

MASTER

Spelenderwijs leren

een onderzoek naar het effect van gamification op retentie

Goetstouwers, P.

Award date:
2020

[Link to publication](#)

Disclaimer

This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository. The required complexity or quality of research of student theses may vary by program, and the required minimum study period may vary in duration.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain

Spelenderwijs Leren: Een Onderzoek naar het Effect van Gamification op Retentie.

Pol Goetstouwers, 0904368,

Eerstegraads O&O/NLT

Onderzoek van Onderwijs (*10 EC*)

Verklaring inzake TU/e Gedragscode



Verklaring inzake TU/e Gedragscode Wetenschapsbeoefening in het kader van de Masterscriptie

Ik heb kennis genomen van de TU/e Gedragscode Wetenschapsbeoefening¹.

Hierbij verklaar ik dat mijn Masterscriptie conform de regels van de TU/e Gedragscode Wetenschapsbeoefening tot stand is gekomen.

Datum

12-02-2020

.....

Naam

Pol Goetstouwers

.....

Handtekening

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a horizontal line, representing the name Pol Goetstouwers.

.....

Lever de ondertekende verklaring in bij de coördinator van Onderzoek van Onderwijs

¹ Zie: <http://www.tue.nl/universiteit/over-de-universiteit/integriteit/wetenschappelijke-integriteit/>
Hier is ook de Nederlandse Gedragscode Wetenschapsbeoefening van de VSNU te vinden.
Meer informatie over wetenschappelijke integriteit is te vinden op de websites van de TU/e en de VSNU.

Inhoudsopgave

Verklaring inzake TU/e Gedragscode	2
Samenvatting.....	4
Inleiding	4
Theoretisch kader	6
Onderzoeksvragen.....	8
Hypothesen	8
Methode	9
Participanten	9
Procedure	9
Instrumenten	12
Gamification-interventie	12
Tests	15
Vragenlijst	15
Analyse	16
Resultaten.....	17
Discussie	24
Conclusie.....	27
Literatuur.....	27
Bijlagen	32
Bijlage I – gamification-interventiekaartjes.....	32
Bijlage II – Gamification-interventie gamificationformulier	34
Bijlage III - Entreetest & Antwoordmodel Entreetest.....	35
Bijlage IV – Post-test & Antwoordmodel Post-test	38
Bijlage V – Retentietest & Antwoordmodel Retentietest	41

Samenvatting

Gamification, het toepassen van spelelementen op een niet-speelse context, wordt binnen het onderwijs geregeld gebruikt om leerlingen te motiveren voor bepaalde leerstof. Er is echter maar beperkt onderzoek gedaan naar de daadwerkelijke effecten van gamification op leerresultaten, vooral op de lange termijn. Dit onderzoek vergelijkt de leerresultaten van twee groepen op langere termijn. De onderzoeksgroep kreeg hierbij instructie door een ontworpen spel, de controlegroep kreeg een reguliere instructie door/van?. Een week na de instructie kregen beide groepen een test om de retentie, het behoud van de leerstof, te meten. De leerresultaten van de verschillende groepen, op zowel lange als korte termijn, bleken niet significant verschillend. De gamification-instructie bleek hierbij leerresultaten op te leveren die vergelijkbaar zijn met de reguliere instructie. Overige implicaties en onderzoekslimitaties worden besproken.

Trefwoorden: Gamification; Retentie; Wiskunde; Diep leren.

Inleiding

Om leerlingen voor te bereiden op een maatschappij die continu verandert, dienen docenten hun hiervoor (meta)cognitieve, interpersoonlijke en intrapersoonlijke vaardigheden aan te leren (Platform Onderwijs2032, 2016). Deze vaardigheden zijn bijvoorbeeld: kritisch denken, samenwerken en zelfgestuurd leren (Dede, 2010). Volgens Martinez, Mcgrath en Foster (2016) kunnen leerlingen deze vaardigheden ontwikkelen als ze diep leren. Diep leren is hierbij het ‘eigen maken’ van de stof en het tegenovergestelde van oppervlakkig leren of ‘stampen’. Diep leren maakt de leerstof betekenisvol voor leerlingen (Chin & Brown, 2000). Als leerlingen diep leren, leggen ze verbanden met voorkennis (d.w.z. eerder geleerde leerstof) of het dagelijks leven, waardoor de leerstof meer betekenis krijgt. Alleen intrinsiek gemotiveerde leerlingen met interesse voor de leerinhoud zijn in staat om diep te leren

(Biggs, 1987). Uit onderzoek van de Inspectie van het Onderwijs (2019) blijkt echter dat Nederlandse leerlingen een lage motivatie hebben voor leren, vergeleken met die in andere landen.

Eén van de methodes om leerlingen te motiveren is het gebruik van gamification in het onderwijs (Simões, Redondo, & Vilas, 2013). Gamification kan hierbij worden beschreven als het toepassen van spelelementen op een niet-speelse context (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011).

