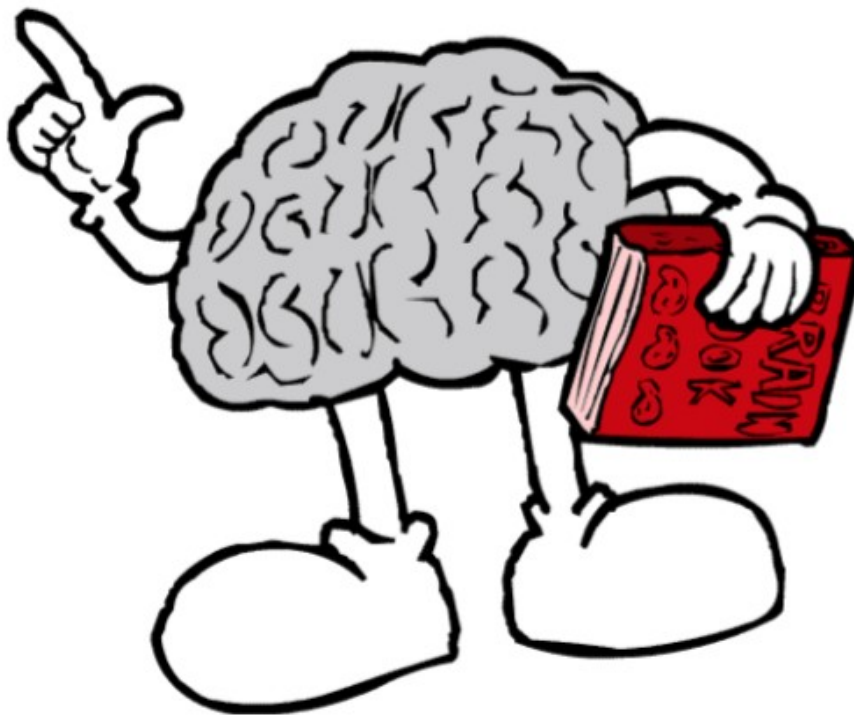


Een experimentele studie naar de effecten van feedback op de mate van doorzetten in serious games

Slimme Feedback in Serious Games

Anita Luttikhold (S1536729)



Masterthese Psychologie-Learning Science

Begeleiders: Dr. J. ter Vrugte & Dr. H. van der Meij

Universiteit Twente

Enschede, mei 2018

“Irrend lernt man ”

Goethe

Samenvatting

In deze studie is een experimenteel onderzoek uitgevoerd waarbij in de educatieve serious game “Zeldenrust” *procesgerichte* en *resultaatgerichte* feedback werd aangeboden. De centrale onderzoeksvraag was; *wat is het effect van procesgerichte feedback en resultaatgerichte feedback op het doorzettingsvermogen en de reactie op een faalervaring binnen een rekenkundige serious game*. De leerinhoud bestond uit rekenen met verhoudingen, wat van deze leerlingen de nodige inspanning vroeg. Er namen 171 leerlingen deel, tussen 10 en 14 jaar, van drie verschillende scholen. De data werd verzameld door middel van logfiles, verkregen door het spelen van de serious game.

Er werden geen verschillen gevonden tussen de feedback condities voor spelgedrag (i.e. gemiddelde tijd, opgaves correct, aantal pogingen) en de mate van doorzettingsvermogen. Uit een regressieanalyse bleek dat leerlingen die *procesgerichte feedback* ontvingen meer leken te vertrouwen op hun voorkennis van rekenen met verhoudingen waardoor de effecten van een frustrerend minispiel voor een deel werd opgeheven. Dit gold met name voor lager presterende leerlingen. Uit de data kan voorzichtig geconcludeerd worden dat procesgerichte feedback effect heeft op hoe leerlingen reageren op een faalervaring.

Abstract

In an experimental study *process-oriented* and *result-oriented* feedback was offered in the educational serious game "Zeldenrust". The central research question was; *what is the effect of process-oriented feedback and result-oriented feedback on perseverance and response to a failure experience in a mathematics serious game*. The learning content consisted of proportional reasoning, which asked some effort of these pupils. 171 students, between 10 and 14 years, from three different schools, took part. The data was collected through logfiles, obtained by playing the serious game.

No differences were found between feedback conditions in game behavior (i.e. time on task, number of correct answers, number of attempts) and the degree of perseverance. A regression analysis showed that students who Received *Process-oriented feedback* seemed to rely more on their prior knowledge of proportional reasoning which eliminated some of the effects of a frustrating minigame. This was particularly true for lower-performing students. From this data can be carefully concluded that Process-oriented feedback has an effect on how students respond to a failure experience.

Introductie

Veel toegepaste instructiemethodes binnen scholen sluiten niet voldoende aan bij de eigen interesses en behoeftes van leerlingen (Schuit, de Vriese, & Slegers, 2011). Een mogelijk gevolg hiervan is dat leerlingen kampen met motivatieproblemen. Een tekort aan motivatie vermindert het zelfregulerend leervermogen (i.e. het eigen vermogen om aandacht en gedrag te reguleren, wat nodig is voor een leertaak) en kan daardoor het leren negatief beïnvloeden (van der Veen & Peetsma, 2008). Daarnaast vergroot een tekort aan motivatie de kans dat een leerling zonder diploma de school verlaat (van der Veen & Peetsma, 2008). Onderwijsprofessionals zijn daarom op zoek naar instructiemethodes die een positief effect hebben op de motivatie. Er wordt hiervoor regelmatig gekeken naar ‘serious games’.

Bij serious games worden de entertainende kwaliteiten van computer games ingezet voor trainings- en scholingsdoeleinden (Zyda, 2005; Johnson, Bailey, & van Buskirk 2017). Hoewel deze ‘serious games’ veelbelovend lijken en zowel docenten als onderzoekers hoge verwachtingen hebben, levert experimenteel onderzoek naar het effect van serious games op de motivatie van leerlingen geen eenduidige resultaten (Connolly et al., 2012; Wouters, Nimwegen, van Oostendorp, & van der Spek, 2013; Boyle et al., 2015).

Een mogelijke factor die de motivatie van leerlingen bij het leren met serious games kan beïnvloeden is feedback. Feedback is een invloedrijke instructieve component (Hattie & Timperley, 2007; Hattie & Yates, 2014) en heeft effect op de kennisverwerving (Harks et al., 2014) en motivatie van leerlingen (Meuller & Dweck, 1998; Henderlong Corpus & Lepper, 2002; Harks et al., 2014). Johnson et al., (2017) bediscussiëren in hun review van een zestal studies de inzet van feedback in serious games. Zij concluderen dat de vorm van de gegeven feedback (i.e. informatie over het leerproces of over de juistheid van een taak) van invloed is op de leerprestaties en motivatie. In het huidige experimentele onderzoek wordt onderzocht in welke mate de vorm van feedback in een serious game effect heeft op de motivatie van leerlingen.

Serious games en motivatie

Motivatie “is het proces waarbij doelgerichte activiteit wordt geïnitieerd en volgehouden” (Pintrich & Schunk, 2002, p. 5). Bij het leren kan motivatie zich uiten in de mate van vasthoudendheid van het leergerichte gedrag (door van der Meij & van der Meij, 2016 doorzettingsvermogen genoemd) en hoeveel tijd en energie leerlingen spenderen aan het behalen van het leerdoel, waarbij ze zich minder laten beïnvloeden door tegenslagen

(Sitzman, 2011). Motivatie is een belangrijk begrip in onderwijs omdat het nauw gerelateerd is aan de leerprestaties van leerlingen (Garris, Ahlers, & Driskell, 2002; Wouters & van Oostendorp, 2017). Om motivatie bij leerlingen te verhogen wordt er steeds vaker een beroep gedaan op serious games, echter bij het aanbieden van educatief materiaal in de vorm van een serious game, kan er niet automatisch van uit worden gegaan dat leerlingen ook daadwerkelijk gemotiveerd zijn om van de game te leren (Ryan, Rigby, & Przybylski, 2006; Wouters et al., 2013).

Het optimaliseren van de motiverende werking van serious games zou een positief effect hebben op de effectiviteit en inzetbaarheid. Echter, het is onduidelijk welke factoren binnen een serious game precies effect hebben op de motivatie (Wouters & van Oostendorp, 2017). Het meest in het oog springend lijkt de entertainende waarde. Dit is het plezier wat een leerling beleefd aan de serious game en hoewel dit kan bijdragen aan het verhogen van de motivatie van leerlingen (Iten & Petko, 2016), blijkt deze van ondergeschikt belang voor wat betreft het effect op motivatie (Sitzman, 2011). Een factor die volgens onderzoek wel effect heeft op de motivatie is het geven van constante feedback in de vorm van scores en/of veranderingen in een game (Ryan et al., 2006; Sitzman, 2011). Daarnaast blijkt uit onderzoek van Ryan et al., (2006) en Sitzman (2011) dat feedback tijdens een serious game significante effecten heeft op de motivatie en uit onderzoek van Blackwell, Trzesniewsky en Dweck (2007) dat de effectiviteit van deze feedback afhankelijk is van de inhoud.

Feedback

Feedback kan gedefinieerd worden als “informatie over aspecten van iemands prestaties of begrip” en is één van de meest krachtige invloeden op het leerproces (Hattie & Timperley, 2007, p. 81). Feedback stelt leerlingen in staat om hun vorderingen te evalueren, zich bewust te worden van hiaten in hun kennis en deze te ‘repareren’ (Johnson & Priest, 2014).

Grofweg kan feedback opgedeeld worden in twee categorieën; resultaatgericht en procesgericht. *Resultaatgerichte feedback* is feedback die zich specifiek richt op de opbrengst van het gedrag; het resultaat (Elliot & Dweck, 1988; Henderlong en Lepper, 2007; Johnson et al., 2017). De inhoud van resultaatgerichte feedback bestaat uit de bevestiging of het resultaat in lijn is met het beoogde doel of niet (i.e., Knowledge of result (Narciss, 2004; van de Kleij, Feskens & Eggen, 2015)). Resultaatgerichte feedback geeft geen informatie over het proces. Daardoor blijft het onduidelijk hoe een beter resultaat bereikt had kunnen worden, en wordt er tevens voorbijgegaan aan ingezette strategieën en processen die mogelijk wel goed zijn verlopen. Negatief effect hiervan is dat leerlingen strategieën en resultaten niet koppelen

(Elliot & Dweck, 1988; Henderlong Corpus & Lepper, 2007) met als gevolg dat zij strategieën niet of op onjuiste wijze blijven inzetten waardoor verbetering uitblijft, frustratie optreedt en motivatie vervolgens afneemt.

Leerlingen die resultaatgerichte feedback ontvangen worden niet voldoende ondersteund om na een faalervaring gemotiveerd te blijven om aan een moeilijke taak te blijven werken. De resultaatgerichte feedback beloont de gedane inspanningen niet en faalervaringen worden toegeschreven aan een vermeend gebrek aan cognitieve capaciteiten wat de motivatie verder zal doen afnemen (Dweck & Legget, 1988; Dweck, 2000; Henderlong Corpus & Lepper, 2007).

Procesgerichte feedback is feedback die zich specifiek richt op het gedrag wat tot het resultaat heeft geleid; het proces (Elliot & Dweck, 1988; Blackwell et al., 2007; Henderlong Corpus & Lepper, 2007; Johnson et al., 2017). De inhoud van procesgerichte feedback bestaat uit het beschrijven van dit proces. Vervolgens kunnen er hints en adviezen worden gegeven over de effectiviteit van de gebruikte processen en strategieën (Jaehnig en Miller, 2007; van de Kleij et al., 2015; Johnson et al., 2017). De positieve effecten van procesgerichte feedback zijn volgens Dweck (2000) en Blackwell et al., (2007), dat leerlingen beloond worden voor hun inzet en het juiste gebruik van strategieën.

Uit onderzoek blijkt dat leerlingen die feedback ontvangen met hints of adviezen over de te volgen strategieën en processen (i.e. procesgerichte feedback) een faalervaring niet wijten aan hun cognitieve capaciteiten, hun wil om verder te werken aan een moeilijke taak blijft aanwezig (Dweck & Legget, 1988; Dweck, 2000; Henderlong Corpus & Lepper, 2007). Uit deze onderzoeken bleek dat leerlingen die resultaatgerichte feedback ontvingen op een taak en vervolgens een faalervaring ondervonden, de daaropvolgende taak met een slechter resultaat afsloten dan voor de faalervaring. De leerlingen die procesgerichte feedback ontvingen reageerden niet aantoonbaar op dezelfde faalervaring; hun resultaat op de tweede taak was gelijk aan de resultaten van de taak voordat de faalervaring zich voordeed (Dweck & Legget, 1988; Dweck, 2000; Henderlong Corpus & Lepper, 2007). Het type feedback wat een leerling ontvangt heeft dus niet alleen een effect op de motivatie, maar ook op het effect van frustratie op prestatie.

Feedback in serious games is over het algemeen resultaatgericht en bevat slechts zelden informatie over het proces (Harks et al., 2014). Op basis van bovenstaande bevindingen is het aannemelijk dat deze resultaatgerichte feedback bijdraagt aan de ambigue bevindingen met betrekking tot de effectiviteit van serious games. Het aanbieden van

procesgerichte feedback in serious games zou de motivatie van leerlingen positief kunnen beïnvloeden. Waardoor de effectiviteit en bruikbaarheid van serious games toeneemt.

Huidige studie

De huidige experimentele studie wordt een exploratie uitgevoerd naar de effecten van de inhoud van feedback op de motivatie van vmbo-leerlingen in een serious game: “Zeldenrust”. Een game specifiek ontworpen voor vmbo-leerlingen waarbinnen zij in een drietal minispellen taken moeten vervullen en zo ondersteund en gestimuleerd worden bij het leren over en inoefenen van het rekenen met verhoudingen (Lamon, 1993; Rick, Bejan, Roche & Weinberger, 2012; Vandercruysse et al., 2015). Twee versies van de game worden hiervoor vergeleken, waarbij het enige verschil tussen beide versies de feedback is: procesgerichte feedback of resultaatgerichte feedback. Het effect van de inhoud van de feedback zal worden geanalyseerd met behulp van logfile analyse. Hiervoor zal worden gekeken naar de prestatie van leerlingen tijdens het spel en hoe zij reageren op frustratie.

De onderzoeksvraag die bij de huidige studie centraal staat luidt; *Wat is het effect van procesgerichte feedback en resultaatgerichte feedback op het doorzettingsvermogen en de reactie op een faalervaring binnen een rekenkundige serious game.*

Op basis van onderzoeksuitkomsten van Mueller en Dweck (1999), Blackwell et al., (2007), en Skipper en Douglas (2012), welke demonstreren dat procesgerichte feedback een positiever effect heeft op het doorzettingsvermogen dan resultaatgerichte feedback, wordt verwacht dat *leerlingen in de procesgerichte feedback conditie meer gemotiveerd zijn, dan leerlingen in de resultaatgerichte feedback conditie.* Deze motivatie zal zich uiten in hun gedrag tijdens de serious game (i.e. aantal pogingen en gemiddelde tijd per opdracht).

