). De leerlingen onderzoeken de aard van het probleem, waarbij ze discussiëren over het probleem en daarbij bekijken hoeveel ze weten en wat ze moeten weten om het probleem op te kunnen lossen (Driscoll, 2005; Zumbach et al., 2004; Nelson, 1999; Ryan et al., 2007). In deze fase verduidelijken de leerlingen ook de probleemomschrijving, beperkingen en criteria die nodig zijn om tot een oplossing te komen (Van Bruggen et al., 2003). De focus ligt vooral op de begripsvorming.

In de tweede fase, de oplossingsfase, verzamelen en bestuderen leerlingen probleemgerelateerde informatie uit literatuur, databases en experts om zodoende de gestelde doelen te bereiken en een oplossing voor het probleem te kunnen bedenken (Driscoll, 2005; Zumbach et al., 2004; Nelson, 1999). Daarna plannen de leerlingen hoe ze het probleem kunnen oplossen en proberen de oplossing te vinden op een, meestal, systematische wijze. Hierbij wordt zowel declaratieve als procedurele kennis gebruikt (Ryan et al., 2007). De genomen acties moeten worden verantwoord en geëvalueerd waarna de leerlingen beslissen wat de volgende acties kunnen zijn (Ryan; Van Gog, 2006;). In deze fase wordt een causale analyse van het probleem gemaakt (O'Malley & Scanlon, 1990).

In de laatste fase, de evaluatiefase, reflecteren de leerlingen onder andere op hun redeneringen, hun strategieën voor het verzamelen van bronnen, de oplossing van het probleem en hun groepsvaardigheden (Driscoll, 2005). De resultaten worden verzameld en bediscussieerd waarbij de leerlingen tot een definitieve oplossing komen en daarna evalueren of de oplossing adequaat is (Driscoll; Nelson, 1999; Zumbach et al., 2004). In deze fase wordt zowel het proces als de uitkomst gecontroleerd en geëvalueerd.

## 2.2 Interactie

Bij het doorlopen van het probleemoplossingmodel kan er interactie plaats vinden tussen de leerlingen, welke het probleem oplossen kan ondersteunen en kan bijdragen aan het leerproces van leerlingen (Driscoll, 2005; Lockhorst, 2004; Moust, Bouhuijs & Schmidt, 2009). Door begrippen aan elkaar uit te leggen, vragen te stellen, voorbeelden te geven, kritische tegenwerpingen te maken doorlopen de leerlingen een proces dat van belang kan zijn om het probleem, en de daarbij behorende vakdomeinen, te begrijpen (Moust et al., 2009). Daarnaast leren leerlingen van elkaar door het argumenteren, het uitwisselen van ideeën, elkaar uitleg geven, het bereiken van consensus en het sluiten van compromissen (Erkens, 1997). Effectieve taakgerichte interacties ontlokken complexe cognitieve processen zoals; analytisch denken en het integreren van ideeën en redeneringen (King, 2007). Taakgerichte interactie omvat de wisselwerking tussen leerlingen die betrekking heeft op de inhoud van de taak. Het bevat in dit onderzoek de uitspraken over het probleem zoals het gebruik van economische termen en concepten, die ondermeer voorkomen in de externe representaties. Ook de oplossingen die worden besproken zijn een vorm van taakgerichte interactie. Daarnaast bevat taakgerichte interactie de relaties die leerlingen leggen tussen de begrippen. Dit gaat verder dan het bespreken van de begrippen, leerlingen gaan dan ook verbanden tussen de verschillende begrippen zien. Deze relaties kunnen conceptueel, causaal of mathematisch zijn.

De taakgerichte bijdragen bevorderen of belemmeren een adequate analyse van het voorgelegde probleem. Het is gebleken dat deze vorm van interactie effectief kan zijn in het samenwerkend leren maar het blijkt ook dat het zeldzaam is dat samenwerkende lerenden spontaan gebruik maken van deze effectieve interactie zonder hulp (Bell, 2004; King, 1994).



Er kunnen verschillende redenen zijn waarom de interactie tussen leerlingen niet op een effectieve wijze verloopt. King (2007) benoemt hiervoor redenen zoals; leerlingen hebben er de vaardigheden niet voor om iets uit te leggen, te beargumenteren of te analyseren, ze weten niet dat het moet of hebben er geen ervaring mee. Het aanleren van externe representaties kan bijdragen aan het structureren en ontlocken van bepaalde interactie die effectief kan zijn voor het leren (King, 2007). Doordat er in de taakgerichte externe representaties zowel abstracte concepten als relaties naar voren komen, kunnen de gesprekken van de leerlingen zich hier meer op richten. Volgens King kunnen externe representaties het stellen van vragen, het uitleggen en de actieve verwerking van kennis bevorderen. Die vervolgens cognitieve (het aanpassen van eigen denken en construeren van eigen kennis) en socio-cognitieve processen (door samenwerking kennis opbouwen) kunnen ontlocken die bevorderlijk zijn voor het probleemoplossingproces.

### 2.3 Externe representaties

Een taakgerichte representatie is een visuele weergave van informatie uit een taak of een onderdeel van de taak dat zich richt op domeinspecifieke kennis met als doel het uitvoeren van een taak te ondersteunen. Een representatie kan bijvoorbeeld sturen welke kennis wordt gebruikt in de gezamenlijke context en welke van deze kennis meer opvalt waardoor het onderwerp van de discussie wordt (Suthers, Hundhausen & Girardeau, 2003). Daarnaast kunnen ze helpen om gedachten expliciet te maken, patronen te zien, abstracties uit te drukken in concrete vorm en nieuwe relaties te ontdekken (Cox, 1999; Suthers 1998).

Uit verschillende onderzoeken blijkt dat externe representaties het probleemoplossingproces kunnen ondersteunen (Cheng, 2002; Cheng & Barone, 2007; Zhang, 1997; King, 2007). Zo blijkt uit onderzoek van Cheng (2002) naar het gebruik van standaard mathematische representaties en het gebruik van een diagram, dat de participanten die een diagram gebruikten beter in staat waren complexe problemen op te lossen en vragen te beantwoorden waar meerdere beperkingen in zaten. Cheng suggereert dat bij het gebruik van de juiste diagramrepresentatie het probleemgebied kan worden verkleind en dat het oplossen van problemen makkelijker wordt gemaakt. Ook uit het onderzoek van Cheng en Barone (2007) blijkt dat een diagramrepresentatie een effectieve ondersteuning is van het oplossen van complexe problemen. Uit onderzoek van Fisher, Bruhn, Grasel en Mandl (2002) blijkt dat studenten die een taakgerichte externe representatie kregen tijdens het probleem oplossen beter samenwerkten. Deze leerlingen haalden meer adequate concepten aan, riskeerden meer conflicten tijdens discussies en ze waren meer succesvol in het integreren van voorkennis in de gezamenlijke oplossing.

Daarnaast blijkt dat externe representaties invloed kunnen hebben op het leren. Zo blijkt uit onderzoek van Cheng (2002) dat de participanten die een diagram gebruikten meer leerden. Ook uit het onderzoek van Cheng en Barone (2007) blijkt dat het leren effectief kon worden ondersteunt door de ondersteuning van de kennisontwikkeling. Deze ondersteuning kan ontstaan doordat domeinkennis van verschillende niveau's bijeen wordt gebracht in de externe representatie. Zhang (1997) suggereert dat de externe representaties een groot effect hebben op cognitieve taken en daarnaast geheugensteuntjes en begeleiding geven bij het problemen oplossen. Ook kan een externe representatie de *cognitive load* verminderen. Leerlingen hoeven dan minder te onthouden waardoor ze zich beter op het probleemoplossingproces kunnen richten (King, 2007). Volgens Zhang kunnen externe representaties bepalen hoe leerlingen over een domein denken en heeft het ook invloed op de manier waarop problemen worden opgelost. Verschillende representaties kunnen een verschillend effect hebben op het cognitieve gedrag. Hoe een representatie er uit ziet kan bepalen welke informatie kan worden verkregen, welke processen worden geactiveerd en welke structuren worden ontdekt. Uit verschillende onderzoeken blijkt echter ook dat een taakgerichte externe representatie niet gegarandeerd succes heeft. Om de effectiviteit van de taakgerichte externe representatie te vergroten moet goed worden nagedacht over de informatie die wordt weergegeven en de manier waarop deze wordt weergegeven (Ainsworth, 2006; Cox, 1999).