Een bekend voorbeeld van gamification binnen leren is Duolingo, een app waarmee de gebruiker een vreemde taal kan leren. Duolingo maakt gebruik van digitale muntjes, levels en badges als een bepaalde reeks taalopdrachten succesvol is uitgevoerd. Met de muntjes kunnen gebruikers onder andere outfits voor hun avatar vrijspelen of speciale taalopdrachten. De levels en badges zijn een vorm van feedback en worden daarbij gebruikt om gebruikers te stimuleren de app te blijven gebruiken (Huynh, Zuo, & Iida, 2016).

Meerdere onderzoeken tonen aan dat het gebruik van gamification tijdens leren de mate van motivatie en betrokkenheid van leerlingen kan verhogen (bijvoorbeeld De-Marcos, Domínguez, Saenz-De-Navarrete, & Pagés, 2014; De-Marcos, Garcia-Lopez, & Garcia-Cabot, 2015; Kapp, 2012; Kiryakova, Angelova, & Yordanova, 2013).

Verder zijn er onderzoeken die aantonen dat gamification een positief effect heeft op leerresultaten (bijvoorbeeld Huizenga, Admiraal, Akkerman, & ten Dam, 2009; Su & Cheng, 2014). Dit soort onderzoeken keek echter niet naar het effect van gamification op leerresultaten op de langere termijn. Naast motivatie en effecten op de korte termijn, is het effect op lange termijn juist een belangrijk onderdeel van leren binnen het onderwijs. De meeste kennis wordt namelijk verspreid over lessen aangeboden. Om gamification effectief in te kunnen zetten voor diep leren in het onderwijs, zal dit onderzoek zich richten op het effect van gamification op leerresultaten op de langere termijn.

Theoretisch kader

Tijdens diep leren leggen leerlingen dus verbanden tussen de nieuwe leerstof en voorkennis of het dagelijks leven. Als de voorkennis echter niet of slecht is opgeslagen, is het leggen van deze verbanden onmogelijk (Novak, 1993). Dit kan bijvoorbeeld gebeuren als een leerling de leerstof oppervlakkig leert, waardoor de stof maar tijdelijk of gedeeltelijk wordt onthouden (Ausubel, 1968; Novak, 2002). Het is dus noodzakelijk voor diep leren dat leerstof op een goede manier wordt geleerd en uiteindelijk behouden blijft voor het leggen van toekomstige verbanden. Het behoud van (conceptuele) leerstof of kennis wordt retentie genoemd.

Omdat dit onderzoek zich richt op het effect van gamification, is er gekeken naar eerdere onderzoeken over gamification. Sinds 2010 is er een groot aantal onderzoeken dat zich richt op gamification. Hoewel het grootste gedeelte van de onderzoeken kijkt naar motivatie (bijvoorbeeld Afari, Aldridge, Fraser, & Khine, 2013; Barata, Gama, Jorge, & Gonçalves, 2016; Wijers, Jonker, & Drijvers, 2010), zijn er ook onderzoeken die zich richten op het effect van gamification op leren.

Zo vergeleken De-Marcos et al. (2014) gamification met een sociaal leerplatform en reguliere lessen. Zowel gamification als het sociale platform levert betere leerresultaten op het gebied van vaardigheden bij de leerlingen dan reguliere instructie.

Huizenga et al. (2009) gebruikten een mobiele game-app die leerlingen door de Nederlandse hoofdstad, Amsterdam, heen leidde. De app vertelde leerlingen over de geschiedenis van de stad door middel van een speurtocht. Hierdoor creëerden de onderzoekers een authentieke leeromgeving voor de leerlingen. Deze groep leerlingen had volgens de onderzoekers na het onderzoek meer kennis over de geschiedenis van Amsterdam dan deelnemers aan een regulier project over hetzelfde onderwerp. Als mogelijke reden

hiervoor werd gegeven dat leerlingen opdrachten uitvoerden in de app waardoor ze de geschiedenis als het ware konden ervaren.

Een vergelijkbaar onderzoek door Su en Cheng (2014) keek naar het effect van een andere game-app op leren. Deze mobiele app zorgde voor een authentieke leeromgeving en gebruikte de GPS-locatie van leerlingen. De app bestond uit opdrachten waarvoor leerlingen door een bepaald gebied moesten lopen. In dit gebied waren codes te vinden, waarmee kennis over insecten kon worden geraadpleegd. Deze kennis was nodig om de opdrachten uit te voeren. Het gebruik van de app zorgde voor een verhoogde motivatie onder leerlingen in vergelijking tot reguliere lessen. Deze hogere motivatie zorgde uiteindelijk ook voor betere leerresultaten, aldus de onderzoekers.

Hoewel deze onderzoeken laten zien dat gamification een positief effect heeft op het verkrijgen van conceptuele kennis, keken deze onderzoeken enkel naar de effecten op de korte termijn. Korte tijd na de interventie werden er namelijk tests afgenomen bij de leerlingen. Hierbij is niet gekeken naar wat de leerlingen na langere tijd nog wisten over het onderwerp; er is niet gekeken naar retentie.