Tevens wordt verwacht dat *leerlingen in de procesgerichte feedback conditie minder negatieve effecten ervaren van faalervaringen dan leerlingen in de resultaatgerichte feedbackconditie.* Deze verwachting is gebaseerd op onderzoek waarin is aangetoond dat leerlingen die de focus op het resultaat hebben liggen, na frustratie (door bijvoorbeeld faalervaring of moeilijke opgaven) minder goed herstellen dan op basis van eerder gedrag verwacht zou worden (Dweck & Legget, 2000; Henderlong Corpus & Lepper, 2007; Mueller & Dweck, 1998; Skipper & Douglas, 2012). Dit uit zich in verminderde prestatie en verminderd doorzettingsvermogen. Het spel is zo ingericht dat frustratie opgeroepen kan worden en getoetst kan worden. De verwachting is dat deze opgeroepen frustratie het doorzettingsvermogen en de prestaties van de leerlingen meer zal beïnvloeden in de resultaatgerichte feedbackconditie, dan in de procesgerichte feedback conditie. In de

procesgerichte feedbackconditie zal naar verwachting geen of een minder sterke negatieve relatie tussen frustratie en daaropvolgend doorzettingsvermogen en prestaties zichtbaar zijn; de prestaties van deze leerlingen blijven naar verwachting gelijk met de geleverde prestaties voordat de frustratie plaatsvond.

Omdat volgens onderzoek van Dweck en Legget, 1988; Dweck & Legget, 2000; O'Rourke et al., 2014, leerlingen die lager presteren vaker open staan voor ondersteuning in de vorm van hints en feedback, kan voor deze leerlingen het effect van de aangeboden feedback meer zichtbaar zijn. Daarom is het waardevol om voor deze leerlingen apart naar hun omgang met frustratie en het doorzettingsvermogen te kijken. Door middel van de tempo test rekenen (TTR) wordt een groep leerlingen bepaald met een lage score voor rekenen. De eerdergenoemde hypothesen worden voor deze groep leerlingen herhaald; er wordt bekeken *wat het effect is van procesgerichte feedback en resultaatgerichte feedback op het doorzettingsvermogen en de reactie op een faalervaring.*

Methode

Participanten

Aan dit onderzoek namen acht klassen verspreid over drie scholen in Twente deel; één klas vmbo-theoretische leerweg, drie klassen vmbo-basiskader techniek, drie klassen vmbo-basiskader praktijk en één combinatiegroep 7 en 8 in het basisonderwijs. In totaal deden 171 leerlingen mee aan het onderzoek, 90 jongens en 81 meisjes in de leeftijd van 10 tot 14 jaar. De gemiddelde (M) leeftijd was 12,8 met een standaarddeviatie (SD) van 0,93.

Materiaal

Spel en domein.

Algemene spelbeschrijving. Er werd gebruik gemaakt van een aangepaste versie van het rekenspel "Hotel Zeldenrust". In dit spel kregen de spelers de rol van hotelmedewerker en hadden zij als doel om zo veel mogelijk geld te verzamelen om zo ver mogelijk op vakantie te kunnen gaan. Dit konden zij doen door taken in het hotel te vervullen. Om deze taken uit te voeren moesten de spelers gebruik maken van het rekenen met verhoudingen. Hoe beter zij de taken uitvoerden des te meer geld zij verdienden.

Het spel bestaat uit een introductie, een centrale ruimte (i.e., spelcentrum) en drie verschillende gesimuleerde hotelruimtes waarbinnen de taken vervuld kunnen worden (i.e., minispellen). Als de spelers het spel starten zien zij eerst een geanimeerde introductie waarin

de speler met de hoteleigenaren belt en het doel van het spel wordt geïntroduceerd. In de procesgerichte feedback conditie moedigt de hoteleigenaar de leerlingen aan met: "...door hard te werken aan de opdrachten en moeite doen lukt het je zeker om beter te worden in rekenen!" In de prestatiegerichte feedbackconditie is de hoteleigenaar neutraal in het aanmoedigen van de leerling; "Welkom ... Wij weten zeker dat je dit werk kunt!".¹

Vervolgens komt de speler in het spelcentrum. Vanuit hier heeft de speler toegang tot de minispellen. De volgorde waarin de minispellen kunnen worden gestart is gefixeerd. Als spelers een minispel openen wordt de taak aangekondigd en ontvangen zij een opdracht. Zo gauw spelers hun oplossing hebben ingevoerd ontvangen zij feedback. Indien een opdracht correct opgelost is start automatisch een nieuwe opdracht en bij een onjuiste oplossing wordt er gevraagd of de speler nog een poging wil ondernemen. Er verschijnt een rood en groen "vink" teken in beeld, waarmee spelers kunnen aangeven of ze dit wel of niet willen. De spelers hebben een onbeperkt aantal pogingen om een opdracht op te lossen. Als er vier opdrachten afgerond zijn (i.e., minimaal één poging per opdracht is ondernomen) komen spelers automatisch weer in het spelcentrum en krijgen zij toegang tot het volgende minispel. Als spelers de drie minispellen hebben afgerond gaan zij naar de volgende ronde. In totaal zijn er vier rondes (in het spel aangeduid met dagen). Na vier rondes eindigt het spel, spelers hebben dan in totaal 48 opdrachten vervuld.

Domein. In het spel staat het rekendomein verhoudingen centraal. Bij het berekenen van verhoudingen moet worden bepaald in welke mate de ene grootte zich tot de andere grootte verhoudt. Binnen dit domein kunnen volgens van Dooren, de Bock, Evers en Verschaffel (2009) drie soorten probleemtipes worden onderscheiden:

Comparison opgaves (i.e. minispel mixdrankjes vergelijken) waarbij twee gegeven waarden met elkaar vergeleken dienen te worden. (Bijvoorbeeld wat is meer; $17/41$ of $14/41$?). *Missing value opgaves* (i.e. minispel koelkast bijvullen) waarbij een waarde mist en deze berekend dient te worden, daarbij gebruik makend van de verhouding tussen de gegeven waarden. (Bijvoorbeeld; $6/12 = ?/24$). *Transformation opgaves* (i.e. minispel blender bijvullen) waarbij twee waarden gegeven zijn maar de waarden nog niet met elkaar in verhouding zijn gebracht. Er moet berekend worden wat er aan een waarde toegevoegd moet worden om een juiste verhouding te verkrijgen. (Bijvoorbeeld; $8/14 \neq 24/24$).

¹ Zie bijlage 3

In de minispellen met *missing value* opgaves en *transformation opgaves*, bestaan er vier levels in moeilijkheidsgraad (Steinhorsdottir, 2006; van Dooren et al., 2009). De moeilijkheidsgraad hangt af van de strategie die nodig is om het juiste antwoord te berekenen (zie bijlage 2). Uit onderzoek blijkt dat leerlingen over het algemeen transformation opgaven als moeilijker ervaren dan de andere opgaven (Vandercruysse et al., 2015) en dat deze in de serious game minder goed gemaakt worden (Wouters, Paas & van Merrienboer, 2008; ter Vrugte et al., 2015).

Minispellen. In het eerste minispel moet de speler een koelkast bijvullen. De speler moet op basis van een gegeven verhouding bepalen hoeveel cola er in de koelkast geplaatst moet worden. Zie figuur 1 voor een voorbeeld opgave. De verhouding in dit voorbeeld is 6 cola en 12 fanta, er staat reeds 24 fanta in de koelkast, uitgaande van de gegeven verhouding moeten er dus 6 cola toegevoegd worden aan de koelkast. De speler kan het juiste aantal colaflesjes in de koelkast plaatsen door erop te klikken, dan wel de flessen in de koelkast te slepen. Als de speler op de deur klikt om de koelkast te sluiten ontvangt deze feedback in hoeverre de opdracht juist is afgerond. Links in beeld is de avatar van de speler te zien en daaronder de hoeveelheid geld die er verdient kan worden. De balk links geeft aan of er nog geld te verdienen is, nadat er meerdere pogingen zijn gedaan. Rechtsonder is een tab te zien, waardoor een rekenmachine verschijnt als hierop geklikt wordt. Rechtsboven wordt de rekenopgave getoond.



Figuur 1. Minispel koelkast bijvullen.

In het tweede minispel, moeten er mix drankjes geserveerd worden. Er worden twee mixen gepresenteerd en de speler moet de mix serveren die voldoet aan specifieke criteria. Zie figuur 2 voor een voorbeeld van een opgave. De speler moet in dit geval de zoetste mix serveren. In het voorbeeld bevat de linker kan naar verhouding het meeste sap en is dus het

zoetst. Door middel van slepen met de muis kan de juiste mixdrank op het dienblad gezet worden, waardoor de opgave afgerond is en de feedback in beeld verschijnt.



Figuur 2. Minispiel mixdrankjes vergelijken.

In het derde minispiel moeten spelers een blender bijvullen zodat de verhouding van de mix in de blender overeenkomt met het recept. Zie figuur 3 voor een voorbeeld van een opgave. In de blender in het voorbeeld zitten 24 delen sap en 24 delen yoghurt. Op het bord rechtsboven staat het recept van de mix die gemaakt moet worden. In dit voorbeeld is 24 delen sap op 42 delen yoghurt een mogelijk juiste oplossing. Middels slepen van het pak yoghurt kan de benodigde hoeveelheid toegevoegd worden. Als de speler op de knop van de blender klikt, verschijnt de feedback in beeld die aangeeft in hoeverre de opdracht correct is afgerond.

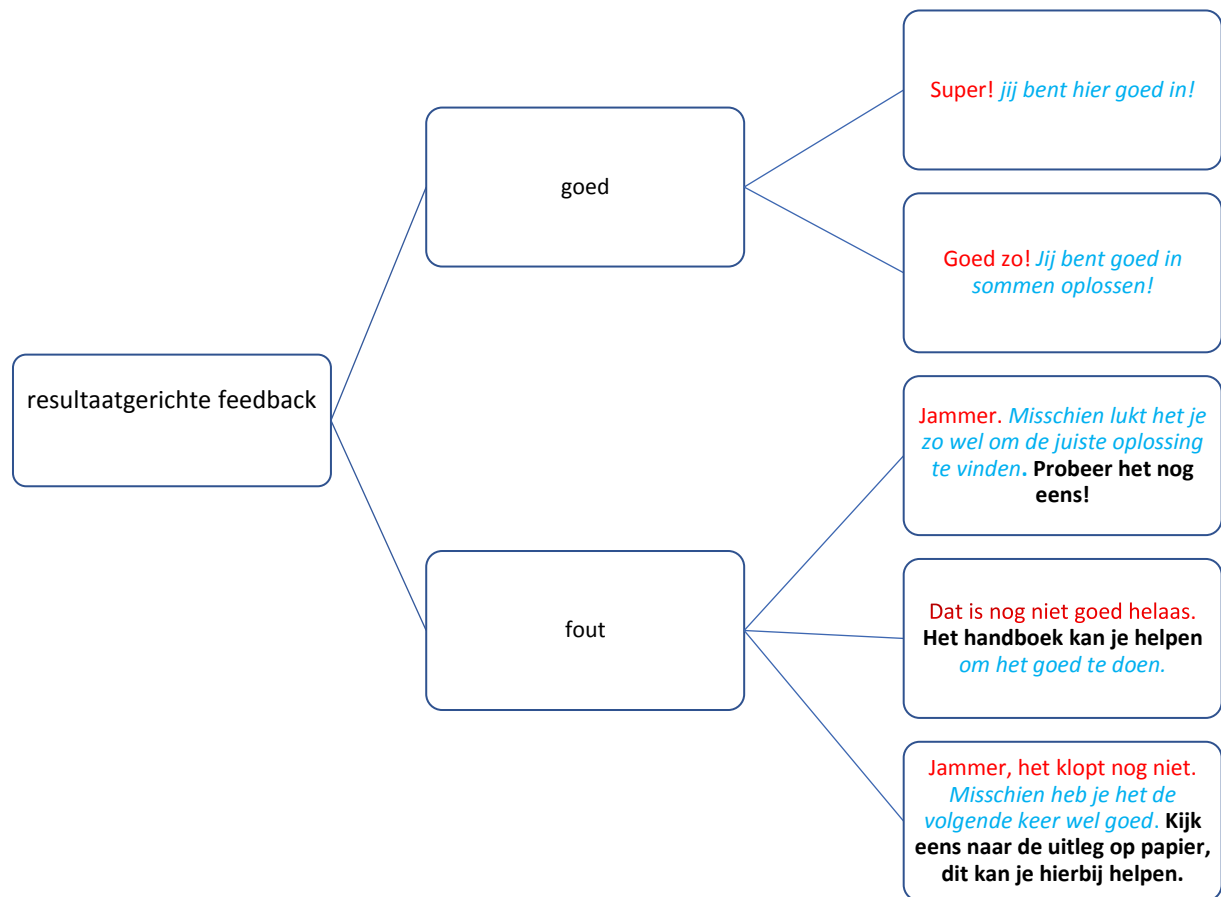


Figuur 3. Minispiel blender bijvullen.

Hulpmiddelen in het spel. Gedurende het hele spel heeft de speler toegang tot een handboek waarin duidelijk uitgelegd staat hoe je verschillende verhoudingsproblemen kunt oplossen. Daarnaast hadden spelers de mogelijkheid om een rekenmachine te gebruiken in het spel.

De Feedback en de Conditiegroepen. Voor dit onderzoek werden twee versies van Zeldenrust gebruikt; het enige verschil tussen deze twee versies was de feedback. Feedback is “informatie over aspecten van iemands prestaties of begrip” (Hattie en Timperley (2007, p. 81). In Zeldenrust werd directe feedback gegeven, dat wil zeggen dat leerlingen direct nadat zij aangaven een opdracht te hebben opgelost geïnformeerd werden of hun oplossing goed of fout was. Deze feedback gaf leerlingen informatie in welke mate hun handelen het beoogde doel had bereikt en is daarom ook wel bekend als KR (i.e. Knowledge of Results) (Hattie en Timperley, 2007). Deze feedback werd kwantitatief aangeboden (score op scorebord) en kwalitatief (tekstueel). In het geval van een foute oplossing ontvingen de leerlingen hints, deze waren eveneens kwalitatief en informeerden de leerling dat er in de serious game een handboek was en er een uitleg op papier aanwezig was.