Objecten en relaties in een representatie moeten goed gekoppeld zijn aan de leerdoelen en de kennis van de lerende (Kirschner, van Bruggen & Duffy, 2003). Als de soort representatie past bij de leervragen binnen een situatie kan het begrip en de prestatie worden verbeterd. Zo zouden probleemrepresentaties ook verschillende fasen van het probleemoplossingproces kunnen weergeven (Ryan et al., 2007). Zoals al eerder genoemd bestaat het oplossen van problemen uit drie fasen; de oriëntatie fase, de oplossingsfase en de evaluatiefase (Van Bruggen et al., 2003). Deze fasen kunnen ieder afzonderlijk ondersteund worden door een externe representatie. Ten eerste wordt de conceptuele representatie aangeboden, dit is een visualisatie van concepten en begrippen en hun onderlinge relaties waarbij de focus ligt op begripsvorming. Door deze representatie kunnen leerlingen de aard van het probleem en de beperkingen en criteria onderzoeken die nodig zijn om tot een oplossing te komen (Van Bruggen et al., 2003). Als tweede wordt de causale representatie aangeboden, dit is een visualisatie van de causale verbanden. Cheng en Barone (2007) noemen in hun artikel dat een representatie inzicht zou moeten geven in de relaties tussen concepten, om de gegeven informatie te interpreteren, contextualiseren en relaties te leggen tussen concepten. De causale representatie ondersteunt het maken van een causale analyse van het probleem tijdens het zoeken naar de oplossing (O'Malley & Scanlon, 1990). Er wordt gekeken naar de als-dan zinnen bijvoorbeeld; 'als het probleem dit weergeeft, dan betekent dit het volgende..'.  
'

Als laatste wordt de evaluatieve representatie aangeboden. Deze representatie helpt leerlingen te reflecteren op hun redeneringen, strategieën en de oplossing van het probleem (Driscoll, 2005). De representatie helpt leerlingen bij het komen tot een adequate oplossing van het gegeven probleem. Het kan verschillende manieren bieden om tot de oplossing komen of handvaten geven om naar oplossingen te kijken.

### 3. Dit onderzoek

Taakgerichte interactie kan effectief zijn bij samenwerkend leren maar ontstaat meestal niet spontaan, een externe representatie kan hier een positieve bijdrage aan leveren. In dit onderzoek wordt er gekeken naar het effect van drie verschillende taakgerichte externe representaties op de taakgerichte interactie van leerlingen in een CSCL omgeving. De hoofdvraag van dit onderzoek is dan ook: *Kunnen externe representaties het probleem oplossen ondersteunen door het ontlocken van deeltaakspecifieke interactie?*

De CSCL omgeving bevat een economische opdracht met drie deeltaken die de leerlingen achtereenvolgens moeten maken. Deze drie opdrachten en drie externe representaties passen in het eerdergenoemde fasenmodel van het probleem oplossen. De hypothesen die in dit onderzoek worden getoetst zijn:

- het aanbieden van een externe representatie die is ontworpen voor een bepaalde deeltaak ontlockt meer deeltaakspecifieke interactie dan wanneer dit niet het geval is
- de groepen die de gefaseerde externe representaties kregen aangeboden bereikten een betere oplossing van het gestelde probleem.

### 4. Methode

#### 5.1. Design

Om te onderzoeken of de externe representaties invloed hadden op de interactie was een experiment opgezet. De respondenten werden verdeeld over vier experimentele conditie. Alle experimentele condities kregen dezelfde taak in dezelfde volgorde alleen de gegeven externe representatie verschilde. De eerste conditie, de *conceptuele conditie*, moest alle deeltaken maken en kreeg hierbij alleen de 'conceptuele externe representatie' te zien als ondersteuning. De tweede conditie, de *causale conditie*, kreeg gedurende de hele leertaak alleen de 'causale externe representatie' te zien. De derde conditie, de *mathematische conditie*, kreeg gedurende de hele leertaak alleen de 'mathematische externe representatie' te zien. De laatste conditie, de *gefaseerde conditie*, kreeg gedurende de eerste deeltaak de 'conceptuele representatie', gedurende de tweede deeltaak de 'causale representatie' en gedurende de laatste deeltaak de 'mathematische representatie' als ondersteuning. Deze representaties waren alleen gedurende de deeltaak zichtbaar. Zodra de leerlingen naar de volgende deeltaak gingen ontvingen ze de nieuwe representatie en was de andere niet meer zichtbaar.

## 5.2 Respondenten

Aan dit onderzoek deden 96 leerlingen mee, hiervan waren 67 man en 29 vrouw. De gemiddelde leeftijd was 16,35 jaar oud (sd = 0,77, Min = 15, Max = 18). De leerlingen waren afkomstig uit 3 economie klassen van drie scholen in het voortgezet onderwijs in Nederland. De leerlingen waren, binnen de economieklas, random verdeeld over een totaal van 32 groepen van twee of drie leerlingen. Deze groepen waren gelijkmatig verdeeld over de vier experimentele condities.

## 5.3 Materiaal

### 5.3.1 CSCL omgeving

Dit onderzoek vond plaats in een Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) omgeving ontworpen door de Universiteit van Utrecht, genaamd Virtual Collaborative Research Institute (VCRI). In dit programma kan gezamenlijk aan opdrachten worden gewerkt en informatie worden gedeeld (Erkens, Jaspers, Prangma & Kanselaar, 2005). Het VCRI bevat een aantal onderdelen welke gebruikt kunnen worden bij de samenwerking. In het opdrachtenmenu konden leerlingen de opdracht met de drie deeltaken vinden. Daar waren ook andere informatiebronnen te vinden die leerlingen konden helpen bij het maken van de opdracht, zoals een lijst met definities, een lijst met formules en aanwijzingen bij het oplossen van het probleem. De *Co-Writer* was een onderdeel die het mogelijk maakte om samen aan een tekst te schrijven en deze ook te reviseren. Het was daarbij mogelijk om *online* te zien wat de groepsgenoten hadden geschreven. Het notitiegedeelte was een onderdeel dat leerlingen konden gebruiken om hun gedachten op te schrijven, dit onderdeel werd niet gedeeld met andere leerlingen. In de *Statusbar* was te zien wie er online was en welk onderdeel een groepslid gebruikte. Als laatste was er de *Chat-tool* die het mogelijk maakte om met elkaar te praten en te discussiëren. De gegevens van deze *Chat-tool* werden automatisch opgeslagen en konden herlezen worden door de leerlingen.