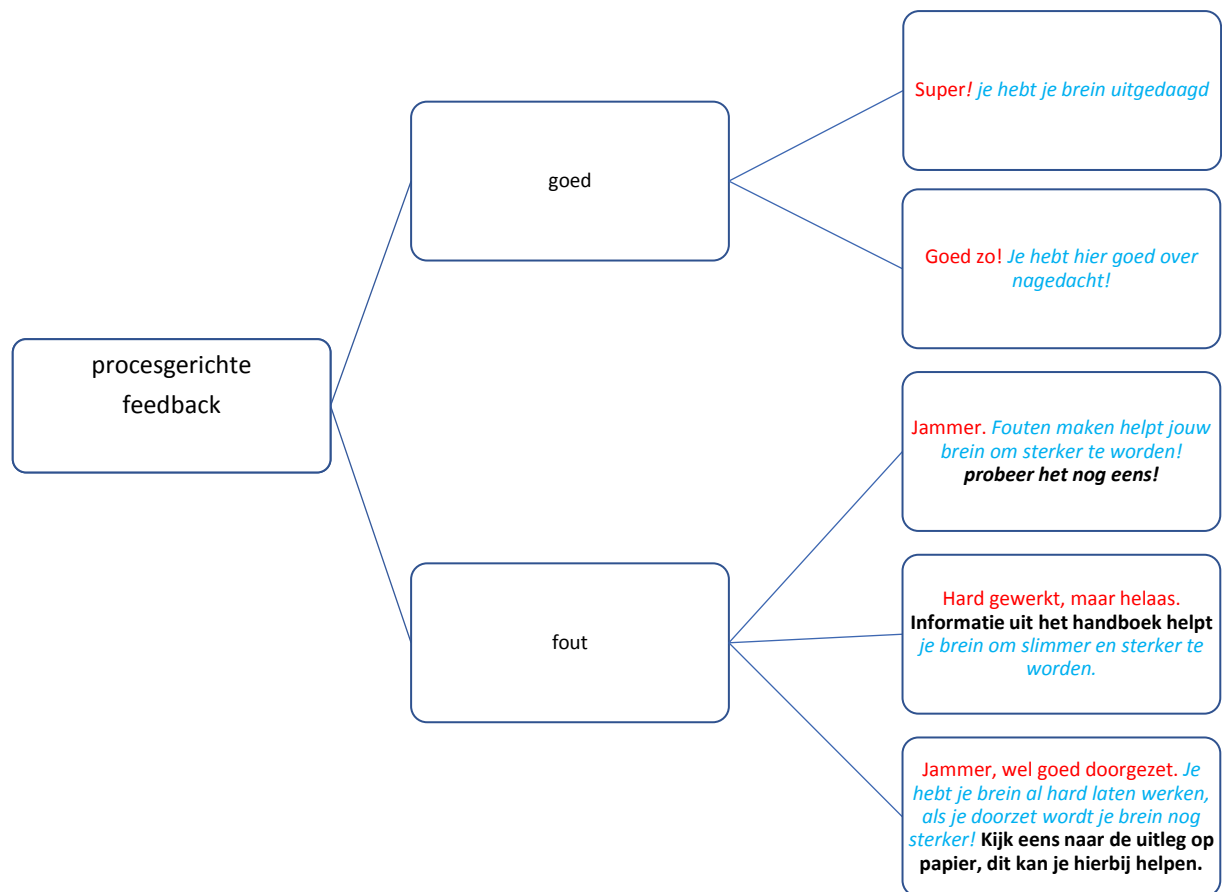
Voor het huidige onderzoek is er binnen de feedback onderscheid gemaakt tussen kwalitatieve feedback die *resultaatgericht* is en kwalitatieve feedback die *procesgericht* is. *Resultaatgericht* houdt in dit geval in dat de feedback vooral het resultaat van de leerling evalueert (was het goed of fout? Kan het beter?) en *Procesgericht* dat de feedback vooral het proces van de leerling evalueert (Hoe heb je het gedaan? Wat zou je anders kunnen doen?). Afhankelijk van de conditie waar de leerling in zat ontving de leerling KR-feedback en hints waarbij de focus dan wel op het resultaat gericht was (in de *resultaatgerichte* feedback conditie), dan wel op het proces gericht was (in de *procesgerichte* feedback conditie). Een voorbeeld van de feedback bij een juiste oplossing is te zien in figuur 4 en 5. Daarnaast worden in figuur 4 en 5 de concrete verschillen per conditiegroep inzichtelijk gemaakt.



rood = KR feedback, blauw = resultaatgerichte feedback, zwart = Hints.



Figuur 4. Feedback resultaatgerichte conditie voor minispel koelkast bijvullen.



rood = KR feedback, blauw = procesgerichte feedback, zwart = Hints.



Figuur 5. Feedback procesgerichte conditie voor minispiel koelkast bijvullen.

Het minispiel blender bijvullen. De moeilijkheidsgraad van de opgaven in het derde minispiel (i.e. transformation opgaves) is hoger gemaakt dan de andere twee minispellen (van Dooren et al., 2009; Vandercruysse, 2012). Naast dat transformation opgaves over het algemeen als moeilijk ervaren worden, maken de te gebruiken strategieën (zie bijlage 2) om tot een oplossing te komen dit een uitdagend minispiel. Dit is bewust gedaan omdat voor dit onderzoek een uitdagingenlevel in de serious game werd toegevoegd waarbij de kans op een

faalervaring hoger werd. De feedback die in het derde minispel werd aangeboden is neutraal en weinig informatief gemaakt en voor beide condities gelijk gehouden.²

Rekenvaardigheid test. De tempotest rekenen werd afgenomen (TTR) (de Vos, 1992) om de mate van automatisering van de elementaire rekenvaardigheden te meten. Het ging hierbij om de rekenvaardigheden optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen. Van elk type som was er een kolom met 40 opgaven in oplopende moeilijkheidsgraad. Een vijfde kolom bestond uit een mix van de verschillende rekensommen. De leerlingen moesten zoveel mogelijk opgaven van een kolom binnen één minuut correct oplossen. Na een korte instructie nam de test in totaal vijf minuten in beslag. De score van de TTR bestond uit het totaal correct opgeloste opgaven met een minimum van 0 (niets goed) en een maximum van 200 (alles goed).

In de huidige studie werd onderscheid gemaakt tussen leerlingen die de rekenvaardigheden wel of niet geautomatiseerd hadden. Leerlingen die gemiddeld minder dan 3 seconden nodig hadden om de som te verwerken en te beantwoorden hebben de bewerking geautomatiseerd (van de Bosch, Jager, Langstraat, Versteeg, & de Vries, zoals beschreven in ter Vrugte et al., (2015)). Dit komt neer op het oplossen van twintig sommen per minuut, wat betekent dat als een leerling 100 sommen of meer goed maakte in deze rekenvaardigheid test, de leerling het rekenen voldoende geautomatiseerd had.

Procedure

Het onderzoek bestond bij elke van de 9 klassen uit een klassikale sessie van twee aaneengesloten lesuren (i.e. 100 minuten). Bij elke klas was de eigen mentor aanwezig tijdens het onderzoek. De mentor van de klas had als instructie meegekregen om de klas te managen, zodat de onderzoeker zich op het onderzoek kon focussen. Het gebruikte spel was voor alle leerlingen nieuw. Voorafgaand aan het spel werd aan de hele klas door de onderzoeker een mondelinge instructie met behulp van een PowerPointpresentatie gegeven. Het procesgerichte leren werd hierin expliciet benoemd. Aan alle deelnemers werd uitgelegd dat veel oefenen, hard werken, een strategie uitproberen, fouten maken en opnieuw beginnen je brein sterker maakt.³ In figuur 6 zijn enkele voorbeelden uit deze PowerPointpresentatie te zien.

² Feedback derde minispel;

Eerste poging goed: super! Extra poging goed: OK!

Eerste poging fout: Jammer. Extra poging fout: Helaas.

³ Zie Bijlage 5 voor het transcript van de presentatie.

Brein aan het werk zetten!

»iets nieuws leren =

- veel oefenen
- Hard werken
- Uitproberen
- Fouten maken
- Opnieuw beginnen

• **Dan wordt je Brein sterker en heeft het iets nieuws geleerd!!!**



Je brein = een spier

Spier sterker maken



Brein sterker maken



Oefenen maakt spieren sterker!

Gebruik hulpmiddelen!

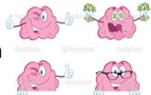
- Fouten maken helpt om iets te leren.
- Maar...

Gebruik dan wel de **goede** hulpmiddelen.

- **Rekenmachine** in het spel
- **Handboek** in het spel
- **Verhoudingstabel** tekenen

En...

- **Aantekeningen** maken



Figuur 6. Afbeeldingen uit PowerPointpresentatie.

Vervolgens werden de minispellen kort uitgelegd en is er klassikaal een voorbeeld van een rekenopgave stap voor stap uitgewerkt. Een papieren instructie over hoe de verschillende opgaves opgelost konden worden, diende hierbij als ondersteuning. Er werd aan het eind van de presentatie tevens de nadruk gelegd op het gebruik van hulpmiddelen. Hulpmiddelen in deze serious game waren het handboek of de rekenmachine.

Na de klassikale instructie, die ongeveer 15 minuten duurde, werd indien nodig van lokaal gewisseld en werden de computers/laptops⁴ opgestart. Met behulp van een URL en inlogcode konden de leerlingen starten met de game. De onderzoeker en de docent gaven indien nodig ondersteuning bij het inloggen. Hulp werd alleen geboden als er zich een technisch probleem voordeed en bij vragen over de rekenopgaves werd terugverwezen naar de uitleg en de papieren instructie. Vervolgens werkten de leerlingen zelfstandig 75 minuten met de game of tot zij deze uitgespeeld hadden. Leerlingen die het spel eerder uitgespeeld hadden, konden bij de onderzoeker een woordzoeker of tekening ophalen om mee bezig te zijn totdat de tijd om was. Na 75 minuten werd er afgesloten en maakten de leerlingen onder leiding van de onderzoeker gezamenlijk de tempo test rekenen (TTR).

Data-analyse

Logfiles. Vanuit de logfiles van de game, zijn per opgave de gegevens verkregen om het spelgedrag van de leerlingen weer te geven. In tabel 1 is een overzicht te zien van de

⁴ Op één school werkten alle leerlingen op een eigen laptop. Op een andere school was een computerlokaal en op de derde school waren enkele computers in de eigen klas en had de onderzoeker gezorgd voor een aantal laptops.

variabelen die gemaakt zijn. Per minispel werden de vier opgaven samengevoegd om de prestaties van de leerlingen weer te geven.

Tabel 1
Overzicht variabelen

Variabele	logfile	berekening	Min-max per level	Min – max gehele game
Aantal opgaves correct	Correct antwoord per opgave	Som van alle correcte antwoorden	0 - 12	0 - 48
Aantal pogingen	Aantal pogingen per opgave	Som van aantal pogingen	N/A	N/A
Gemiddelde tijd	Gemiddelde tijd gespendeerd aan een opgave	Totale tijd per minispel, per level/ totaal gemaakt aantal opgaves per minispel, per level	N/A	0 - 450 sec.
Doorzetten	Aantal correct Fout antwoord Extra pogingen	0 extra pogingen+ alles goed = 0 0 extra pogingen + alles fout = -1 0 extra pogingen + 1 correct, 3 fout = -1 Extra pogingen = 1 per poging	N/A	N/A
Totaal gebruik handboek	Actie handboek	Som van aantal keren handboek actie	N/A	N/A
Totaal gebruik rekenmachine	Actie rekenmachine	Som van aantal keren rekenmachine actie	N/A	N/A

Met de variabele *gemiddelde tijd per opgave* werd voor ieder minispel per level weergegeven hoe lang een leerling gemiddeld met één opgave van één minispel bezig is geweest, het navigeren door het spel werd niet gemeten. Een hogere score op de variabele tijd kan betekenen dat leerlingen de opgaves moeilijk vonden en hierdoor langzamer waren met de berekening maken of dat ze veelvuldig werden afgeleid. Het spenderen van meer tijd aan een opgave kan wijzen op moeite met rekenen met verhoudingen. Leerlingen hadden in deze versie van Zeldenrust de keuze om een opgave nogmaals te maken of door te gaan naar de volgende opgave. Een hoge score voor tijd gespendeerd aan een opgave kan dan tevens wijzen op het doen van meerdere pogingen.

De variabele *Doorzetten*⁵ is gemaakt om de mate van doorzetten bij een opgave te meten. Deze variabele is gebaseerd op het aantal pogingen en foute oplossingen (zie tabel 1). Deze maat kan inzichtelijk maken dat leerlingen die vaak fouten maken en daarna een extra poging doen aan het doorzetten zijn. Aan leerlingen die een opgave fout hadden en vervolgens geen extra poging deden en aan de sterke rekenaars die geen extra pogingen

⁵ Zie bijlage 4

hoefden te doen werd een lagere waarde toegekend. Aan de rekenaars die extra pogingen deden na een fout antwoord, werd een hogere waarde toegekend.

Er werd in het spel gemeten hoe vaak een leerling hulpmiddelen (i.e. handboek en rekenmachine) in het spel geactiveerd hebben. Deze variabelen kunnen inzichtelijk maken of leerlingen de gegeven feedback om deze hulpmiddelen in te zetten hebben bekeken.

Analyse van de data bestond uit het vergelijken van condities en resultaten door middel van meerdere independent sample t-toetsen. Het gehanteerde alpha level was 0.05 en voor het rapporteren van effect grootte is Cohen d-statistiek gebruikt. Een mixed model univariate analysis of variance (ANOVA) werd gebruikt om het effect van feedback op motivatie te controleren, een backward lineaire regressieanalyse werd gebruikt om het effect van feedback op faalervaringen te controleren.

Resultaten

In totaal hebben 190 leerlingen aan het onderzoek deelgenomen, 88 meisjes en 102 jongens. Hiervan zijn 19 leerlingen (10 %) uitgesloten van de data-analyse omdat de data niet compleet was; vanwege ziekte of het niet hebben van een laptop tijdens de spelsessie (14 leerlingen) of vanwege technische problemen (5 leerlingen).

Van de 171 overgebleven leerlingen werd alleen de data geanalyseerd van leerlingen die verder waren gekomen dan het eerste level van het eerste minispiel. Ook werd er een outlier verwijderd, omdat de totale tijd bij deze leerling niet juist was gemeten en dit invloed had op het gemiddelde. Dit betekende dat nogmaals 9 leerlingen (5%) zijn verwijderd uit de dataset. Uiteindelijk zijn 162 leerlingen, 80 jongens en 82 meisjes evenredig verdeeld over de twee condities, meegenomen in de analyse van de resultaten.

In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de beschrijvende statistiek voor de resultaten van de leerlingen per conditie in de totale game. Om vast te stellen of de twee condities vergelijkbaar waren op het gebied van algemene rekenvaardigheid en voorkennis van rekenen met verhoudingen, is gekeken naar de scores voor de rekenvaardigheidstoets (TTR) en de prestaties van de leerlingen in het koelkast minispiel van level 1. Een independent sample t-toets met TTR score als afhankelijke variabele en conditie als onafhankelijke variabele toonde geen verschillen aan tussen de *procesgerichte feedback conditie* ($M=107.2$, $SD=20.8$) en de *resultaatgerichte feedback conditie* ($M=106.8$, $SD=21.6$), $t(155)=0.109$, $p=.913$, Cohen's $d=0.02$.

Een independent sample t-toets met het *aantal correct* in level 1 van het koelkast minispel als afhankelijke variabele en de conditie als onafhankelijke variabele toonde geen verschillen aan tussen de *procesgerichte feedback conditie* ($M=2.6$, $SD=1.3$) en de *resultaatgerichte feedback conditie* ($M=2.8$, $SD=1.2$), $t(160)=-1.057$, $p=.292$, Cohen's $d=0.16$. Een independent sample t-toets met het *aantal pogingen* in level 1 van de koelkast minispel als afhankelijke variabele en de conditie als onafhankelijke variabele toonde geen verschillen aan tussen de *procesgerichte feedback conditie* ($M=5.3$, $SD=1.4$) en de *resultaatgerichte feedback conditie* ($M=5.2$, $SD=1.3$); $t(160)=0.427$, $p=.670$, Cohen's $d=0.07$. Uit deze resultaten blijkt dat de prestaties van leerlingen in beide condities vergelijkbaar zijn op het gebied van voorkennis van het rekenen met verhoudingen en algemene rekenvaardigheden.

Tabel 2

Samenvatting van leerling scores per conditie, totale game

	<i>Procesgerichte Feedback (n=82)</i>		<i>Resultaatgerichte Feedback(n=80)</i>	
	M	SD	M	SD
<u><i>In-game resultaten</i></u>				
Aantal pogingen	33.2	16.5	31.0	16.8
Aantal opgaves correct	13.7	6.9	13.1	4.8
Gemiddelde tijd per opgave (sec.)	505.4	253.6	564.4	389.8
Doorzetten	2.5	4.3	2.2	4.2
Totaal gemaakte opgaves	28.5	14.9	26.6	15.5
Handboekgebruik	.4	.8	.5	1.3
Rekenmachine	3.4	6.4	3.0	6.1

Effecten van de Feedback

De eerste hypothese was dat dat *leerlingen in de procesgerichte feedback conditie meer gemotiveerd zijn, dan leerlingen in de resultaatgerichte feedback conditie*. Om na te gaan of het type feedback in de game een aantoonbaar effect heeft op het spelgedrag (i.e. proces en prestaties) van de leerlingen, zijn alle resultaten over de gehele serious game met elkaar

vergeleken. Independent sample t-toetsen met conditie als onafhankelijke variabele toonden aan dat de condities niet significant verschilden voor de mate van doorzetten, $t(160) = 0.428$, $p = .670$, Cohen's $d = 0.07$, de totaal bestede tijd, $t(160) = -1.145$, $p = .254$, Cohen's $d = 0.15$, de totaal gemaakte opgaves, $t(160) = 0.791$, $p = .430$, Cohen's $d = 0.12$, het aantal pogingen, $t(160) = 0.836$, $p = .404$, Cohen's $d = 0.13$ en het aantal opgaves correct, $t(160) = 0.498$, $p = .619$, Cohen's $d = 0.08$. Ook wat betreft de ondersteuning bleken er geen verschillen, het totale handboekgebruik, $t(160) = -0.524$, $p = .601$, Cohen's $d = 0.07$, en het totale rekenmachinegebruik, $t(160) = 0.396$, $p = .693$, Cohen's $d = 0.06$. Uit deze resultaten blijkt dat er geen effecten gevonden zijn van de twee soorten feedback op de spelprestaties van de leerlingen.

Om na te gaan of de soort feedback in de game een effect had op het gemiddelde aantal pogingen per opgave zijn de twee condities vergeleken. Als eerste werd hiervoor een mixed model univariate analysis of variance (ANOVA) uitgevoerd, met het aantal pogingen per level van het *koelkast minispel* (level 1, 2, 3 en 4) als within subject variabele en conditie (procesgerichte feedback vs. resultaatgerichte feedback) als between subject variabele. Resultaten toonden een hoofd effect voor de within subject variabele, $F(3,49) = 11.82$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.420$, maar geen interactie effect, $F(3,49) = 0.706$, $p = .553$, $\eta^2_p = 0.041$.

Vervolgens werd er een mixed model univariate analysis of variance (ANOVA) uitgevoerd, met het aantal pogingen per opgave per level van het *blender minispel* (level 1, 2, 3 en 4) als within subject variabele en conditie (procesgerichte feedback vs. resultaatgerichte feedback) als between subject variabele. Resultaten toonden een hoofdeffect voor de within subject variabele, $F(3,43) = 14.17$, $p < .001$, $\eta^2_p = 0.497$, maar geen interactie effect, $F(3,43) = 1.72$, $p = .178$, $\eta^2_p = 0.107$. Hieruit bleek dat zowel voor het *minispel koelkast* als voor het *minispel blender* er over tijd in het gemiddeld aantal ondernomen pogingen per opgave een significant verschil was ongeacht conditie. De vorm van feedback had dus geen aantoonbare invloed op hoeveel pogingen leerlingen ondernamen. In tabel 3 wordt een overzicht gegeven van de beschrijvende statistiek voor de resultaten per feedback conditie van het aantal pogingen die leerlingen deden in de serious game.

Tabel 3

Aantal pogingen gemiddeld per level, minispel koelkast en blender

	<i>Procesgerichte</i>		<i>Resultaatgerichte</i>	
	<i>Feedback (n=28)</i>		<i>Feedback(n=25)</i>	
	M	SD	M	SD
<u><i>Minispel koelkast</i></u>				
Level 1	5.2	1.4	5.4	1.8
Level 2	5.1	1.0	5	1.2
Level 3	4.7	.9	4.4	.5
Level 4	4.0	.9	4.1	.7
	<i>Procesgerichte</i>		<i>Resultaatgerichte</i>	
	<i>Feedback (n=24)</i>		<i>Feedback(n=23)</i>	
	M	SD	M	SD
<u><i>Minispel blender</i></u>				
Level 1	5.4	1.5	5.7	1.4
Level 2	4.8	1.1	4.6	.9
Level 3	4.2	1.0	4	.4
Level 4	4.1	1.2	4.1	.5

De tweede hypothese was dat *leerlingen in de procesgerichte feedback conditie minder negatieve effecten ervaren van faalervaringen dan leerlingen in de resultaatgerichte feedbackconditie*. Om dit na te gaan werd voor elke conditie apart een backward lineaire regressieanalyse uitgevoerd met aantal correct in het *minispel blender level 1* als voorspeller voor aantal correct in het *minispel koelkast level 2*, er werd hierbij rekening gehouden met de kennis van het rekenen met verhoudingen van de leerling; het aantal correct in het *minispel koelkast level 1*. De twee voorspellende variabelen werden tegelijkertijd in het model ingevoerd. In Tabel 4 staat een overzicht van de correlaties, gemiddelden en standaarddeviaties van de ingevoerde variabelen.

Omdat de variabelen correleren werd getest of deze de aannames voor multicollineariteit niet schenden. Voor de *resultaatgerichte feedback conditie* was; *koelkast*

Level 1 Tolerance = .791 VIF = 1.26, *blender Level 1* Tolerance = .791. VIF = 1.26. Voor de *procesgerichte feedback conditie* was: *koelkast level 1* Tolerance = .820, VIF = 1.219, *blender level 1* Tolerance = .820, VIF = 1.22. De waardes van VIF < 10 en Tolerance > 0.1, waaruit kan worden geconcludeerd dat de geanalyseerde variabelen geen multicollineariteit lieten zien.

Tabel 4

Correlaties, gemiddelden en standaarddeviaties van regressie variabelen

<i>Conditie</i>	<i>metingen</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Correct Koelkast Level 2</i>	<i>Correct Koelkast Level 1</i>	<i>Correct Blender Level 1</i>
Procesgericht	correct koelkast Level 2	1.5	1.5		.427**	.475**
Resultaatgericht	correct koelkast Level 2	1.7	1.3		.241*	.266*
Procesgericht	correct koelkast Level 1	2.6	1.3	.427**		.424**
Resultaatgericht	correct koelkast Level 1	2.8	1.2	.241*		.457**
Procesgericht	correct blender Level 1	1.3	1.5	.475**	.424**	
Resultaatgericht	correct blender Level 1	1.7	1.7	.266*	.457**	

* $p < .05$, ** $p < .01$

Het regressiemodel met aantal correct *minispel koelkast level 2* als afhankelijke variabele en aantal correct *minispel koelkast level 1* en aantal correct *minispel blender level 1* als onafhankelijke variabele was significant voor de *procesgerichte feedback conditie*, $F(2, 63) = 12.75$, $p = <.001$.), $R^2 = .288$. Het model was passend en er bestond een positieve relatie tussen de variabelen; 28,8 % van de variantie voor aantal correct *minispel koelkast level 2*, werd voorspeld door aantal correct *minispel koelkast level 1* ($\beta = .321$, $p = .022$) en aantal correct *minispel blender level 1* ($\beta = .343$, $p = .003$), waarbij het aantal correcte opgaven die gedaan zijn in de *minigame blender level 1* de belangrijkste voorspellende variabele was (22,6 %).

Het regressiemodel met aantal correct *minispel koelkast level 2* als afhankelijke variabele en aantal correct *minispel koelkast level 1* en aantal correct *minispel blender level 1* als onafhankelijke variabele was significant voor de *resultaatgerichte feedback conditie*; $F(1,57) = 1.14$, $p = .040$. $R^2 = .071$. De variabele aantal correct *minispel koelkast level 1* werd door de backward regressie uit het model verwijderd, daarnaast werd 7,1 % van de variantie voor aantal correct *minispel koelkast level 2* voorspelt door aantal correct *minispel blender level 1* ($\beta = .250$, $p = .040$), wat indiceert dat het model niet passend was.

Uit de analyses blijkt dat voor leerlingen die *procesgerichte feedback* ontvingen de prestatie in het koelkast minispel level 2 deels voorspeld werd door de kennis van het rekenen met verhoudingen en de prestatie in het minispel blender level 1. De twee voorspellende variabelen waren positief gecorreleerd aan het minispel koelkast level 2; een lager resultaat in het minispel blender level 1 voorspelde een lager resultaat in het daaropvolgende minispel koelkast level 2. Daarnaast bleek dat voorkennis van het rekenen met verhoudingen een rol speelde voor de prestatie van deze leerlingen in het minispel koelkast level 2. Voor leerlingen die *resultaatgerichte feedback* ontvingen bleek uit de resultaten dat voorkennis geen rol speelde omdat het rekenen met verhoudingen geen voorspellende waarde had voor de prestatie in het minispel koelkast level 2. De relatie van de variabele minispel blender level 1 bleek positief gecorreleerd aan het minispel koelkast level 2; een lager resultaat in het minispel blender level 1 voorspelde een lager resultaat in het daaropvolgende minispel koelkast level 2.

Effecten van de Feedback bij Leerlingen met een Lage Score voor Rekenvaardigheid

Om na te gaan of binnen de groep leerlingen die moeite hebben met rekenen, leerlingen in de *procesgerichte feedback conditie* vaker doorzettingsvermogen laten zien, dan de leerlingen in de *resultaatgerichte feedback conditie* is ervoor gekozen om alle eerder uitgevoerde analyses nogmaals te herhalen voor deze groep leerlingen in de dataset.

Om vast te stellen of de twee condities vergelijkbaar waren op het gebied van algemene rekenvaardigheid en voorkennis van het rekenen met verhoudingen, is eerst gekeken naar de scores voor de rekenvaardigheidstoets (TTR) en de prestaties van de leerlingen in het koelkast minispel van level 1. Een independent sample t-toets met TTR score als afhankelijke variabele en conditie als onafhankelijke variabele toonde geen verschillen aan, tussen de *procesgerichte feedback conditie* $M=85,7$ ($SD = 12,3$) en de *resultaatgerichte feedback conditie* $M=86,7$ ($SD = 9,6$), $t(60) = -0.349$, $p = .728$, Cohen's $d = 0.10$.

Een independent sample t-toets met het aantal correct in level 1 van het koelkast minispel als afhankelijke variabele en conditie als onafhankelijke variabele toonde geen verschillen aan, tussen de *procesgerichte feedback conditie* ($M=2.4$, $SD=1.5$) en de *resultaatgerichte feedback conditie* ($M=2.8$, $SD=1.3$); $t(60) = -1,073$ $p = .288$, Cohen's $d = 0.29$ en voor het aantal pogingen tussen de *procesgerichte feedback conditie* ($M=5.3$, $SD=1.4$) en de *resultaatgerichte feedback conditie* ($M=5.6$ $SD = 1.6$), $t(60) = -0,777$, $p = .440$, Cohen's $d = 0.20$, toonde aan dat de condities niet verschilden. Uit deze resultaten blijkt dat de prestaties van leerlingen in beide condities vergelijkbaar zijn op het gebied van voorkennis van rekenen

met verhoudingen en algemene rekenvaardigheden. In tabel 5 wordt een overzicht gegeven van de beschrijvende statistiek voor de resultaten over de gehele game van de leerlingen met een TTR-score van ≤ 100 , per conditie.

Tabel 5

Samenvatting van leerling scores per conditie, totale game, TTR-score ≤ 100

	<i>Procesgerichte</i>		<i>Resultaatgerichte</i>	
	<i>Feedback (n=29)</i>		<i>Feedback (n=33)</i>	
	M	SD	M	SD
<u><i>In-game resultaten</i></u>				
Aantal pogingen	32.6	17.1	31.6	17.1
Aantal opgaves correct	12.9	7.3	12.8	6.1
Gemiddelde tijd per opgave (sec.)	483.7	317.9	515.9	189.4
Doorzetten	2.6	4.8	2.9	4.9
Totaal gemaakte opgaves	27.9	14.8	26.4	15.5
Handboekgebruik	.4	.9	.6	1.5
Rekenmachine	3.1	5.1	4.5	1.5

Om na te gaan of *feedback in de game* een aantoonbaar effect heeft op het spelgedrag van lager presterende leerlingen met een lage score voor de rekenvaardigheid test, zijn alle resultaten over de gehele serious game met elkaar vergeleken. Independent sample t-toetsen met conditie als onafhankelijke variabele toonden aan dat de condities niet significant verschilden voor de mate van doorzetten, $t(60) = -0.315$, $p = .754$, Cohen's $d = 0.06$, de totaal bestede tijd, $t(60) = -0.493$, $p = .624$, Cohen's $d = 0.17$, het totale aantal gemaakte opgaves, $t(60) = 0.388$, $p = .700$, Cohen's $d = 0.10$, het aantal pogingen; $t(60) = 0.226$, $p = .822$, Cohen's $d = 0.06$ en het aantal opgaves correct, $t(60) = 0.102$, $p = .919$, Cohen's $d = 0.02$. Ook wat betreft het gebruik van ondersteuning bleken er geen verschillen, het totale handboek gebruik, $t(60) = -0.607$, $p = .546$, Cohen's $d = 0.13$, en het totale rekenmachine gebruik, $t(60) = -0.794$, $p = .431$, Cohen's $d = 0.18$. Uit deze resultaten blijkt dat er geen effecten gevonden zijn van de twee soorten feedback op de algemene spelprestaties van deze groep leerlingen.