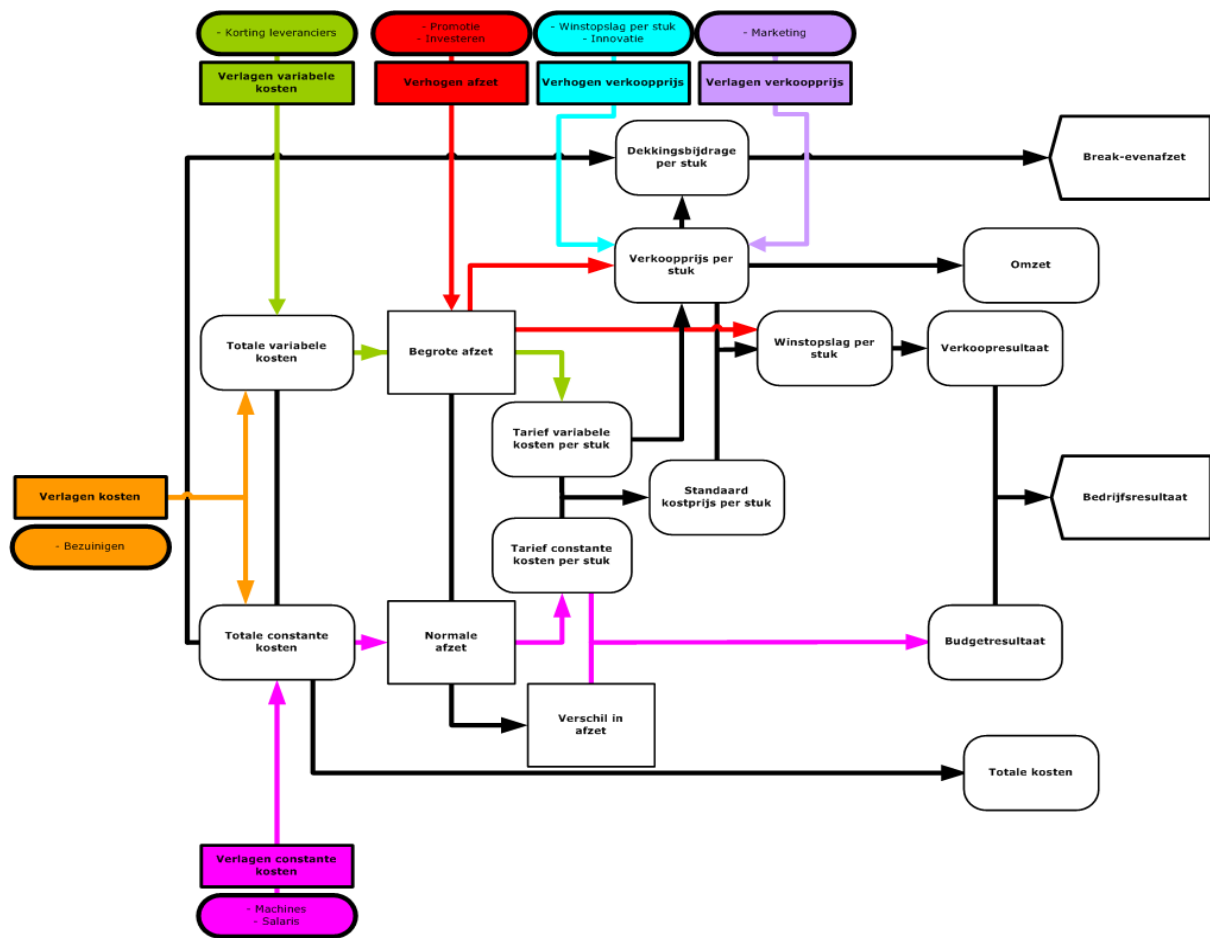
In dit onderzoek konden de leerlingen de deeltaken alleen op de vooraf bepaalde volgorde maken. Daarnaast kon pas gestart worden met de tweede deeltaak als de eerste opdracht was afgerond. Na het afsluiten van de ene deeltaak werd automatisch de nieuwe deeltaak geopend. Het was voor de leerlingen wel mogelijk om de antwoorden van de vorige opdracht te zien maar de leerlingen konden er niets meer aan veranderen. De antwoorden van de vervolgtak moesten worden gegeven in een ander veld van de *Co-writer*.

### 5.3.2 Economische taak en externe representaties

De taak waar de groepjes leerlingen in de VCRI aan werkten bestond uit een economisch probleem, de leerlingen moesten daarvoor een advies uitbrengen over het veranderen van de bedrijfsstrategie zodat er meer winst wordt gemaakt. Deze taak was opgedeeld in drie subtaken, ontworpen aan de hand van het probleemfasenmodel.



In deze representatie konden leerlingen bijvoorbeeld zien dat marketing van invloed is op de verkoopprijs en dat deze weer invloed heeft op de totale opbrengst. Door deze representatie zou het effectief onderzoeken van oplossingen eenvoudiger moeten worden en zou het leerlingen kunnen ondersteunen in het vinden van meerdere oplossingen voor het probleem. De relaties in de causale representatie zijn specifiekere dan de relaties weergegeven in de conceptuele representatie. Daarnaast geeft de causale representatie meer informatie over mogelijke interventies.



Figuur 2. Causale externe representatie

De derde deeltaak was ontworpen voor de laatste probleefase, de evaluatiefase, de fase waarin wordt gereflecteerd op de gevonden oplossing. In deze deeltaak werd de leerlingen gevraagd om de financiële gevolgen te bepalen van de door hun voorgestelde oplossingen, de effecten van de interventies te vergelijken en hierop gebaseerd een eindadvies te formuleren voor het bedrijf. De 'mathematische externe representatie' was ontworpen voor deze deeltaak, zie figuur 3. Deze representatie voerde berekeningen uit bij de door de leerlingen gekozen oplossingen. In de representatie konden leerlingen een bedrag verhogen of verlagen waarna de representatie automatisch het effect berekende van deze aanpassing op de andere concepten.



## 5.5 Variabelen

### 5.5.1 Chatgegevens

Alle acties, zoals veranderingen aan de omgeving, gesprekken en antwoorden op de opdrachten, van de leerlingen in de virtuele leeromgeving werden automatisch bijgehouden. Hierdoor is er een volledig overzicht van alle interactie tussen de leerlingen. In dit onderzoek is de interactie nader onderzocht door chatgegevens te bekijken. De chatgegevens kunnen de kennis van de lerende en de verwerving van deze kennis vast te leggen (Chi, 1997). Hiervoor werden alle *chatlogs* van de leerlingen verzameld. Deze *chatlogs* bestonden uit de gesprekken die plaats hebben gevonden tijdens het maken van de verschillende opdrachten. Door te kijken naar de interactie zouden onder andere de cognitieve voordelen van externe representaties in een CSCL omgeving kunnen worden aangetoond (Suthers, Hundhausen & Girardeau, 2003).

Voor het coderen van de chatgegevens werd gebruik gemaakt van het computer programma *Multiple Episode Protocol Analysis* (MEPA). MEPA is een programma waarmee chatgegevens kunnen worden gecodeerd waarbij inzicht gekregen kan worden in de taakinhoudelijke discussie (Erkens, Jaspers, Gisbergen, Phielix & Kanselaar, 2003). De chatgegevens werden geselecteerd en overgezet vanuit de VCRI naar MEPA. Hierna konden de chatgegevens worden doorzocht op belangrijke woorden of zinnen in de context waar ze in voor kwamen, waarmee de functie van het woord of de zin werd duidelijk gemaakt.

Vervolgens is er een filter ontwikkeld om te zoeken op bepaalde woorden die aangemerkt werden als horende bij concepten, oplossingen of relaties. Er konden meerdere van deze woorden voorkomen in een enkele zin waardoor het proces van coderen werd bemoeilijkt. Het filter bevatte 900 als-dan redeneringen waardoor de uitspraken van de leerlingen konden worden gecodeerd en opgedeeld. Het filter selecteerde alle woorden en codeerde ze als concept, oplossing of relatie. Daarbinnen was voor het onderdeel relatie weer een verdeling gemaakt in conceptueel, causaal en mathematisch. Het filter is getest en aangepast en er werd een Cohen's Kappa bereikt voor concepten, oplossingen en relaties dat uiteen liep van .70 tot .86 in vergelijking tot het met de hand coderen van de chatgegevens (totaal 4198 zinnen). Hieruit kan worden opgemaakt dat de automatische codering door het gebruik van MEPA betrouwbaar is.

### 5.5.2 Kwaliteit van de oplossing

Om de kwaliteit van de oplossing te bepalen wordt deze op een aantal punten beoordeeld. Deze beoordeling bevatte de volgende aspecten: geschiktheid, nauwgezetheid, verantwoording, correctheid, continuïteit, kwaliteit van het advies en totaal score. De interne consistentie van elk van deze aspecten is berekend met de Cronbach's Alpha.