Om na te gaan of *de soort feedback in de game een effect had op het aantal gedane pogingen per opgave*, zijn de twee condities vergeleken voor zowel het koelkast minispel als het blender minispel. In tabel 6 wordt een overzicht gegeven van de beschrijvende statistiek voor de resultaten van het aantal pogingen per feedback conditie. Een mixed model univariate analysis of variance (ANOVA) is uitgevoerd, met het aantal pogingen per level van de koelkast (level 1, 2 en 3) als within subject variabele en conditie (procesgerichte feedback vs. resultaatgerichte feedback) als between subject variabele. Resultaten tonen een hoofdeffect voor de within subject variabele, $F(2,25) = 6,62, p = .005, \eta^2 = .346$, maar geen interactie effect, $F(2,25) = 1,50, p = .243, \eta^2 = .107$

Tabel 6
Aantal pogingen, minispel koelkast en blender, TTR-score ≤ 100

	<i>Procesgerichte</i>		<i>Resultaatgerichte</i>	
	<i>Feedback (n=14)</i>		<i>Feedback(n=14)</i>	
	M	SD	M	SD
<u><i>Minispel koelkast</i></u>				
Level 1	5.4	1.4	5.8	2.0
Level 2	4.7	.8	5.2	1.3
Level 3	4.4	1.1	4.1	1.2
	<i>Procesgerichte</i>		<i>Resultaatgerichte</i>	
	<i>Feedback (n=11)</i>		<i>Feedback(n=11)</i>	
	M	SD	M	SD
<u><i>Minispel blender</i></u>				
Level 1	5.8	1.3	5.7	1.5
Level 2	5.1	1.0	4.7	1.1
Level 3	4.5	1.3	3.7	.5

Een mixed model univariate analysis of variance (ANOVA) met het aantal pogingen per opgave per level van de blender (level 1, 2 en 3) als within subject variabele en conditie (procesgerichte feedback vs. Resultaatgerichte feedback) als between subject variabele toonde een hoofdeffect voor de within subject variabele, $F(2,19) = 11,44, p = .001, \eta^2 = .546$, maar

geen interactie effect, $F(2,19) = .64$, $p = .541$, $\eta^2 = .063$. Hieruit bleek dat zowel voor het minispel koelkast als voor het minispel blender er over tijd in het gemiddeld aantal ondernomen pogingen per opgave een significant verschil was ongeacht conditie. De vorm van feedback had dus geen aantoonbare invloed op hoeveel pogingen deze groep leerlingen ondernamen.

Om na te gaan of lager presterende leerlingen, in de procesgerichte feedback conditie minder negatieve effecten ervaren van faalervaringen dan leerlingen in de resultaatgerichte feedbackconditie, werd voor elke conditie apart een backward lineaire regressieanalyse uitgevoerd. Met het aantal correct in het *minispel blender level 1* als voorspeller voor het aantal correct in het *minispel koelkast level 2*, er werd hierbij rekening gehouden met de kennis van het rekenen met verhoudingen van leerlingen; het aantal correct in het *minispel koelkast level 1*. De twee voorspellende variabelen werden tegelijkertijd in het model ingevoerd. In Tabel 7 staat een overzicht van de correlaties, gemiddelden en standaarddeviaties van de ingevoerde variabelen.

Omdat de variabelen correleren werd getest of deze de aannames voor multicollineariteit niet schenden. Voor de *resultaatgerichte feedbackgroep* was; koelkast Level 1 Tolerance = .890 VIF = 1.123, blender Level 1 Tolerance = .890. VIF = 1.123. Voor de *procesgerichte feedbackgroep* was; koelkast Level 1 Tolerance = .662, VIF = 1.510, blender Level 1 Tolerance = .662, VIF = 1.510. De waardes van $VIF < 10$ en $Tolerance > 0.1$, waaruit kan worden geconcludeerd dat de geanalyseerde variabelen geen multicollineariteit lieten zien.

Tabel 7

Correlaties, gemiddelden en standaarddeviaties van regressie variabelen, TTR-score ≤ 100

<i>Conditie</i>	<i>metingen</i>	M	SD	<i>Correct Koelkast Level 2</i>	<i>Correct Koelkast Level 1</i>
Procesgericht	correct koelkast Level 2	1.0	1.5		
Resultaatgericht	correct koelkast Level 2	1.4	1.2		
Procesgericht	correct koelkast Level 1	2.3	1.5	.502*	
Resultaatgericht	correct koelkast Level 1	2.6	1.4	.074	
Procesgericht	correct blender Level 1	1.3	1.5	.478*	.581*
Resultaatgericht	correct blender Level 1	1.7	1.7	.278	.331

* $p < .05$

Het regressiemodel met aantal correct *koelkast level 2* als afhankelijke variabele en aantal correct *koelkast level 1* en aantal correct *blender level 1*, als onafhankelijke variabelen bleek deels passend voor de *procesgerichte feedback conditie*; de variabele *blender level 1* ($\beta = .277$, $p = .223$), was niet significant en werd door de backward regressie uit het model verwijderd. De variabele aantal correcte opgaves bij *koelkast level 1* ($\beta = .500$, $p = .012$) bleek significant; $F(1,21) = 7.41$, $p = .012$, $R^2 = .252$. Deze variabele; de voorkennis van rekenen met verhoudingen, verklaarde 25,2 % van de variantie in aantal correct *koelkast level 2*.

Voor de *resultaatgerichte feedback conditie* was een regressieanalyse niet mogelijk omdat de variabelen aantal correct *blender level 1* en aantal correct *koelkast level 1* niet correleerden met de afhankelijke variabele aantal correct *koelkast level 2*.

Uit de analyses blijkt dat voor de lager presterende leerlingen die *procesgerichte feedback* ontvingen de prestatie in het koelkast minispel level 2 deels voorspeld werd door hun voorkennis van rekenen met verhoudingen, maar niet door hun prestaties in het minispel blender level 1. De variabele *koelkast level 1* was positief gecorreleerd aan de variabele *koelkast level 2*; de voorkennis van rekenen met verhoudingen speelde een rol voor de prestaties in het minispel koelkast level 2. Voor de leerlingen die *resultaatgerichte feedback* ontvingen bleek dat de twee ingevoerde variabelen geen voorspellende waarde hadden voor de prestaties in *koelkast level 2*.

Discussie

Het doel van deze studie was het onderzoeken van de effecten van de inhoud van feedback op de motivatie van vmbo-leerlingen in een serious game. In het huidige onderzoek werd procesgerichte feedback vergeleken met resultaatgerichte feedback en wat het effect was van de vorm van feedback op de motivatie van de leerlingen. Vervolgens werd er gekeken of frustratie die leerlingen opliepen door het maken van extra moeilijke opgaves van invloed was op het doorzettingsvermogen en de prestaties van leerlingen. Hieronder worden de belangrijkste resultaten van deze studie besproken.

Motivatie en feedback

Hoewel op basis van eerdere bevindingen (Mueller & Dweck, 1998; Aronson, Fried & Good 2002; Backwell et al. 2007; Skipper & Douglas 2012) verwacht werd dat *procesgerichte feedback* een positief effect zou hebben op de motivatie van de leerlingen bleek uit de huidige resultaten geen verschil tussen de leerlingen die *resultaatgerichte feedback* ontvingen en de leerlingen die *procesgerichte feedback* ontvingen; de inhoud van de feedback bleek geen

invloed te hebben op het aantal pogingen, de tijd die besteed werd aan een opgave en hoe goed deze opgave gemaakt werden. Daarnaast werd er, uitgaande van eerder onderzoek van Dweck (1988) en Mueller en Dweck (1998), verwacht dat leerlingen die *procesgerichte feedback* ontvingen, vaker gemotiveerd zijn strategieën (i.e. hulpmiddelen) in te zetten om tot de juiste resultaten te komen. Echter in de huidige studie werd hier geen bewijs voor gevonden; er was geen verschil tussen condities in het gebruik van hulpmiddelen (i.e. handboek en rekenmachine).

Er zijn verschillende factoren die kunnen verklaren waarom bevindingen uit eerder onderzoek niet gerepliceerd werden in de huidige studie. Ten eerste werd in eerdere studies feedback zowel tekstueel als in gesproken vorm aangeboden, wat het verschil in effecten kan verklaren (Fiorella, Vogel-Walcutt & Schatz (2012). Dat de leerlingen geschreven feedback waarschijnlijk niet effectief konden verwerken hangt volgens bevindingen van Mayer (2014a) en Mayer (2014b) samen met de vorm waarin feedback of instructie aangeboden wordt in serious games. Het aanbieden van gesproken feedback, naast de geschreven feedback, zorgt voor een gelijkmatigere verwerking van de aangeboden informatie. Hierdoor wordt de capaciteit van de leerlingen om nieuwe informatie te verwerken vergroot (Johnson et al., 2017).

Ten tweede werd in de huidige studie door een groot aantal leerlingen regelmatig een fout antwoord gegeven, met als gevolg dat de leerlingen veelvuldig feedback ontvingen. Hoewel leerlingen meer aandacht hebben voor feedback die volgt na het geven van een fout antwoord en een voorkeur voor onmiddellijke feedback (Van de Kleij et al., 2012), verminderd hierdoor volgens de bevindingen van Van de Kleij et al., (2012) de aandacht voor de feedback. Voor het merendeel van de leerlingen in het huidige onderzoek kan het veelvuldig geven van een fout antwoord een factor zijn geweest, die van invloed was op het goed lezen van de aangeboden feedback. Het ontvangen van veel feedback kan leerlingen afleiden van het nadenken over een correcte oplossing (Maier, Wolf & Randler, 2016).

Uitgaande van de aanname dat de gegeven feedback niet goed gelezen of verwerkt is kan ertoe hebben geleid dat leerlingen weinig gestimuleerd waren om de hints in de feedback op te volgen. De hints die gegeven werden na een fout antwoord waren; het gebruik maken van het handboek binnen het spel (i.e. digitale tekst) en het gebruik maken van de aangeboden uitleg op papier. Uit de data kwam naar voren dat het handboek weinig werd ingezet door de leerlingen. Deze aangeboden hulpmiddelen in de serious game (i.e. handboek en rekenmachine) werden door de meeste leerlingen genegeerd. Het gebruik van de uitleg op papier is in deze studie niet gemeten.

Ten derde bleek de inhoud van de feedback geen invloed te hebben gehad op de mate van motivatie van leerlingen. Dit in tegenstelling tot meerdere onderzoeken van (Blackwell et al., 2007 en Henderlong Corpus & Lepper, 2007). Er zijn weinig onderzoeken bekend waarbij *procesgerichte* en *prestatiegerichte* feedback werd geïntegreerd in een serious game. In het onderzoek van O'Rourke et al., (2014), was *procesgerichte* en *resultaatgerichte* feedback geïntegreerd in een online rekenspel en waren er effecten gemeten op de mate van motivatie. Bij genoemde studie was sprake van een zeer grote dataset, waardoor kleine effecten een significant verschil kunnen aantonen. Verder waren spelers anoniem, deelname was meestal kortdurend en spelers konden elk moment stoppen met de serious game. Het huidige onderzoek was anders van opzet; leerlingen speelden verplicht binnen twee lesuren, wat effect kan hebben gehad op de gemeten motivatie.

Volgens onderzoek van Maier, Wolf en Randler (2016) is intrinsieke motivatie van leerlingen van belang voor het binnenkrijgen en verwerken van feedback. Als leerlingen feedback zien als helpend, zullen ze sneller na gaan denken over de te volgen strategie om een opgave op te lossen. Het is mogelijk dat een groot deel van de leerlingen een lage intrinsieke motivatie had om meerdere pogingen te doen om tot een correcte oplossing te komen. Het is mogelijk dat de aangeboden feedback, zowel proces-, als prestatiegerichte feedback geen invloed meer kan hebben op de motivatie van een leerling.

Een belangrijk argument voor het feit dat motivatie niet door de vorm van feedback in de serious game werd gestimuleerd kan liggen in het feit dat leerlingen geen autonomie in het spelen van het spel ervaarden (Ryan et al., 2006), Wouters et al., 2013). De serious game 'Zeldenrust' is voor een groot gedeelte educatief; de verhaallijn en keuzes waren gefixeerd en mogelijk voor leerlingen hierdoor als minder motiverend ervaren om actief aan de slag te gaan met het berekenen van de oplossingen.

Bij de opzet van het onderzoek waren er enkele technische restricties aan wat er mogelijk was waardoor feedback niet op de gewenste manier kon worden ingebed in de serious game. Er was geen mogelijkheid om de feedback adaptief te maken, waardoor er niet inhoudelijk ingegaan kon worden op de foute oplossing. Leerlingen ontvingen van tevoren bepaalde zinnen met feedback en bij het regelmatig maken van fouten, kregen leerlingen steeds dezelfde feedback te lezen. Deze herhaling van feedback kan een negatief effect hebben gehad op de motivatie en het doorzettingsvermogen van leerlingen. Omdat er in de serious game niet voldoende ruimte was om variatie in feedback te creëren, is het mogelijk dat het verschil tussen de twee vormen van feedback niet voldoende naar voren is gekomen in de serious game. Dit alles kan tot gevolg hebben gehad dat de verschillen tussen de condities

niet significant waren. In een volgend onderzoek is het aan te raden om voor deze restricties een oplossing te vinden.

Tenslotte werd in de huidige studie motivatie niet gemeten door middel van een vragenlijst. Hier is bewust voor gekozen omdat het onderzoek zich in de eerste plaats richtte op het meten van motivatie en spelgedrag vanuit de verzamelde data in de serious game. Daarnaast geeft Wouters et al. (2013) in hun meta-analyse het argument dat het meten van motivatie en spelplezier middels vragenlijsten na het spelen van een serious game niet productief is, omdat motivatie en spelplezier dan al gezakt is. Het is mogelijk dat in het huidige onderzoek, de verkregen logfiles en de daaruit verkregen variabelen niet de motivatie van leerlingen accuraat kon meten.

Falen en Feedback

In de huidige studie werd verwacht dat leerlingen in de *procesgerichte feedback* conditie minder last zouden hebben van een faalervaring of frustratie. Uit de data kan voorzichtig geconcludeerd worden dat feedback effect heeft op hoe leerlingen reageren op frustratie. De gevonden resultaten komen overeen met de onderzoeken van Dweck en Legget (1988), Mueller en Dweck (1998), Henderlong Corpus en Lepper (2007), en Skipper en Douglas (2012). Zij verklaarden dat leerlingen die hun focus op het resultaat hadden liggen, gefrustreerd raken na een faalervaring. Daarentegen zouden leerlingen die hun focus op het proces van het leren hadden liggen, minder beïnvloed worden door een faalervaring en daardoor meer doorzettingsvermogen laten zien. Leerlingen die regelmatig faalervaringen meemaken, zouden daardoor baat kunnen hebben bij een leeromgeving waarbij *procesgerichte feedback* een positieve invloed heeft op faalervaringen.

De leerlingen in de huidige studie die *resultaatgerichte feedback* ontvingen lieten na een slechte prestatie in het minispiel blender (i.e. uitdagend level) tevens een lager resultaat zien in het daaropvolgende minispiel koelkast. De mate van voorkennis in rekenen met verhoudingen maakte voor deze groep leerlingen geen verschil. Voor leerlingen die *procesgerichte feedback* ontvingen bleken de prestaties na het ervaren van frustratie voor een deel samen te hangen met de mate van voorkennis. Leerlingen leken meer te vertrouwen op hun voorkennis van rekenen met verhoudingen waardoor de effecten van een frustrerend minispiel voor een deel werd opgeheven. Deze uitkomsten komen overeen met onderzoeken van Dweck (1986), Dweck (2000), en O'Rourke et al., (2014), waaruit bleek dat de inhoud van feedback de effecten van een faalervaring kan verminderen, dan wel opheffen.