De leertaak bestond uit drie deeltaken met ieder drie vragen. Deze negen antwoorden zijn beoordeeld op de volgende onderdelen; of het antwoord paste bij de deeltaak (geschiktheid), hoeveel verschillende concepten of financiële gevolgen in het antwoord voor kwamen (nauwgezetheid), of de groepen hun antwoorden verantwoordden (verantwoording) en of de concepten op de juiste manier werden gebruikt in het antwoord (correctheid). Dit resulteerde in 36 items (9 antwoorden maal 4 beoordelingscriteria). In de toets werd ook meegenomen of groepen de antwoorden van de vorige vragen gebruikten en of hun manier van redeneren aangepast werd aan de vorige vragen (continuïteit). Dit werd op twee momenten gemeten, namelijk; de verandering van probleemoriëntatie naar probleemoplossing en de verandering van probleemoplossing naar probleemevaluatie. Dit zijn twee items die meetelden in de toets. Voor het beoordelen van de kwaliteit van het eindadvies is gekeken naar drie items; het aantal concepten die werden genoemd in het advies, de financiële consequentie van het advies en of het advies overeenkwam met de taakomschrijving. In totaal is de leertaak beoordeeld op 41 items die allemaal gecodeerd konden met '0' (fout), '1' (voldoende), '2' (goed). Hoe hoger de code hoe beter de oplossing van de leerlingen. De groepen leerlingen konden in totaal 82 punten krijgen (41 items maal 2) met een minimum van 0 punten. De interne consistentie van de hele leertaak was .89 en voor de onderdelen was het .53 of hoger.

### 5.5.3 Data analyse

Bij CSCL onderzoeken kunnen groepsleden elkaar onderling beïnvloeden in de antwoorden of discussiebijdragen die ze geven, hierdoor zijn de variabelen niet onafhankelijk en is de betrouwbaarheid van toetsen zoals een ANOVA of t-toets minder (De Wever, Van Keer, Schellens & Valcke, 2007; Snijders & Bosker, 1999). Een multilevel analyse is een manier om data van verschillende niveau's (klasniveau, groepsniveau, individueel niveau) te analyseren (De Wever et al.; Snijders & Bosker). De mate van gelijkenis tussen de leerlingen in een groep kunnen worden bepaald door de *intraclass correlation coëfficiënt* (Snijders & Bosker). Deze intraclass correlation coëfficiënt is berekend voor alle afhankelijke variabelen die te maken hadden met de interactie. Deze coëfficiënt laat zien dat alle testen een onafhankelijkheid ( $\alpha < .05$ ) hadden, hierdoor was het wenselijk om de multilevel analyse in te zetten voor dit onderzoek. Bij het uitvoeren van de multilevel analyses wordt begonnen met een nulmodel zonder onafhankelijke variabelen. De afwijking van het lege model wordt vervolgens vergeleken met het model met een of meer voorspellende variabelen. Het model met voorspellende variabelen was een beter model als er een significante afname in de afwijking was in vergelijking met het lege model (getest met een chi kwadraat toets). De chi kwadraat waarden van de totale taak waren significant ( $\alpha < .05$ ) waardoor multilevel analyses uitgevoerd konden worden en de effecten van de condities getest op significantie. Een one-way MANOVA is gebruikt om de totaalscore en de scores op de deeltaken te analyseren.

## 6. Resultaten

### 6.1 Alle deeltaken

Uit de multilevel analyse bleek dat conditie een voorspeller was op de concepten, oplossingen en relaties die de leerlingen noemden. In tabel 1 staan de gemiddelden, standaarddeviaties en de effecten van de conditie met betrekking tot het bediscussiëren van concepten, oplossingen en relaties.

Allereerst was er een significant effect gevonden voor *concepten*; studenten in de gefaseerde conditie noemden meer concepten in vergelijking met leerlingen in de niet-gefaseerde condities ( $\beta = 6.86, p = .03$ ). Bij het onderling vergelijken van de gefaseerde conditie met de niet-gefaseerde condities bleek dat de effecten marginaal significant waren voor de causale conditie ( $\beta = 7.30, p = .06$ ) en de simulatie conditie ( $\beta = 7.55, p = .06$ ). Vervolgens was er een significant categorie effect gevonden voor *oplossingen*; studenten in de gefaseerde conditie noemden meer oplossingen in vergelijking met leerlingen in de niet-gefaseerde condities ( $\beta = 8.49, p = .01$ ). Bij het onderling vergelijken van de gefaseerde conditie met de niet-gefaseerde condities bleek dat de effecten marginaal significant waren voor de conceptuele conditie ( $\beta = 8.97, p = .06$ ) en de simulatie conditie ( $\beta = 8.69, p = .06$ ). Ten slotte was er een marginaal significant categorie effect gevonden voor *relaties* ( $\beta = 5.86, p = .05$ ). Bij het nader bestuderen van de verschillende relaties bleek dat leerlingen in de gefaseerde conditie marginaal significant meer 'conceptuele relaties' ( $\beta = 1.53, p = .05$ ) bespraken dan leerlingen in de niet-gefaseerde condities. Bij het vergelijken van de gefaseerde conditie met de niet-gefaseerde condities onderling bleek dat leerlingen in de gefaseerde conditie meer 'conceptuele relaties' bespraken dan leerlingen in de causale conditie ( $\beta = 2.36, p = .03$ ).

Tabel 1

*Multilevel Analyses voor de effecten van de gefaseerde conditie versus de niet-gefaseerde condities voor de deeltaakspecifieke interactie van studenten in alle deeltaken*

	Conceptuele conditie ( $n_{leerlingen}=27$ )	Causale conditie ( $n_{leerlingen}=24$ )	Simulatie conditie ( $n_{leerlingen}=25$ )	Gefaseerde conditie ( $n_{leerlingen}=20$ )	Effecten gefaseerde conditie ( $N_{leerlingen}=96$ )			
	$M (SD)$	$M (SD)$	$M (SD)$	$M (SD)$	$\chi^2(3)$	$\beta$	$SE$	
<i>Concepten*</i>	21.59 (22.30)	18.58 (18.73)-	18.08 (18.71)-	33.20 (24.02)+	8.07	6.86	3.50	
<i>Oplossingen*</i>	11.19 (13.54)-	13.79 (24.68)	11.60 (12.85)-	29.35 (36.25)+	9.46	8.49	3.70	
<i>Relaties*</i>	25.89 (20.65)	23.17 (19.23)	24.72 (20.35)	36.30 (25.97)	7.06	5.86	3.54	
Conceptueel*	6.48 (4.76)	4.38 (4.17)-	7.12 (5.61)	9.10 (6.57)+	4.54	1.53	0.88	
Causaal	16.74 (14.97)	14.46 (13.94)	14.44 (12.57)	22.10 (16.40)	5.64	3.40	2.33	
Mathematisch	2.67 (3.13)-	4.33 (4.82)	3.16 (3.72)	5.10 (5.53)+	2.93	0.91	0.65	

Opmerking. \*  $p < .05$ ; als de gefaseerde conditie significant > dan een niet-gefaseerde conditie wordt de gefaseerde conditie aangegeven met een + en de niet-gefaseerde conditie met een -.

## 6.2 Deeltaak 1

Wanneer gekeken werd naar de afzonderlijke deeltaken bleek dat bij deeltaak 1 de conditie wederom een voorspeller was op de concepten, oplossingen en relaties die de leerlingen noemden, zie tabel 2.

Allereerst was er binnen deeltaak 1 een significant categorie effect gevonden voor *concepten*; studenten in de gefaseerde conditie noemden meer concepten in vergelijking met leerlingen in de niet-gefaseerde condities ( $\beta = 5.10$ ,  $p = .00$ ). Bij het onderling vergelijken van de gefaseerde conditie met de niet-gefaseerde condities bleek dat de effecten significant waren voor de conceptuele conditie ( $\beta = 5.05$ ,  $p = .02$ ) en de simulatie conditie ( $\beta = 5.35$ ,  $p = .02$ ) en marginaal significant voor de causale conditie ( $\beta = 4.88$ ,  $p = .06$ ). Vervolgens was er een significant categorie effect gevonden voor *oplossingen* ( $\beta = 2.91$ ,  $p = .02$ ). Bij het vergelijken van de gefaseerde conditie met de niet-gefaseerde condities onderling bleek dat de effecten marginaal significant waren voor de conceptuele conditie ( $\beta = 3.12$ ,  $p = .05$ ) en de simulatie conditie ( $\beta = 2.91$ ,  $p = .07$ ). Ten slotte was er een significant categorie effect gevonden voor *relaties* ( $\beta = 5.86$ ,  $p = .05$ ). Bij het vergelijken van de gefaseerde conditie met de niet-gefaseerde condities onderling bleek dat de effecten marginaal significant waren voor de conceptuele conditie ( $\beta = 3.59$ ,  $p = .05$ ) en de simulatie conditie ( $\beta = 3.71$ ,  $p = .05$ ). Bij het nader bestuderen van de verschillende relaties bleek dat leerlingen in de gefaseerde conditie significant meer

'conceptuele relaties' ( $\beta = 1.23, p = .01$ ) en 'causale relaties' ( $\beta = 1.96, p = .04$ ) bespraken dan leerlingen in de niet-gefaseerde condities. Bij het vergelijken van de gefaseerde conditie met de niet-gefaseerde condities onderling bleek dat leerlingen in de gefaseerde conditie significant meer 'conceptuele relaties' bespraken dan leerlingen in de causale conditie ( $\beta = 1.62, p = .03$ ) en marginaal significant meer dan de simulatie conditie ( $\beta = 1.08, p = .06$ ). Daarnaast bleek dat leerlingen in de gefaseerde conditie marginaal significant meer 'causale relaties' bespraken dan leerlingen in de conceptuele conditie ( $\beta = 2.05, p = .07$ ). Als laatste bleek dat leerlingen in de gefaseerde conditie marginaal significant meer 'mathematische relaties' bespraken dan leerlingen in de simulatie conditie ( $\beta = 0.64, p = .07$ ).

Tabel 2

*Multilevel Analyses voor de effecten van de gefaseerde conditie versus de niet-gefaseerde condities voor de deeltaakspecifieke interactie van studenten in **deeltaak 1***

	Conceptuele conditie ( $n_{leerlingen}=27$ )	Causale conditie ( $n_{leerlingen}=24$ )	Simulatie conditie ( $n_{leerlingen}=25$ )	Gefaseerde conditie ( $n_{leerlingen}=20$ )	Effecten gefaseerde conditie ( $N_{leerlingen} =96$ )		
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	$\chi^2(3)$	$\beta$	<i>SE</i>
<i>Concepten*</i>	7.67 (8.03)-	8.00 (12.76)-	7.12 (7.50)-	17.75 (16.09)+	10.54	5.10	1.78
<i>Oplossingen*</i>	4.00 (4.67)-	4.92 (8.83)	4.32 (5.00)-	10.30 (12.45)+	7.12	2.91	1.30
<i>Relaties*</i>	9.33 (7.71)-	9.04 (12.52)	8.96 (7.07)-	16.55 (13.64)+	7.38	3.68	1.70
Conceptueel*	3.48 (3.53)	2.29 (3.63)-	3.36 (2.55)-	5.55 (4.26)+	5.61	1.23	0.54
Causaal*	4.96 (4.85)	5.46 (7.40)-	4.92 (4.92)	9.15 (9.22)+	5.21	1.96	1.08
Mathematisch	0.89 (1.76)	1.29 (2.88)	0.68 (1.22)-	1.85 (2.62)+	1.70	0.49	0.34

Opmerking. \*  $p < .05$ ; als de gefaseerde conditie significant > dan een niet-gefaseerde conditie wordt de gefaseerde conditie aangegeven met een + en de niet-gefaseerde conditie met een -.

### 6.3 Deeltaak 2

Uit de multilevel analyses van deeltaak 2 bleek dat de conditie alleen een voorspeller was op de oplossingen en de mathematische relaties die de leerlingen noemden, zie tabel 3. Uit de multilevel analyses blijkt dat er een significant effect gevonden was voor *oplossingen* ( $\beta = 2.74, p = .01$ ). Bij het onderling vergelijken van de gefaseerde conditie met de niet-gefaseerde condities bleek dat de effecten marginaal significant waren voor de conceptuele conditie ( $\beta = 2.79, p = .06$ ) en de simulatie conditie ( $\beta = 2.90, p = .06$ ). Ten slotte bleek dat leerlingen in de gefaseerde conditie marginaal significant meer 'mathematische relaties' bespraken dan leerlingen in de simulatie conditie ( $\beta = -0.51, p = .07$ ).

Tabel 3

Multilevel Analyses voor de effecten van de gefaseerde conditie versus de niet-gefaseerde condities voor de deeltaakspecifieke interactie van studenten in **deeltaak 2**

	Conceptuele conditie ( $n_{leerlingen}=27$ )	Causale conditie ( $n_{leerlingen}=24$ )	Simulatie conditie ( $n_{leerlingen}=25$ )	Gefaseerde conditie ( $n_{leerlingen}=20$ )	Effecten gefaseerde conditie ( $N_{leerlingen}=96$ )		
	$M (SD)$	$M (SD)$	$M (SD)$	$M (SD)$	$\chi^2(3)$	B	SE
Concepten	8.89 (8.84)	4.25 (5.11)	6.76 (10.86)	7.30 (5.69)	2.68	0.34	1.49
Oplossingen*	3.74 (4.67)-	4.33 (7.96)	3.52 (4.09)-	9.40 (11.72)+	7.17	2.74	1.20
Relaties	10.00 (8.74)	5.38 (5.34)	10.16 (13.43)	8.50 (5.29)	2.76	0.02	1.60
Conceptueel	1.74 (2.01)	0.96 (1.33)	2.24 (3.21)	1.70 (1.63)	-0.18	0.02	0.37
Causaal	7.93 (7.49)	4.17 (4.64)	6.52 (9.39)	6.45 (4.30)	2.26	0.15	1.23
Mathematisch	0.33 (1.04)	0.25 (0.68)	1.40 (2.47)-	0.35 (0.67)+	-0.64	-0.15	0.23

Opmerking.  $p < .05$ ; als de gefaseerde conditie significant  $>$  dan een niet-gefaseerde conditie wordt de gefaseerde conditie aangegeven met een + en de niet-gefaseerde conditie met een -.

#### 6.4 Deeltaak 3

Zoals te zien in tabel 4 bleek dat bij deeltaak 3 de conditie een voorspeller was op de oplossingen en relaties die de leerlingen noemden. Allereerst was er binnen deeltaak 3 een significant categorie effect gevonden voor *oplossingen*; studenten in de gefaseerde conditie noemden meer oplossingen in vergelijking met leerlingen in de niet-gefaseerde condities ( $\beta = 2.84$ ,  $p = .01$ ). Bij het onderling vergelijken van de gefaseerde conditie met de niet-gefaseerde condities bleek dat de effecten marginaal significant waren voor de conceptuele conditie ( $\beta = 3.06$ ,  $p = .05$ ) en de simulatie conditie ( $\beta = 2.89$ ,  $p = .06$ ). Vervolgens was er een marginaal significant categorie effect gevonden voor *relaties* ( $\beta = 2.17$ ,  $p = .07$ ). Bij het vergelijken van de gefaseerde conditie met de niet-gefaseerde condities onderling bleek dat de effecten marginaal significant waren voor de simulatie conditie ( $\beta = 2.77$ ,  $p = .07$ ). Uit de analyses van de verschillende relaties bleek dat leerlingen in de gefaseerde conditie significant meer 'causale relaties' ( $\beta = 1.30$ ,  $p = .07$ ) bespraken dan leerlingen in de niet-gefaseerde condities.

Tabel 4

*Multilevel Analyses voor de effecten van de gefaseerde conditie versus de niet-gefaseerde condities voor de deeltaakspecifieke interactie van studenten in deeltaak 3*

	Conceptuele conditie ( $n_{leerlingen}=27$ )	Causale conditie ( $n_{leerlingen}=24$ )	Simulatie conditie ( $n_{leerlingen}=25$ )	Gefaseerde conditie ( $n_{leerlingen}=20$ )	Effecten gefaseerde conditie ( $N_{leerlingen}=96$ )		
	$M (SD)$	$M (SD)$	$M (SD)$	$M (SD)$	$\chi^2(3)$	$\beta$	$SE$
<i>Concepten</i>	5.04 (9.52)	6.33 (6.65)	4.20 (4.59)	8.15 (10.09)	3.63	1.44	1.22
<i>Oplossingen*</i>	3.44 (4.38)-	4.54 (7.95)	3.76 (3.98)-	9.65 (12.14)+	7.44	2.84	1.21
<i>Relaties*</i>	6.56 (8.46)	8.75 (7.67)	5.60 (6.01)-	11.25 (11.90)+	4.87	2.17	1.40
Conceptueel	1.26 (1.46)	1.13 (1.30)	1.52 (2.02)	1.85 (2.13)	0.27	0.28	0.27
Causaal*	3.85 (5.75)	4.83 (5.16)	3.00 (3.42)	6.50 (7.52)	3.82	1.30	0.85
Mathematisch	1.44 (2.33)	2.79 (3.92)	1.08 (1.55)	2.90 (3.35)	1.89	0.59	0.47

Opmerking. \*  $p < .05$ ; als de gefaseerde conditie significant > dan een niet-gefaseerde conditie wordt de gefaseerde conditie aangegeven met een + en de niet-gefaseerde conditie met een -.