Voor de leerlingen met een lage score voor de rekenvaardigheidstest (i.e. TTR) werd op basis van bevindingen van Dweck (1986) en O'Rourke et al. (2014) verwacht dat deze leerlingen vaker openstaan voor feedback en hints, waardoor het effect van feedback op de negatieve effecten van een faalervaring meer zichtbaar zou zijn. Uit het huidige onderzoek bleek dat leerlingen met een lage score voor de TTR, in minder mate last hadden van de effecten van het frustrerende minispel dan de gehele groep leerlingen die behoorden tot de *procesgerichte feedback* conditie. In vergelijking tot de totale groep leerlingen, waar 22 % van de variantie verklaard werd door het frustrerende minispel, was deze variabele voor de lager presterende groep leerlingen niet van belang. Voor deze groep leerlingen bleek de voorkennis van rekenen met verhoudingen een grotere rol te spelen dan de effecten van een frustrerend minispel. Voor de leerlingen die *resultaatgerichte feedback* ontvingen bleek dat de vorm van feedback geen effect had op de prestaties van deze leerlingen. Voor deze leerlingen bleek de bestaande voorkennis van rekenen met verhoudingen en de effecten van een frustrerend minispel niet uit te maken voor de prestaties in een volgend minispel.

In de huidige studie zijn aanwijzingen gevonden dat leerlingen die *procesgerichte feedback* ontvingen, minder last leken te hebben van de frustratie die ze hadden ervaren in een uitdagende rekenopgave. Een verklaring hiervoor kan zijn dat ze vaker vertrouwden op hun voorkennis bij een volgende reeks rekenopgaves. Deze bevindingen samen met eerdere onderzoeken van Dweck, (1986), Mueller en Dweck, (1998), Henderlong Corpus en Lepper, (2007), en Blackwell et al., (2007) wijzen erop dat *procesgerichte feedback* waarschijnlijk helpend is in het geval van een faalervaring en de daaruit voortvloeiende frustratie. Leerlingen kunnen hierdoor vaker minder gefrustreerd reageren op een faalervaring, het minder vaak opgeven en meer gemotiveerd zijn om door te zetten.

Conclusie

De bevindingen dat leerlingen door het aanbieden van procesgerichte feedback minder vaak gefrustreerd raken na het ervaren van een faalervaring, kan ingezet worden in het aanbieden van een rekenkundig serious game in het vmbo. Deze leerlingen hebben baat bij het ervaren van minder frustratie na een faalervaring, mede hierdoor zouden ze vaker gemotiveerd kunnen blijven om met een serious game bezig te blijven. Aangeraden wordt om procesgerichte feedback aan te bieden en feedback die gericht is op het resultaat te vermijden.

In de huidige studie hebben een merendeel van de deelnemende leerlingen een aantoonbare lange tijd actief deelgenomen aan het maken van de opgaves in de serious game.

Het vasthouden van de aandacht van leerlingen om op deze wijze met een moeilijk rekendomein te werken is tevens een pluspunt voor het inzetten van een serious game.

Het is aan te bevelen om in de toekomst meer onderzoek te doen naar hoe feedback in een serious game door leerlingen wordt ontvangen. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de modaliteit (visueel of gesproken) van de feedback en de aanwezigheid van voorkennis. Deze factoren hebben volgens de reviewstudie van Johnson et al., (2017) een impact op de effectiviteit van het ontvangen en verwerken van de feedback. Als feedback op de juiste wijze binnenkomt bij leerlingen, is er een grotere kans dat de motivatie om door te zetten verbetert, wat weer ten goede komt aan de leerresultaten (Garris, Ahlers & Driskell, 2002). Het is aan te raden om hierbij rekening te houden met de beperkte belastbaarheid van leerlingen tijdens het spelen van een serious game, wat inhoudt dat als een serious game veel vergt van het visuele kanaal van leerlingen, de feedback gesproken zou moeten worden aangeboden. Voor een vervolgonderzoek is het interessant om te onderzoeken of het toevoegen van gesproken feedback aan een serious game meer effect heeft op de prestaties van de leerlingen.

Hoewel in de studie uit 2014 van O'Rourke et al., gevonden werd dat de vorm van de aangeboden feedback in een serious game effect kan hebben op motivatie, geven de uitkomsten van de huidige studie aan dat verder onderzoek geboden is om meer wetenschappelijk bewijs te verkrijgen over de effecten van de vorm van feedback op motivatie en doorzettingsvermogen. Het is aan te raden om te onderzoeken wat precies de inhoud van deze feedback moet zijn en om in detail te bekijken of de procesgerichte feedback op de juiste manier is ontworpen en duidelijk genoeg om effect te hebben op het doorzettingsvermogen.

Aangeraden wordt om verder onderzoek te doen naar individuele verschillen tussen leerlingen en in hoeverre deze impact hebben op hoe feedback wordt ontvangen en verwerkt. Hierbij kan gedacht worden aan het onderzoeken of er verschillen zijn in geslacht, ruimtelijk inzicht en de mate van voorkennis van de leerlingen. Bevindingen van Dweck (2000) toonden aan dat meisjes op een andere wijze kunnen reageren op prestatiegerichte feedback en sneller frustraties kunnen oplopen na een faalervaring. Er kunnen verschillen bestaan tussen leerlingen op het gebied van ruimtelijk inzicht, dit kan van invloed zijn op hoe feedback ontvangen en verwerkt wordt in een serious game. De mate van voorkennis van het rekendomein dat wordt aangeboden in een serious game is van belang; voor een leerling met voorkennis kan feedback minder van belang zijn dan voor leerlingen die niet weten hoe een berekening uitgevoerd moet worden. Tenslotte is het van belang om helder te krijgen of

procesgerichte en prestatiegerichte feedback die aangeboden wordt in een serious game dezelfde effecten kunnen hebben als feedback die in de meeste genoemde onderzoeken (o.a. Dweck, 2002, Henderlong & Lepper, 2007) door middel van directe instructie is aangeboden.

Referenties

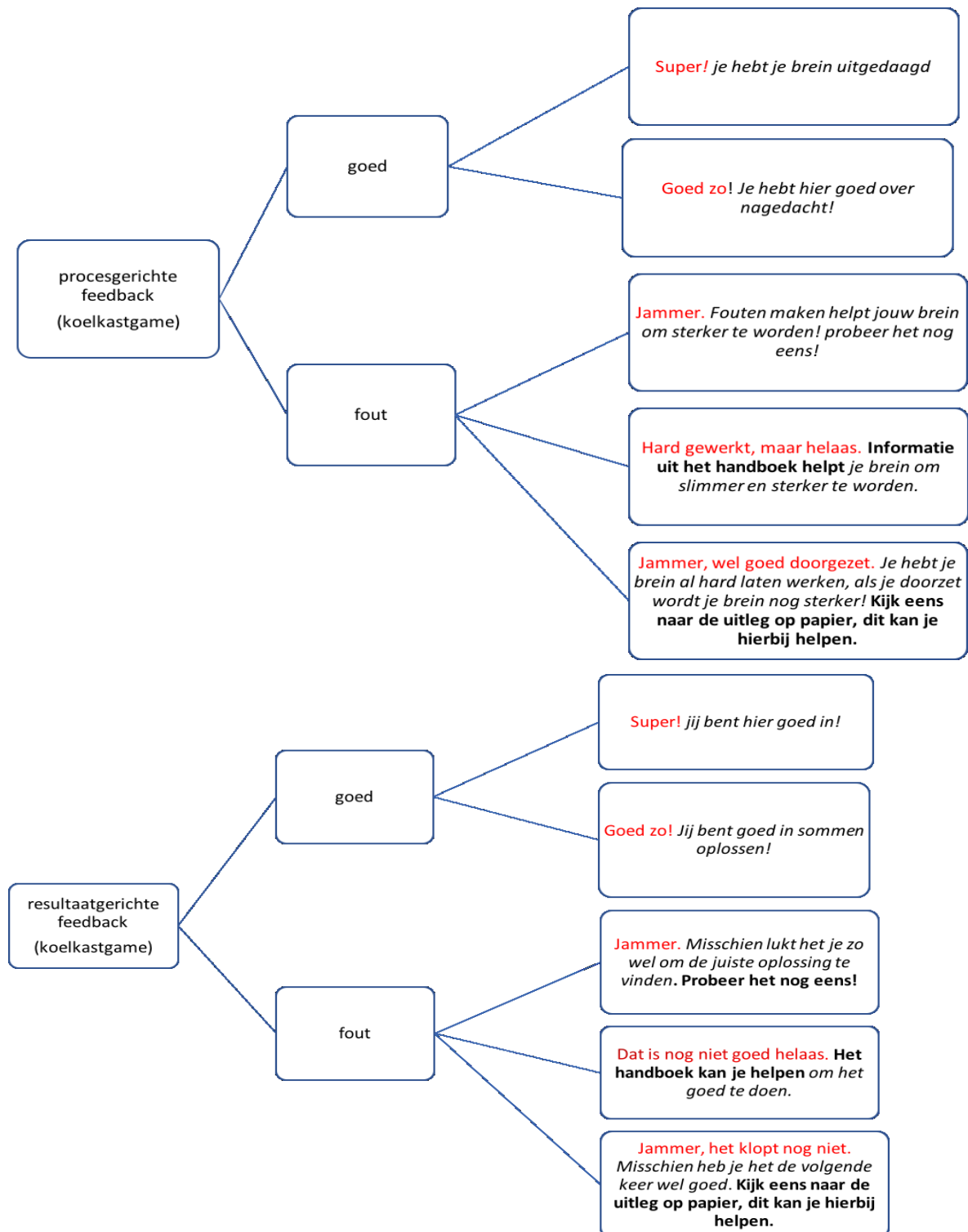
- Aronson J., Fried C.B. & Good C. (2002). Reducing the effects of stereotype threat on African American college students by shaping theories of intelligence. *Journal of experimental social psychology*, 38, pp. 113–125.
- Blackwell L.S., Trzesniewski K.H., & Dweck C.S. (2007). Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: a longitudinal study and an intervention. *Child development*, 78 (1), pp. 246-263.
- Boyle E.A., Hainey T., Connolly T.M., Gray G., Earp J., Ott M., Lim T., Ninaus M., Ribeiro C. & Pereira J. (2015). An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computer & education*, 94, pp. 178-192. Doi: 10.1016/j.compedu.2015.11.003
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59 (2), pp. 661-686.
- De Vos, T (1992). Tempo test rekenen handleiding en verantwoording. Amsterdam: Pearson.
- Dweck C.S. (1986). Motivational processes affecting learning. *American psychologist*, 41 (10) pp.1040–1048.
- Dweck C.S., Legget E.L. (1988) A social - cognitive approach to motivation and personality. *Psychological review*, 95 (2) pp. 256-273.
- Elliot E.S., Dweck C.S. (1988) Goals: an approach to motivation and achievement. *Journal of personality and social psychology*, 54 (1) pp. 5–12.
- Fiorelle, L., Vogel-Walcutt, J.J., & Schatz, S. (2012). Applying the modality principle to real-time feedback and the acquisition of higher-order cognitive skills. *Educational technology research and development*, 60, pp. 223-238.
- Garris, R.G., Ahlers R., & Driskell J. E. (2002). Games, motivation, and learning; A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33 (4), pp. 441-467. Doi: 10.1177/1046878102238607.
- Hattie J. & Timperley H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77 (1) pp. 81-112.
- Hattie J.A.C., & Yates G.C.R. (2014) Using feedback to promote learning. In V. A. Benassi, C. E. Overson, & C. M. Hakala (Eds.). *Applying science of learning in education: Infusing psychological science into the curriculum*, pp. 45-59.
- Harks, B., Rakoczy K., Hattie J., Besser M. & Klieme E. (2014). The effects of feedback on

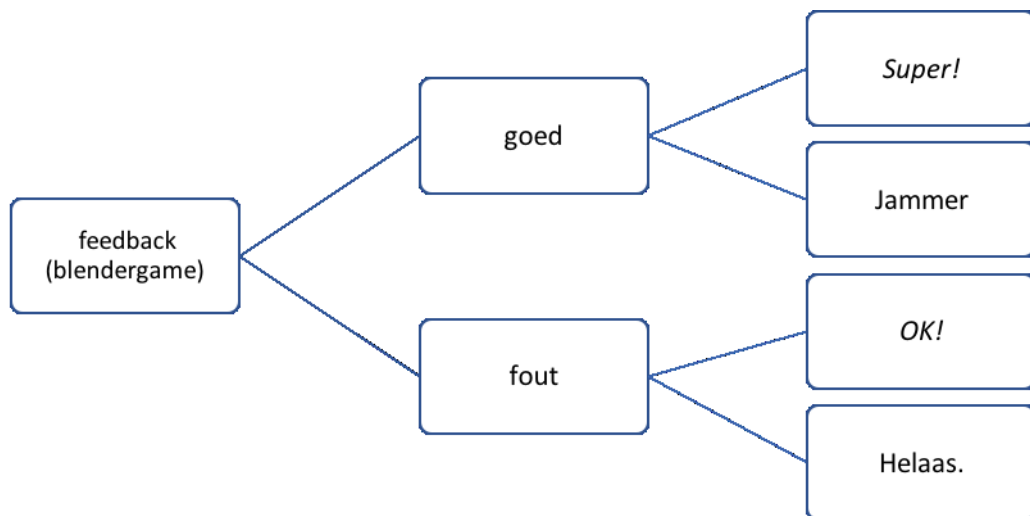
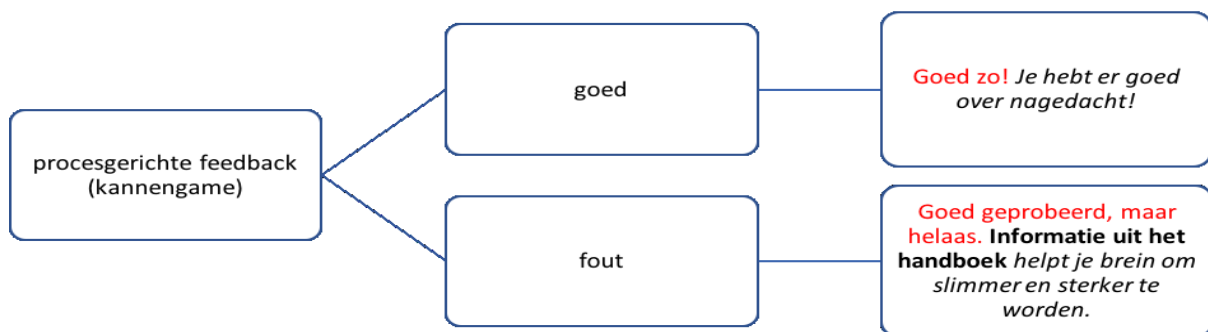
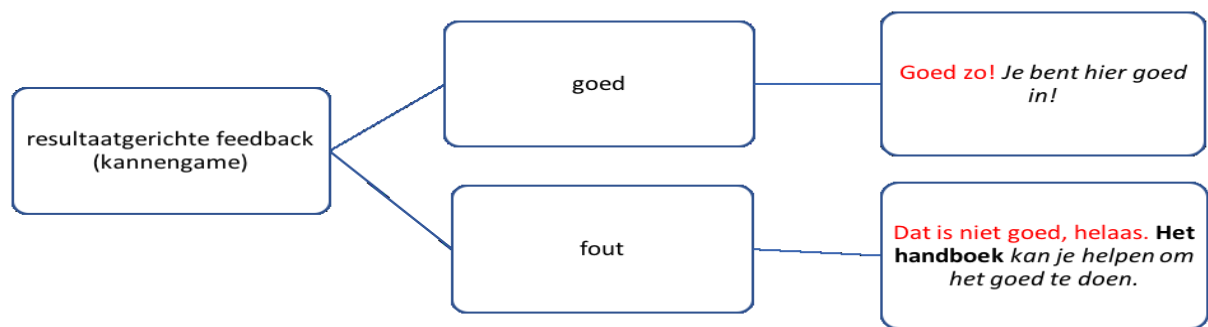
- achievement, interest and self-evaluation: the role of feedback's perceived usefulness. *Educational Psychology*, 34 (3) pp. 269–290, Doi: 10.1080/01443410.2013.785384
- Henderlong Corpus J. & Lepper M.R. (2007). The effects of person versus performance praise on children's motivation: gender and age as moderating factors. *Educational psychology*, 27 (4) pp. 487-508.
- Iten N. & Petko D. (2016). Learning with serious games: is fun playing the game a predictor of learning success? *British journal of educational technology*, 47 (1) pp. 151-163. Doi: 10.1111/bjet.12226.
- Jaehnig W. & Miller M.L. (2007). Feedback types in programmed instruction: a systematic review. *The psychological record*, 57, pp. 219 – 232.
- Johnson C.I., & Priest H.A. (2005). The feedback principle in multimedia learning. In Mayer R.E. (Eds.). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. New York: Cambridge University Press, pp. 449-464.
- Johnson C.I., Bailey S. K.T. & Van Buskirk W.L. (2017). Designing effective feedback messages in Serious games and simulations: A research review. In Wouters & van Oostendorp (Eds.). *Instructional techniques to facilitate learning and motivation of serious games. Advances in game-based learning*. Switzerland: Springer
- Lamon, S. J., (1993). Ratio and proportion: Connecting content and children's thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, 24(1), pp. 41-61.
- Maier U., Wolf N., Randler C. (2016). Effects of a computer-assisted formative assessment intervention based on multiple-tier diagnostic items and different feedback types. *Computers & Education*, 95, pp. 85-98
- Mayer R.E. (2014a). Multimedia instruction. In Spector J.M., Merrill M.D., Elen J., Bishop M.J. (Eds.) *Handbook of research on educational communications and technology*, pp. 385–399. New York: Springer.
- Mayer R.E. (2014b). *Computergames for learning: an evidence-based approach*. Cambridge, MA: MIT Press
- Mueller C., Dweck, C.S. (1998). Praise for intelligence can undermine children's motivation and performance. *Journal of personality and social psychology*, 75 (1), pp. 33–52.
- Narciss S. & Huth K. (2006). Fostering achievement and motivation with bug-related tutoring feedback in a computer-based training for written subtraction. *Learning and instruction*, 16, pp. 310 - 322.
- O'Rourke E., Haimovitz K., Ballwebber C., Dweck C.S. & Popovic Z. (2014). Brain points: a