### 6.5 Kwaliteit van de oplossing

Uit de one-way MANOVA bleek dat er significante verschillen waren tussen de verschillende condities ( $F(12, 66) = 1.62, p = .05$ ; partial eta squared = .20). Uit de bonferroni post hoc analyse bleek dat de totaalscore van de gefaseerde conditie significant hoger was dan de totaalscore van de conceptuele conditie ( $p = 0.00$ ). Ook bleek dat de leerlingen uit de gefaseerde conditie marginaal beter scoorden dan de leerlingen uit de simulatieconditie ( $p = .07$ ). Vervolgens zijn ook de totaalscores van de andere condities met elkaar vergeleken. De totaalscore van de causale conditie bleek significant hoger te zijn dan de totaalscore van de conceptuele conditie ( $p = .04$ ).

Als er gekeken wordt naar de resultaten van de verschillende deeltaken bleek dat er een significant verschil was op deeltaak 1 ( $F(3, 28) = 2.91, p = .03$ ; partial eta squared = .24) en deeltaak 2 ( $F(3, 28) = 2.37, p = .05$ ; partial eta squared = .20). Uit de bonferroni post hoc analyse bleek dat leerlingen in de gefaseerde conditie marginaal significant beter scoorden op deeltaak 1 dan leerlingen in de conceptuele conditie ( $p = .07$ ). Er is ook gekeken naar de prestaties van de andere condities. In deeltaak 2 bleken leerlingen in de causale conditie significant beter te presteren dan leerlingen in de conceptuele conditie ( $p = .05$ ). In tabel 5 staan de gemiddelden, standaard deviaties en de gefaseerde conditie ten opzichte van de andere condities met betrekking tot deeltaak 1, deeltaak 2, deeltaak 3 en de totaalscore.

Tabel 5

*One-way Multivariate Analyses van de condities met betrekking tot de eindcijfers van de groepjes leerlingen*

	Conceptuele conditie ( $n_{groep}=8$ )	Causale conditie ( $n_{groep}=8$ )	Mathematische conditie ( $n_{groep}=9$ )	Gefaseerde conditie ( $n_{groep}=7$ )
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>
Deeltaak 1*	10.38 (4.57)-	14.12 (4.02)	10.89 (4.20)	15.29 (2.36)+
Deeltaak 2*	8.38 (3.93)-	13.12 (1.96)+	11.11 (4.70)	12.14 (3.67)
Deeltaak 3	7.12 (5.08)	9.50 (5.76)	8.22 (6.12)	11.86 (6.34)
Totaalscore*	32.00 (7.45)-	44.00 (11.33)	38.00 (8.28)-	49.29 (8.32)+

Notitie.  $p < .05$ ; de conditie die beter presteerde werd aangegeven met een + ten opzichte van de conditie die minder presteerde, aangegeven met een -.

## 7. Conclusie en discussie

Dit onderzoek heeft zich gericht op de deeltaakspecifieke interactie van groepjes leerlingen die samen aan een economisch probleem werkten in een CSCL-leeromgeving. Verwacht werd dat bij het aanbieden van een externe representatie die ontworpen was voor een bepaalde deeltaak meer deeltaakspecifieke interactie werd ontlokt dan wanneer dit niet het geval was. Daarnaast was de verwachting dat de groepen die de externe representaties gefaseerd aangeboden kregen tot een betere oplossing van het gestelde probleem zouden komen. De resultaten ondersteunen deze hypothesen.

### 7.1 Taakinhoudelijke interactie

Uit de resultaten van de hele taak blijkt dat leerlingen uit de gefaseerde conditie meer deeltaakspecifieke interactie, zowel concepten, oplossingen als relaties, bespreken dan leerlingen uit de andere condities. De leerlingen in de gefaseerde conditie blijken meer oplossingen te bespreken dan de leerlingen in de conceptuele en simulatie conditie en ze bespreken meer concepten dan leerlingen in de causale en simulatie conditie. Deze resultaten komen overeen met de verwachting dat de externe representatie moet aansluiten bij de taak.

In dit onderzoek is ook gekeken naar de resultaten van de deeltaken. Uit de resultaten blijkt dat vooral in deeltaak 1 leerlingen uit de gefaseerde conditie meer deeltaakspecifieke interactie laten zien dan leerlingen uit de andere condities. De leerlingen in de gefaseerde conditie bespreken meer concepten, oplossingen en relaties, zowel conceptuele, causale en mathematische relaties, dan de andere condities. Uit de resultaten blijkt ook dat de leerlingen in de gefaseerde conditie met name meer concepten, oplossingen en relaties bespraken dan leerlingen uit de conceptuele en simulatie conditie gedurende deze deeltaak.

In deeltaak 2 bespreken leerlingen in de gefaseerde conditie meer oplossingen dan leerlingen in de conceptuele en simulatie conditie. Dit komt overeen met de verwachting dat de causale representatie aansluit bij deeltaak 2. Met betrekking tot het aantal relaties dat de leerlingen bespreken zijn de resultaten opvallender. De leerlingen in de gefaseerde conditie bespreken meer relaties dan de leerlingen in de causale conditie terwijl dit niet verwacht werd bij een representatie die zich richt op causale relaties. De leerlingen uit de gefaseerde conditie hebben in deeltaak 1 geprofiteerd van de conceptuele externe representatie. De ondersteuning in deeltaak 1 heeft mogelijk de leerlingen een goede basis gegeven voor het bespreken van causale relaties in deeltaak 2.

In deeltaak 3 bespreken leerlingen in de gefaseerde conditie meer oplossingen, relaties en causale relaties dan leerlingen in de andere condities. De leerlingen in de gefaseerde conditie benoemden met name meer oplossingen dan leerlingen in de conceptuele en simulatie conditie. Verwacht werd dat leerlingen uit de gefaseerde en simulatie conditie, met ondersteuning van de mathematische externe representatie, meer oplossingen en mathematische relaties zouden bespreken dan leerlingen uit de andere condities. Echter, de leerlingen uit de gefaseerde conditie benoemden met name meer oplossingen en relaties, waarvan ook de causale en simulatie relaties, dan leerlingen uit de simulatie conditie. Dit resultaat werd niet gevonden voor de conceptuele en causale conditie. Met betrekking tot deze resultaten blijkt dat de gefaseerde conditie beter was dan de mathematische conditie terwijl ze beiden dezelfde externe representatie kregen om de leerlingen te ondersteunen.

## 7.2 Kwaliteit van de oplossing

Dit onderzoek heeft zich ook gericht op de kwaliteit van de oplossing van het gestelde probleem. Uit de resultaten blijkt dat de groepen die de gefaseerde externe representatie kregen aangeboden een beter eindcijfer behaalden dan de conceptuele conditie en de simulatie conditie. De causale conditie scoorde echter ook hoger dan de conceptuele conditie. Als er gekeken wordt naar de deeltaken dan blijkt dat leerlingen in de gefaseerde conditie beter scoorden op deeltaak 1 dan leerlingen in de conceptuele conditie. In deeltaak 2 blijken leerlingen in de causale conditie beter te presteren dan leerlingen in de conceptuele conditie. Aangezien deeltaak 2 gericht was op de causale analyse van het probleem lijkt het logisch dat de causale conditie hier ook beter scoort.