- growth mindset incentive structure boosts persistence in an educational game.
<http://dx.doi.org/10.1145/2556288.2557157>
- Pintrich, P. R., & Schunk, D. H. (2002). Motivation in education. *Theory, research, and applications* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Merrill Prentice Hall, pp. 5.
- Rick, J., Bejan, A., Roche, C., & Weinberger, A. (Eds.) (2012). *Proportion: Learning proportional reasoning together*. (Vol. 7563). Berlin / Heidelberg: Springer
- Ryan, R.M., Rigby C.S. & Przybylski A. (2006). The motivational pull of video games: a self determination theory approach. *Motiv Emot.* 30: 347-363. Doi:10.1007/s11031-006-9051-8.
- Schuit H., de Vriese I., Slegers P. (2011). Leerlingen motiveren: een onderzoek naar de rol van leraren. Ruud de Moor centrum.
- Sitzman, T. (2011). A meta-analytic examination of the instructional effectiveness of computer-based simulation games. *Personnel Psychology*, 64, pp. 489-528.
- Skipper Y. & Douglas K. (2012). Is no praise good praise? Effects of positive feedback on children's and university student's responses to subsequent failures. *British journal of educational psychology*, 82, pp. 327–339.
- Steinhorsdottir O.B., (2006). Proportional reasoning: Variable influencing the problems difficulty level and one's use of problem solving strategies. In J. Novota, H. Maraova, M. Kratka, & N. Stehlikova (Eds.), *Proceedings 20th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education 5*, pp. 169-176.
- Vrugte ter J., Jong de T., Wouters P., Vandercruysse J., Elen J., Oostendorp van H. (2015). When a game supports prevocational math education but integrated reflection does not. *Journal of computer assisted learning*. Doi: 10.1111/jcal.12104
- Van der Kleij F.M., Eggen T.J.H.M., Timmers C. F., & Veldkamp B.P. (2012). Effects of feedback in a computer-based assessment for learning. *Computers & Education*, 58, pp. 263-272. Doi: 10.1016/j.compedu.2011.07.020
- Van der Kleij F. M., Feskens R.C.W. & Eggen T.J.H.M. (2015). Effect of feedback in a computer-based learning environment on students' learning outcomes: a meta-analysis. *Review of educational research*, 85(4) pp. 475 – 511. Doi: 10.3102/0034654314564881
- Van der Meij, H., van der Meij, J. (2016). The effects of reviews in video tutorials. *Journal of computer assisted learning*, 32, pp. 332-344. Doi:10.1111/jcal.12136.
- Van der Veen J., Peetsma T. (2008). The development in self-regulated learning behavior of

- first-year students in the lowest level of secondary school in the Netherlands. *Learning and individual differences*, 19, pp. 34-46.
- Van Dooren, W., de Bock, D., Evers, M., & Verschaffel, L. (2009). Students' overuse of proportionality on missing-value problems: How numbers may change solutions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 40, pp. 187-211.
- Vandercruysse S., ter Vrugte J., de Jong T., Wouters P., van Oostendorp H., Verschaffel L., Van Dooren W., Elen J. (2015). 'Zeldenrust': a Mathematical game-based learning environment for prevocational students. In J. Torbeyns, E. Lehtinen & J. Elen (Eds.), *Describing and studying domain-specific serious games*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing. pp.63-81
- Wouters, P., Nimwegen van C., Oostendorp van H., Spek van der E.D. (2013). A Meta-Analysis of the Cognitive and Motivational Effects of Serious Games. *Journal of Educational Psychology*. Doi: 10.1037/a0031311
- Wouters, P., Paas, F., & van Merriënboer, J.G. (2008). How to optimize learning from animated models: A review of guidelines based on cognitive load. *Review of Educational Research*, 78, pp. 645-675.
- Wouters P. & van Oostendorp (eds.) (2017) Overview of instructional techniques to facilitate learning and motivation of serious games. *Instructional Techniques to Facilitate Learning and Motivation of Serious Games, Advances in Game-Based Learning*. Switzerland: Springer DOI: 10.1007/978-3-319-39298-1_1
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), pp. 25–32. Doi:10.1109/MC.2005.297

Bijlage 1: feedback gehele serious game.





KR = goed/fout

PG = procesgerichte feedback

RG = resultaatgerichte feedback

Hints

Feedback missing value game (koelkast)

	Experimentele conditie met procesgerichte feedback	Controle conditie met resultaatgerichte feedback
Eerste poging goed.	Super! (KR) Je hebt je brein uitgedaagd! (PG)	Super! (KR) Jij bent hier goed in! (RG)
Extra poging goed.	Goed zo! (KR) Je hebt er goed over nagedacht! (PG)	Goed zo! (KR) Jij bent goed in sommen oplossen! (RG)
Eerste poging fout.	Jammer. (KR) Fouten maken helpt jouw brein om sterker te worden! (PG) Probeer het nog eens!	Jammer. (KR) Misschien lukt het je zo wel om de juiste oplossing te vinden. (RG) Probeer het nog eens!
Tweede poging fout.	Hard gewerkt, maar helaas. (KR) Informatie uit het handboek (Hint) helpt je brein om slimmer en sterker te worden. (PG)	Dat is nog niet goed, helaas (KR) Het handboek kan je helpen (Hint) om het goed te doen. (RG)
Derde poging fout.	Jammer, wel goed doorgezet. (KR) Je hebt je brein al hard laten werken, als je doorzet wordt je brein nog sterker! (PG) Kijk eens naar de uitleg op papier, (Hint) dit kan je hierbij helpen.	Jammer, het klopt nog niet. (KR) Misschien heb je het de volgende keer wel goed. (RG) Kijk eens naar de uitleg op papier, (Hint) dit kan je hierbij helpen.

Feedback comparison game (kannen)

	Experimentele conditie met Procesgerichte feedback	Controle conditie met Resultaatgerichte feedback
Fout	Goed geprobeerd, maar helaas. (KR) Informatie uit het handboek (Hint) helpt je brein om slimmer en sterker te worden. (PG)	Dat is niet goed, helaas (KR) Het handboek (Hint) kan je helpen om het goed te doen. (RG)
Goed	Goed zo! (KR) Je hebt je hebt er goed over nagedacht! (PG)	Goed zo! (KR) Jij bent hier goed in! (RG)

Feedback transformation game (Blender)

	Experimentele conditie met neutrale feedback	Controle conditie met neutrale feedback
Eerste poging goed	Super!	Super!
Eerste poging fout	Jammer.	Jammer.
Extra poging goed.	OK!	OK!
Extra poging fout	Helaas.	Helaas.

Bijlage 2 Uitwerking rekenopgaves

Missing Value game (koelkast):

De opbouw van moeilijkheidsgraad bij de koelkast game waarbij een missende waarde moet worden berekend.

Moeilijkheidsgraad		
A	Integer	Integer
B	Integer/ interne ratio	Non integer/ externe ratio
C	Integer/ externe ratio	Non integer/ interne ratio
D	Non integer	Non integer

A zijn de gemakkelijke getallen, D zijn de moeilijkste getallen. Een integer getal is een heel getal, een non integer getal is geen heel getal, bijvoorbeeld het getal 1,5. Met interne ratio wordt de verhouding tussen een aantal van hetzelfde product bedoeld, bijvoorbeeld 5 cola in de koelkast wordt 25 cola in de koelkast. Met externe ratio wordt de verhouding bedoeld tussen de twee verschillende producten. Bijvoorbeeld 5 cola en 7 fanta staan in de koelkast

Level indeling missing value game:

Koelkast:

level 1: ABDB

level 2: ABDB

level 3: ABDB

level 4: ABDB

opgaven missing value game.

N.B. de rode getallen zijn de missende getallen in de koelkast game.

Level 1:

1. (A) 3/6 - 12/24

2. (B) $35/25$ - $7/5$
3. (D) $14/40$ - $21/60$
4. (B) $34/22$ - $17/11$

Level 2:

1. (A) $7/21$ - $21/63$
2. (B) $28/42$ - $4/6$
3. (D) $16/48$ - $18/54$
4. (B) $36/90$ $12/30$

Level 3:

1. (A) $6/18$ - $24/72$
2. (B) $50/60$ - $10/12$
3. (D) $16/48$ - $24/72$
4. (B) $63/42$ - $21/14$

Level 4:

1. (A) $3/18$ - $9/54$
2. (B) $35/65$ - $7/13$
3. (D) $27/18$ - $45/30$
4. (B) $48/30$ - $16/10$

Transformation game (blender):

De opbouw van moeilijkheidsgraad bij de blender game waarbij getallen moeten worden omgerekend. In de blender zit dan bijvoorbeeld al een hoeveelheid sap en yoghurt en word de juiste verhouding door middel van het recept gegeven. De speler dient de juiste verhouding te berekenen door het omrekenen van de juiste hoeveelheid en dit product toe te voegen aan de blender.

Moeilijkheidsgraad		
A	Integer	Integer
B	Integer/ interne ratio	Non integer/ externe ratio
C	Integer/ externe ratio	Non integer/ interne ratio
D	Non integer	Non integer

A zijn de gemakkelijkste getallen, D zijn de moeilijkste getallen. In de blender game wordt er gevarieerd in wat er al in de blender zit. Met interne ratio wordt de verhouding tussen hetzelfde product bedoeld, bijvoorbeeld 20 yoghurt in de blender moet 60 yoghurt worden. Met externe ratio wordt de verhouding tussen yoghurt en sap bedoeld. Bijvoorbeeld bij 2 sap, behoort er 6 yoghurt in de blender te gaan. In de game kan nog gevarieerd worden in welke waarde er al gegeven is: er kan een correcte waarde gegeven worden of geen waarde gegeven worden.

Level indeling transformation game:

Level 1: CDDD

Level 2: CDDD

Level 3: CDDD

Level 4: CDDD

N.B. de rode getallen zijn de getallen die verder berekend moeten worden in de blender game.

Opgaves transformation game:

Eerste verhouding is het recept, tweede verhouding is wat er in de blender zit, derde verhouding is mogelijke oplossing. De verhouding is sap/yoghurt. Het spelprogramma berekend automatisch eventuele andere mogelijke antwoorden.

Level 1:

1. (C) 4/16 14/30 14/56 (1 waarde gegeven)
2. (D) 12/18 30/29 30/45 (1 waarde gegeven)
3. (D) 8/12 11/13 12/18
4. (D) 18/45 11/28 12/30

Level 2:

1. (C) 7/21 11/24 11/33 (1 waarde gegeven)

2. (D) 24/36 40/52 40/60 (1 waarde gegeven)
3. (D) 4/14 9/15 10/35
4. (D) 22/33 15/22 16/24

Level 3:

1. (C) 9/27 10/27 10/30 (1 waarde gegeven)
2. (D) 16/40 40/50 40/100 (1 waarde gegeven)
3. (D) 12/42 19/38 20/70
4. (D) 21/28 11/10 12/16

Level 4:

1. (C) 8/32 11/40 11/44 (1 waarde gegeven)
2. (D) 18/27 26/34 26/39 (1 waarde gegeven)
3. (D) 14/21 17/24 18/27
4. (D) 49/56 13/12 14/16

Kannen game (comparison)

De opbouw van de comparison game (kannen game).

In deze game moeten twee verhoudingen met elkaar vergeleken worden.

Moeilijkheidsgraad	
A	Direct op te lossen d.m.v. goede redenering
B	Op te lossen d.m.v. schatting
C	Helemaal berekenen

Level 1: ABBC

Level 2: ABBC

Level 3: ABBC

Level 4: ABBC

Continue wordt er gevraagd naar de meest zoete mix. De verhouding is sap/yoghurt, de rode verhoudingen zijn het juiste antwoord.

Level 1:

1. (A) $81/43$ vs. $81/38$
2. (B) $22/41$ vs. $13/26$
3. (B) $11/20$ vs. $22/36$
4. (C) $21/12$ vs. $14/10$

Level 2:

1. (A) $15/30$ vs. $17/30$
2. (B) $22/44$ vs. $27/60$
3. (C) $13/20$ vs. $39/40$
4. (C) $18/27$ vs. $20/29$

Level 3:

1. (A) $30/40$ vs. $33/40$
2. (B) $30/45$ vs. $28/48$
3. (B) $11/23$ vs. $33/45$
4. (C) $36/24$ vs. $30/18$

Level 4:

1. (A) $33/61$ vs. $30/61$
2. (B) $13/37$ vs. $12/36$
3. (B) $16/28$ vs. $24/56$
4. (C) $12/40$ vs. $15/46$

Bijlage 3: verschillen tussen experimenteel en controle conditie

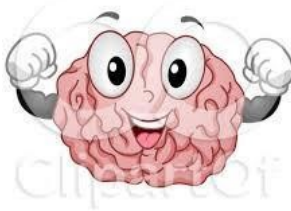
	Experimenteel (procesgericht)	Controle (resultaatgericht)
Mondelinge Presentatie d.m.v. PowerPoint (zie bijlage 6)	Uitleg over hoe je hersenen sterker worden door hard te werken en door te zetten. Nadruk wordt gelegd op het belang van fouten mogen maken, dat je zo je hersenen sterker kunt maken.	Uitleg over hoe je hersenen sterker worden door hard te werken en door te zetten. Nadruk wordt gelegd op het belang van fouten mogen maken, dat je zo je hersenen sterker kunt maken.
Aanvang spel	<u>Avatar</u>: In het hotel werken en rekenen? Ik weet niet of ik dat wel kan!!! (Denkwolkje avatar) <u>Tante</u>: ‘wist je dat als je hard werkt en veel moeite doet, je brein sterker en SLIMMER wordt?’ <u>Avatar</u>: Maar ik ben echt niet goed in rekenen, ik denk echt dat ik dit niet kan! <u>Tante</u>: We gaan je helpen om beter te worden in rekenen, door hard te werken aan de opdrachten en moeite doen lukt het je zeker om beter te worden in rekenen! Welkom.... Wij weten zeker dat je dit werk kunt!! Kom maar mee naar je kamer.	<u>Avatar</u>: in het hotel werken? Ik weet niet of ik dat wel kan!!! (Denkwolkje avatar) <u>Tante</u>: welkom, welkom, welkom. Leuk dat je voor ons wilt komen werken. Ik breng je wel even naar je kamer. <u>Tante</u>: Welkom....Wij weten zeker dat je dit werk kunt! Kom maar mee naar je kamer.
Kamer leerling	Dit is je kamer tijdens je verblijf in ons hotel. Je hebt elke dag drie taken die je moet vervullen.	Hoi ..., dit is je kamer tijdens je verblijf in ons hotel. Je hebt elke dag drie taken die je moet vervullen.

Door op de schilderijtjes te klikken
kom je bij de taak. Succes!

Klik ook eens op de brein-plaatjes,
zij helpen je herinneren dat je deze
opdrachten aankunt!

Door op de schilderijtjes te
klikken kom je bij de taak.

Succes!



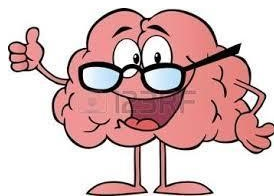
Plaatje 1.

www.clipartof.com · 1200282

Wist je dat als je hard werkt en veel
moeite doet, je brein sterker en
SLIMMER wordt?



‘Als je
jouw brein hard laat werken en
uitdagingen aangaat kun je geld
verdienen in dit spel”



Denk eraan dat
je nieuwe ideeën uitprobeert of je
hersenen flink laat werken. Het
handboek helpt je daarbij!

Volgorde spel Conditie gelijk	Aanpassing: volgorde van de spellen wordt gefixeerd. 1. Koelkast 2. Kannen 3. Uitdagingslevel; blender Er zijn vier dagen. (Dus vier levels)	Aanpassing: volgorde van de spellen wordt gefixeerd. 1. Koelkast 2. Kannen 3. Uitdagingslevel; blender Er zijn vier dagen. (Dus vier levels)
Koelkast game	1e dag: Hallo...! In het hotel hebben we veel koelkasten die bijgevuld moeten worden. Je kunt helpen de koelkasten te vullen. 2e dag: We zijn nu in de bar. Op het bord staat hoe de koelkast gevuld moet worden. 3e dag: We zijn nu in het restaurant. Kun je ook deze koelkasten aanvullen? 4e dag: We zijn in de feestzaal. Ook hier moeten een aantal koelkasten gevuld worden.	
Kannen game	1e dag: In de cocktailbar worden veel cocktails gemaakt. Onze gasten zijn er gek op! Help je even mee om de gasten te bedienen? 2e dag: Kun je helpen met het uitdelen van de populaire cocktails? Op het krijtbord kun je zien welke cocktail besteld is. Plaats de juiste kan op het dienblad.	
Blender game Uitdagingslevel	Uitdagingslevel in beide condities onbeperkt aantal pogingen bij een fout antwoord. “Ik wil nog een keer”, verschijnt er in beeld. Men kan dan	Uitdagingslevel in beide condities onbeperkt aantal pogingen bij een fout antwoord.

	kiezen uit een rood kruisje (volgende opgave) of een groen vinkje (nog een keer proberen). ‘Je hebt hard gewerkt, eens even kijken of je deze moeilijke opgaves ook kunt oplossen.’ Welkom in de keuken. De kok is begonnen met het mixen van verschillende recepten, maar hij vond het te moeilijk en heeft ze niet afgemaakt. Je krijgt nu de kans om je brein nog extra uit te dagen en sterker te maken! Fouten maken helpt jouw brein om slimmer te worden!	“Ik wil nog een keer”, verschijnt er in beeld. Men kan dan kiezen uit een rood kruisje (volgende opgave) of een groen vinkje (nog een keer proberen). Kun jij de mixen met behulp van het recept afmaken? Op de post-it staat het recept van de smoothie
Einde van de dag.	Terug naar de hotelkamer + landkaart met overzicht van het verdiende geld.	
Einde game	Uitzwaaien door tante en oom: ‘Hier is je verdiende geld. Stuur je ons nog een kaartje?’.	Uitzwaaien door oom en tante, bedankt, veel plezier op vakantie!
Laatste frame	Vakantiegeld €472,50 Plaatje zon en cocktail	Vakantiegeld €472,50 Plaatje zon en cocktail

Bijlage 4:

Doorzettingsmaat (DZ)

DZ = doorzetten

0 pogingen extra + alles goed = 0

0 pogingen extra + alles fout = -1

Extra pogingen = 1 per poging.

Bijlage 5:

Data verdeling voor aanvang van het onderzoek

Dobbelsteen gegooid: 1,2,3 = P, 4,5,6 = R

P= procesgerichte feedback

R=resultaatgerichte feedback

Klas	Aantal leerlingen	Verdeling Procesgerichte feedback conditie.	Verdeling Resultaatgerichte feedback conditie
Delden	n=27 V=9 M=18	P=15 (V=6, M=9)	R=12 (V=3, M=9)
VC1TV1	n=21 V=6, M=15	P=13 (V=4, M=9)	R=8 (V=2, M=6)
VC1TV2	n=21 V=4 M=17	P=8 (V=1, M=7)	R=13 (V=3, M=10)
VC1TV3	n=22 V=4, M=18	P=9 (V=3, M=6)	R=13 (V=1, M=12)
VC1MD1	n=26, V=20, M=6	P=14 (V=12, M=2)	R=12 (V=8, M=4)
VC1MD2	n=27, V=18, M=9)	P= 16 (V=9, M=7)	R=11 (V=9, M=2)
VC1MD3	n=29, V=19, M=10)	P=16(V=9, M=7)	R=13 (V=10, M=3)
Zonnebloem school	n = 17, V=8 , M= 9)	P=8(V=5, M=3)	R=9(V=3, M=6)
Totaal	n=190, V=88, M=102	P=99(V=49, M=50)	R=91(V=39, M=52)
Percentages	V=46,3 % M=53,6%	P= 52,1%(V=25,7% M=26,3%)	R=47,9% (V=20,5%, M=27,4%)

Correcte dataverdeling na het onderzoek

Klas	Aantal leerlingen	Verdeling Procesgerichte feedback conditie	Verdeling Resultaatgerichte feedback conditie
Delden	n=25 V=8M=17	P=15 (V=6, M=9)	R=10 (V=2, M=8)
VC1TV1	n=20 V=6, M=14	P=12 (V=4, M=8)	R=8 (V=2, M=6)
VC1TV2	n=17 V=3, M=14	P=7 (V=1, M=6)	R=10 (V=2, M=8)
VC1TV3	n=20 V=3, M=17	P=8(V=2, M=6)	R=12(V=1, M=11)
VC1MD1	n=25, V=19,M=6	P=13 (V=11, M=2)	R=12 (V=8, M=4)
VC1MD2	n=25, V=17, M=8)	P= 14(V=8, M=6)	R=11 (V=9, M=2)
VC1MD3	n=24, V=17,M=7)	P=13(V=8, M=5)	R=11 (V=9, M=2)
Zonnebloem school	n = 15, V=8 ,M= 7)	P=8(V=3, M=5)	R=7(V=5, M=2)
Totaal	n=171, V=81,M=90	P=90(V=43, M=47)	R=81(V=38, M=43)

Percentages	V=47,4% M=52,6%	P= 52,6%(V=25.1% M=27,5%)	R=47,4% (V=22,2%, M=25,1%)
-------------	--------------------	------------------------------	----------------------------------

Ziek, afwezig of geen computer: 13

Anders: 1

Geen data/ wel TTR: 5 (niet in dataset)

Totaal: 19 afvallers

Wel data/ geen TTR: 2 (wel in dataset)

Dataset: alle deelnemers verwijderd die L1G1 niet gedaan hebben: 163 deelnemers over.

Een outlier verwijderd uit de dataset.

Resultaatgerichte feedback conditie: n = 80

Procesgerichte feedback conditie: n = 82

Bijlage 6:

Transcript PowerPoint presentatie

Hallo allemaal, ik heet Anita en ik ben student bij de Universiteit van Twente. Ik vind het leuk dat ik samen met jullie deze les mag doen. In deze PowerPoint zal ik jullie stap voor stap uitleggen wat we gaan doen.

Dia 1:

Welkom bij Hotel Zeldenrust, een rekengame waarin je probeert zo veel mogelijk geld te verdienen met het berekenen van verhoudingen. In de rekengame ga je als vakantiewerker aan de slag in het hotel van je oom en tante.

Dia 2:

Je moet best veel rekenen om je geld te verdienen. Gaat jullie dit allemaal lukken?

Dia 3:

Je moet hiervoor je brein, of je hersenen, aan het werk zetten. Hierdoor kun je iets nieuws leren.

Om iets nieuws te leren moet je:

- Veel oefenen,
- Hard werken
- Iets nieuws of iets anders uitproberen
- Fouten durven te maken
- Opnieuw beginnen.

Dit alles zorgt ervoor dat je brein sterker wordt en het iets nieuws kan leren.

Dia 4:

Je brein is net als een spier. Je kunt je armspieren sterker maken door veel te oefenen met gewichten. Je kunt je brein ook sterker maken door veel te oefenen met iets wat nieuw is of iets wat je moeilijk vindt. Door dat harde werken, wordt jouw brein sterker en slimmer!

Dia 5:

Wat maakt jouw brein sterker? Wie weet wat?

Iets doen wat moeilijk is bijvoorbeeld. Of leren van de fouten die je maakt.

Ga je de uitdaging aan om te leren? Om iets nieuws, iets wat best wel moeilijk kan zijn te leren?

Dia 6:

Instructie rekenspel

Dia 7:

Na het inloggen, wat we na de uitleg van het spel gaan doen, mag je je eigen avatar kiezen. Daarna krijg je een kort verhaaltje te zien over hoe jij geld wil gaan verdienen bij je oom en tante in het hotel.

Dia 8:

Het doel van het spel is zoveel mogelijk geld te verzamelen zodat je zo ver mogelijk op reis kunt.

Dit kun je doen door zoveel mogelijk taken in het hotel goed uit te voeren.

Je bent vier dagen in het hotel aan het werk en op elke dag doe je 3 verschillende taken: Je moet de koelkast vullen met colaflesjes. Je moet mixdrankjes serveren en je moet een blender volgens het juiste recept vullen.

Dia 9:

Taak 1: Koelkasten bijvullen

Doel: vul de koelkasten in de juiste verhouding.

Dia 10:

Uitleg verhoudingstabel met de uitleg stap voor stap van verticaal en horizontaal kijken of je een verhouding kunt vinden.

Dia 11:

Uitleg methode 3, als je geen verticale of horizontale verhouding kunt vinden, kun je de getallen vereenvoudigen. Kun je ze beide door hetzelfde getal delen?

Dia 12:

Opdracht 1; Een koelkast moet voor elke 30 flesjes cola, 48 flesjes fanta bevatten. Momenteel zitten er 16 flesjes fanta in. Je mag alleen flesjes cola bijvullen. Hoeveel flesjes cola moeten er dan bij? Gebruik antwoordblad 2!

Dia 13:

Taak 2: Milkshakes serveren.

Doel: zet de juiste kan op het dienblad. Zoek steeds de meest zoete mix!

Dia 14:

Hoe gaan we dit uitrekenen? Vergelijk de aantallen

Dia 15:

Hoe uitrekenen?

Dia 16:

Hoe uitrekenen? Maak (ongeveer) gelijk en vergelijk.

Dia 17:

Opdracht 2: Je hebt twee kannen. In kan 1 zit een mix van 8 delen sap en 24 delen yoghurt. In kan 2 zit een mix van 4 delen sa en 20 delen yoghurt. Welke kan bevat de meest zoete mix?

Gebruik antwoordblad 1!

Dia 18:

Taak 3: recepten mixen

Doel: zorg dat de inhoud van de blender klopt met het recept.

Dia 19:

Methode 1: verticaal kijken. Zie je een verhouding verticaal? (Tussen boven en beneden?)

Dia 20:

Methode 2: horizontaal kijken. Zie je een verhouding horizontaal? (Van links naar rechts?)

Dia 21:

Methode 3: Vereenvoudig de getallen van de eerste verhouding door beide te delen door hetzelfde getal. Kijk nu opnieuw of je een verhouding ziet. Als je nog geen verhouding ziet moet je verder vereenvoudigen.

Dia 22:

Opdracht 3: Het recept van een smoothie is 3 delen sap en 9 delen yoghurt. In de blender zit al 2 delen sap en 12 delen yoghurt. Hoeveel delen sap of yoghurt moeten er nog bij volgens het recept? Gebruik antwoordblad 3!

Dia 23:

Gebruik hulpmiddelen!

Als je fouten maakt, iets een paar hebt geprobeerd en het lukt maar niet, wat moet je dan doen? Dan maar opgeven en iets anders gaan doen? Fouten maken helpt om iets te leren.

Maar... gebruik dan wel de goede hulpmiddelen.

Je kunt de hulpmiddelen gebruiken die in dit spel te vinden zijn. In de rekengame is er een handboek en een rekenmachine, deze kun je gebruiken om de goede oplossing te krijgen. In het handboek staan alle sommen nog een keer uitgelegd. De rekenmachine is ook handig maar let op, de rekenmachine zorgt er wel voor dat er wat geld van wat je verdient afgaat.

Nog een hulpmiddel is aantekeningen maken of berekeningen maken op papier. Het papier met de inlogcode kun je hiervoor gebruiken. Ook kun je kijken naar de antwoordbladen die je hebt gekregen, daar staan tips op voor de juiste berekening van de opgaven

Dia 24:

Nu gaan we bijna beginnen met het spel. Om in te loggen mogen jullie allemaal naar dit websiteadres gaan. Je ziet een klein inlogscherf. Daar mogen jullie allemaal jullie code invullen. De code zijn de cijfers die op je papier staan.

Dia 25:

Veel succes en plezier.

Als je nog vragen hebt, steek je je hand op.

.