Samenvattend lijken de bevindingen de theorie te ondersteunen. Zowel de bevindingen van de taakinhoudelijke interactie als de kwaliteit van de oplossing ondersteunen de theorie dat de objecten en relaties in een representatie goed moeten passen bij de leervragen binnen de situatie (Kirschner, van Bruggen & Duffy, 2003). Uit verschillende onderzoeken blijkt dat externe representaties het probleemoplossingproces kunnen ondersteunen, dit onderzoek sluit zich hierbij aan (Cheng, 2002; Cheng & Barone, 2007; Zhang, 1997; King, 2007). Ook sluit dit onderzoek aan bij de onderzoeken van Cheng en Cheng en Barone, waaruit blijkt dat externe representaties kunnen bijdragen aan het leren. Uit de analyse van de kwaliteit van de oplossing blijkt namelijk dat leerlingen uit de gefaseerde conditie beter presteerden.

### 7.3 Discussie

De resultaten lijken veelal overeen te komen met de literatuur. De vraag is echter of dezelfde resultaten ook behaald worden als leerlingen een probleem van een ander vakgebied moeten oplossen. Tijdens dit onderzoek stond een economische opdracht centraal. Er is meer onderzoek nodig om te bepalen of dezelfde resultaten worden behaald in andere vakgebieden, als gewerkt wordt met een VCRI met ondersteuning van externe representaties.

Daarnaast komt uit dit onderzoek een aantal opvallende resultaten. Ten eerste is het opvallend dat de leerlingen in de gefaseerde conditie meer taakinhoudelijke interactie laten zien dan leerlingen uit de conceptuele en simulatie conditie. De leerlingen uit de causale conditie lijken ook veel taakinhoudelijk met elkaar te discussiëren. Ook de kwaliteit van de oplossing van de leerlingen uit de causale conditie ligt dicht tegen de resultaten van de gefaseerde conditie aan. Dit is een uitkomst die niet van te voren werd verwacht. Beide condities kregen de causale externe representatie, het hulpmiddel voor het maken van causale relaties. Het lijkt er op dat het aanbieden van alleen de causale externe representatie ook goede resultaten oplevert. Dat causale relaties leggen belangrijk is blijkt uit het artikel van Besson (2009). Volgens hem hebben leerlingen causale relaties nodig om de meer abstracte principes te begrijpen en te zien hoe het probleem in elkaar zit. Ook Cheng en Barone (2007) geven aan dat een representatie inzicht zou moeten geven in de relaties tussen concepten, om de gegeven informatie te interpreteren, contextualiseren en relaties te leggen tussen concepten.

Bij het vergelijken van de gefaseerde conditie met de mathematische conditie waren er ook opvallende resultaten te zien. In zowel deeltaak 1 als deeltaak 2 bespreken de leerlingen in de gefaseerde conditie meer mathematische relaties dan de simulatie conditie. Verwacht werd dat beide condities ongeveer gelijk zouden zijn in het bespreken van mathematische relaties. Wellicht is de mathematische externe representatie niet alleen verantwoordelijk voor de mathematische relaties die de leerlingen benoemen. De leerlingen in de gefaseerde conditie kregen ook de conceptuele en de causale conditie te zien waardoor ze mogelijk betere resultaten laten zien met betrekking tot de mathematische relaties.

Als er gekeken wordt naar de resultaten van de verschillende deeltaken valt op dat er in deeltaak 1 meer effecten gevonden worden dan in de andere twee deeltaken. Dit resultaat zou ontstaan kunnen zijn doordat leerlingen in de eerste deeltaak meer hun best doen dan tijdens de andere deeltaken. De leerlingen werken niet vaak met een VCRI waardoor de leerlingen de eerste deeltaak mogelijk als nieuw en spannend hebben ervaren en daardoor meer bespreken. De tweede deeltaak is wellicht al meer gewoon en laat minder deeltaakspecifieke interactie zien. Tijdens de derde deeltaak zijn er weer meer effecten gevonden dan in de tweede deeltaak. Wellicht heeft het type deeltaak effect op de deeltaakspecifieke interactie. Deeltaak 2, waarin leerlingen moesten vaststellen hoe bepaalde interventies het bedrijfsresultaat konden veranderen, is wellicht moeilijk of minder goed te bespreken dan deeltaak 1, de taak waarin leerlingen moesten bepalen wat de belangrijke onderdelen waren.

Als er gekeken wordt naar de kwaliteit van de oplossing dan is het opvallend dat in deeltaak 2 geen verschil is gevonden tussen de gefaseerde conditie en de andere condities. Dit terwijl leerlingen in de causale conditie beter presteerden dan leerlingen in de conceptuele conditie. Zowel de gefaseerde als de causale conditie kregen dezelfde representatie tijdens deze deeltaak. Een mogelijke verklaring is dat het aanbieden van meerdere externe representaties afleidt (Ainsworth, Bibby & Wood, 1998). Ainsworth (2006) benoemt ook in haar artikel dat de lerende het moeilijk vindt informatie uit meerdere representaties te integreren.

Ook blijkt dat leerlingen in de gefaseerde conditie beter scoren op deeltaak 1 dan leerlingen in de conceptuele conditie. Dit is opvallend aangezien beide condities de conceptuele externe representatie kregen bij deeltaak 1. Dit verschil blijkt ook uit het aantal concepten dat de gefaseerde conditie benoemden ten opzichte van de conceptuele conditie. Het is mogelijk dat de groep die de externe representaties gefaseerd aangeboden kregen beter het oplossingsproces coördineerden. Uit onderzoek van Barron (2003) blijkt dat groepen die goed presteren ingingen op de ideeën van groepsgenoten, deze met elkaar bespraken en dat er weinig sprake was van negeren of afwijzen van ideeën van een ander. Uit het onderzoek van Barron blijkt ook dat sommige patronen van interactie meer productief zijn dan anderen voor een goede samenwerking en probleem oplossing.

Als laatste is het opvallend dat de leerlingen in de gefaseerde groep gemiddeld meer taakspecifieke interactie laten zien dan alle andere condities. Wellicht hielden de leerlingen in deze groepjes meer van praten of was er in dit geval ook sprake van een betere groepscoördinatie of groepssamenstelling. Groepssamenstelling kan invloed hebben op het probleemoplossingsproces volgens Song en Grabowski (2006). Uit hun onderzoek blijkt dat studenten in een heterogene peergroep hoger scoorden, op het monitoren en het evalueren van de vaardigheden voor het probleem oplossen, dan de homogene peergroepen.

#### 7.4 Vervolgonderzoek

Er is meer onderzoek nodig naar de invloed van externe representaties op het samen problemen oplossen in een VCRI. Als eerste is er meer onderzoek nodig om te begrijpen waarom er zo weinig verschil is tussen de gefaseerde conditie en de causale conditie op zowel de taakinhoudelijke interactie als de kwaliteit van de oplossing. In vervolgonderzoek kan gekeken worden of het causaal redeneren zo belangrijk is of dat het aanbieden van een of meerdere externe representaties een nog beter resultaat kan geven. Daarbij zou de mathematische representatie nader bestudeerd kunnen worden. De leerlingen die deze representatie kregen lieten, in vergelijking met de gefaseerde conditie, minder taakinhoudelijke interactie zien. Er zou dieper ingegaan kunnen worden op de manier waarop leerlingen de representaties gebruiken. Nu is slechts gekeken naar de deeltaakspecifieke interactie. Wellicht zou het bekijken van de gegevens wanneer en hoe vaak leerlingen de representaties bekijken meer inzicht kunnen geven.

In vervolgonderzoek zou ook nader gekeken kunnen worden naar de groepsprocessen en groepssamenstelling. Eventueel zouden groepsprocessen, zoals het focussen op het probleem en de coördinatie binnen de groep, invloed uit kunnen oefenen op de deeltaakspecifieke interactie. Wellicht is dit een verklaring voor de hoeveelheid interactie die de leerlingen in de gefaseerde groepen laten zien.

Er is in dit onderzoek alleen gekeken naar de hoeveelheid begrippen die genoemd wordt door de leerlingen. Er is echter niet gekeken naar de kwaliteit van de taakinhoudelijke interactie. Het is nu niet duidelijk of leerlingen de begrippen wel op de juiste manier gebruiken. Vervolgonderzoek zou hier meer inzicht in kunnen geven.

## 8. Literatuur

- Admiraal, W., Graaff, R. de, & Rubens, W. (2004). Omgevingen voor computerondersteund samenwerkend leren: Samen, samen leren en samenwerken. In P. Kirschner (Ed.), *ICT in het onderwijs: the next generation* (pp. 91-112). Alphen aan den Rijn: Kluwer.
- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction, 16*, 183 -198.
- Ainsworth, S.E., Bibby, P.A. & Wood, D.J. (1998). Analysing the Costs and Benefits of Multi-Representational Learning Environments. In Van Someren, M.W., Boshuizen, H.P.A., De Jong, T. & Reimann, P. (Eds.) *Learning with Multiple Representations*. (pp. 120 – 134). Oxford : Elsevier Science Ltd.
- Barron, B. (2003). When smart groups fail. *Journal of the Learning Sciences, 12* (3), 307 – 359.
- Bell, P. (2004). Promoting students' argument construction and collaborative debate in the Science classroom. In Linn, M. C., E. A. Davis & P. Bell (Eds.), *Internet environments for science education* (pp. 115 – 144). Mahwah, NJ : Erlbaum.
- Besson, U. (2009). Calculating and Understanding : Formal Models and Causal Explanations in Science, Common Reasoning and Physics Teaching. *Science and Education, 19* (3), 225 – 257.
- Cheng, P. C-H. (2002). Electrifying diagrams for learning : Principles for effective representational systems. *Cognitive Science, 26*, 685 – 736.
- Cheng, P. C-H. & Barone, R. (2007). Representing Complex Problems : A Representational Epistemic Approach. In Jonassen, D.H., *Learning to Solve Complex Scientific Problems*. (pp. 97 – 119). New York : Lawrence Erlbaum Associates
- Chi, M. T. H. (1997). Quantifying Qualitative Analyses of Verbal Data : A Practical Guide. *The Journal of the Learning Sciences, 6*, 271 – 315.
- Cox, R. (1999). Representation construction, externalised cognition and individual differences. *Learning and Instruction, 9*, 343 -363.
- De Wever, B., Van Keer, H., Schellens, T. & Valcke, M. (2007). Applying multilevel modelling to content analysis data: Methodological issues in the study of role assignment in asynchronous discussion groups. *Learning and Instruction, 17*, 436 – 447.
- Driscoll, M. P. (2005). *Psychology of Learning for Instruction*. Pearson Education Inc.: Boston.
- Erkens, G. (1997). *Coöperatief probleemoplossen met computers in het onderwijs: het modelleren van coöperatieve dialogen voor de ontwikkeling van intelligente onderwijssystemen*. Universiteit Utrecht: Utrecht.
- Erkens, G., Jaspers, J., Gisbergen, M., Phielix, C. & Kanselaar, G. (2003). *Projectonderwijs in ICT-leeromgeving in de tweede fase VO*. Utrecht: Drukkerij Zuidam & Uithof B.V.
- Erkens, G., Jaspers, J., Prangmsma, M. & Kanselaar, G. (2005). Coordination processes in computer supported collaborative writing. *Computers in Human Behavior, 21*, 463 – 486.

- Fisher, F., Bruhn, J., Grasel, C. & Mandl, H. (2002). Fostering collaborative knowledge construction with visualization tools. *Learning and Instruction*, 12, 213 – 232.
- Jonassen, D. (1999). Designing Constructivist Learning Environments. In Reigluth, C. M. (Eds.), *Instructional-design Theories and Models*. (pp. 215 - 240). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Kanselaar, G. & Andriessen, J. (2000). Ontwikkelingen in leertheorieën en leeromgevingen. In Stokking, K., Erkens, G., Versloot, B. & van Wessum, L. (Red.) *Van onderwijs naar leren : Tussen het aanbieden van kennis en het faciliteren van leerprocessen*.(pp. 89 – 102). Apeldoorn : Garant.
- King, A. (1994). Autonomy and Question Asking : The Role of Personal Control in Guided Student-Generated Questioning. *Learning and individual Differences*, 6, 168 – 185.
- King, A. (2007). Scripting Collaborative Learning Processes: A Cognitive Perspective. In Fischer, F., Kollar, I., Mandl, H. & Haake, J. M. (Eds.) *Scripting Computer-Supported Collaborative Learning: Cognitive, Computational and Educational Perspectives*. (pp. 13 – 34). New York : Springer Science + Business Media.
- Kirschner, P., van Bruggen, J. & Duffy, T. (2003). Validating a representational notation for collaborative problem solving. In B. Wasson, S. Ludvigsen & U. Hoppe (Eds.), *Designing for CHange in Networked Learning Environments*. (pp.163-172). Kluwer Academic Publishers: Dordrecht.
- Komis, V., Avouris, N. & Fidas, C. (2002). Computer-Supported Collaborative Concept Mapping: Study of Synchronous Peer Interaction. *Education and Information Technologies*, 7, 169 – 188.
- KU Leuven, (2002). *Actief en Constructief leren*. Gevonden op 3 juli 2009, op <https://www.kuleuven.be/algdid/difdyn1.php3?klikt=cmaps1tac311-03&gr=1&studnr=>
- Lockhorst, D. (2004) *Design Principles for a CSCL Environment in Teacher Training*. Universiteit Utrecht : Utrecht.
- Moust, J., Bouhuijs, P. & Schmidt, H. (2009). *Probleemgestuurd leren : Een wegwijzer voor studenten*. Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers.
- Nelson, L. M. (1999). Collaborative Problem Solving. In Reigluth, C. M. (Eds.), *Instructional-design Theories and Models*. (pp.241-268). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- O'Malley, C.E. & Scanlon, E. (1990). Computer-supported collaborative learning: problem solving and distance education. *Computers Educ.*, 15, 127 – 136.
- Ryan, S., Jackman, J., Kumsaikaew, P., Dark, V.A. & Olafsson, S. (2007). Use of Information in Collaborative Problem Solving. In Jonassen, D.H., *Learning to Solve Complex Scientific Problems*. (pp. 187 – 203). New York : Lawrence Erlbaum Associates
- Rysavy, D. S. & Sales, G.C. (1991). Cooperative Learning in Computer Based Instruction. *Educational Technology Research & Development*, 39 (2), 70 -79.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative Learning : Theory, Research and Practice*. Massachusetts : Allyn & Bacon.

- Slof, B., Erkens, G., Kirschner, P.A., Jaspers, J.G.M., Janssen, J. (2010). Guiding students' online complex learning-task behavior through representational scripting. *Computers in Human Behavior*, doi: 10.1016/j.chb.2010.02.007
- Snijders, T en Bosker, R. (1999). *Multilevel Analysis ; An introduction to basic and advanced multilevel modeling*. London : SAGE Publicatons Ltd.
- Song, H-D. & Grabowski, B.L. (2006). Stimulating Intrinsic Motivation for Problem Solving Using Goal-Oriented Contexts and Peer Group Composition. *ERT&D*, 54 (5), 445 – 466.
- Suthers, D. (1998) *Representations for Scaffolding Collaborative Inquiry on Ill-Structured Problems*. Paper presented at the 1998 EARA Annual Meeting, San Diego, California.
- Suthers, D.D., Hundhausen, C.D. & Girardeau, L.E. (2003). Comparing the roles of representations in face-to-face and online computer supported collaborative learning. *Computers & Education*, 41, 335-351.
- Van Bruggen, J. M., Boshuizen, H. P. A. & Kirschner, P.A. (2003). A Cognitive Framework for Cooperative Problem Solving with Argument Visualisation. In P.A. Kirschner, S.J. Buckingham-Shum, & C.S. Carr (Eds.), *Visualizing Argumentation: Software tools for collaborative and educational sense-making*. (pp. 25-47). Londen: Springer.
- Van Gog, T. (2006). Uncovering the problem-solving process to design effective worked examples. Maastricht: Open Universiteit Nederland.
- Verloop, N. & Lowyck, J. (red.). (2003). *Onderwijskunde. Een kennisbasis voor professionals*. Wolters-Noordhoff Groningen: Houten.
- Zang, J. (1997). The nature of external representations in problem solving. *Cognitive Science*, 21, 179 – 217.
- Zumbach, J., Hillers, A. & Reimann, P. (2004). Supporting Distributed Problem-Based Learning: The Use of Feedback Mechanisms in Online Learning. In T.S. Roberts, *Online Collaborative Learning: Theory and Practice*. (pp. 86-102). Hershey: Information Science Publishing.