Het aantal onderzoeken dat hier wel naar heeft gekeken, is beperkt. Eén van deze onderzoeken is van Faghihi et al. (2014). Faghihi et al. lieten zien dat door gebruik van gamification de leerstof beter onthouden bleef. In dit onderzoek gebruikten de onderzoekers animaties en verhaaltjes om leerlingen het gebruik van de abc-formule bij wiskunde aan te leren. Na tien dagen bleek de gamification-groep de abc-formule nog het beste te weten, beter dan de controlegroep. Als een van de eerste onderzoeken gericht op de rol van gamification binnen retentie benadrukten Faghihi et al. de noodzaak voor meer onderzoek hiernaar.

Een recenter onderzoek door Putz et al. (2018) keek naar studenten Logistiek die workshops over duurzaam transport volgden. Een gedeelte van de studenten volgde workshops die gebruik maakten van gamification, de andere studenten volgden reguliere

workshops. Met een pre-test, post-test en retentie-test werd gekeken naar de effecten op korte en langere termijn. Ook hier bleek de gamification-groep meer te hebben onthouden na twee weken vergeleken bij de controlegroep. Ook Putz et al. gaven aan dat meer onderzoek naar het effect van gamification op retentie nodig is. Daarbij werd benoemd dat andere disciplines en onderwerpen ook onderzocht zouden moeten worden.

Onderzoeksvragen

Omdat er maar een beperkt aantal onderzoeken bestaat over het effect van gamification op retentie zal dit onderzoek zich hierop richten. Hierom wordt in dit onderzoek de volgende onderzoeksvraag onderzocht: *Wat is het effect van gamification op de retentie van tweedejaars theoretische-leerweg-leerlingen bij wiskunde?* Om deze onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden is een aantal hypothesen gesteld.

Hypothesen

- H1. Leerlingen die instructie krijgen door middel van gamification, behalen een hogere totaalscore op de post-test dan leerlingen die instructie krijgen door middel van reguliere instructie.
- H2. Leerlingen die instructie krijgen door middel van gamification, behalen een hogere totaalscore op de retentietest dan leerlingen die instructie krijgen door middel van reguliere instructie.
- H3. Leerlingen die instructie krijgen door middel van gamification, behalen hogere scores op toepassingsgerichte testonderdelen die diep leren vereisen dan leerlingen die instructie krijgen door middel van reguliere instructie.
- H4. Leerlingen die instructie krijgen door middel van gamification, behalen hogere scores op inzichtgerichte testonderdelen dan leerlingen die instructie krijgen door middel van reguliere instructie.

Methode

Participanten

In totaal namen uiteindelijk 36 leerlingen deel aan dit onderzoek. De deelnemende leerlingen zaten in het tweede jaar van de theoretische leerweg, verspreid over twee klassen en waren tussen de 13 en 15 jaar oud. Om de resultaten te kunnen vergelijken diende de ene klas als controlegroep en de andere als onderzoeksgroep. Klas A diende als controlegroep en bestond uit 17 leerlingen die deelnamen. Klas B diende als onderzoeksgroep en bestond uit 19 deelnemende leerlingen. De onderzoeksgroep, of gamificationgroep, kreeg tijdens het onderzoek instructie d.m.v. een gamification-interventie. Beide groepen kregen les van dezelfde wiskundedocent.

Het onderzoek vond bij elke groep plaats gedurende twee weken tijdens drie wiskundelessen. De resultaten van leerlingen die geen toestemming gaven voor het gebruik van de verzamelde gegevens of gedurende een van de testmomenten niet aanwezig waren, zijn niet meegenomen in dit onderzoek. Alle verzamelde gegevens zijn geanonimiseerd.

Procedure

Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden, werden de resultaten van een les met gamification-interventie vergeleken met die van een reguliere les. Deze lessen worden samen de onderzoekslessen genoemd. De les die gebruik maakte van de ontworpen gamification-interventie wordt in dit onderzoek ook wel gamificationles genoemd. Tijdens de reguliere les maakte de docent enkel gebruik van het wiskundeboek en geen gebruik van media (zoals filmpjes, presentaties of interactieve elementen) om instructie te geven.

De betreffende onderzoekslessen gingen over het oplossen van eerstegraads vergelijkingen door middel van inklemmen. Oplossen met inklemmen is een methode waarbij leerlingen zelf een waarde voor de variabele moeten kiezen. De uitkomst met de gekozen

waarde wordt vervolgens vergeleken met de bedoelde uitkomst. Als de uitkomst van de gekozen waarde te laag is, moeten ze dus een hogere waarde kiezen voor de variabele. Als de uitkomst te hoog is, moeten ze dus een lagere waarde kiezen. De leerling blijft waarden kiezen totdat de juiste uitkomst is gevonden. Een voorbeeld van deze methode is te vinden in Tabel 1.

Tabel 1

Voorbeeld van het Oplossen van een Vergelijking d.m.v. Inklemmen

Formule	Gekozen waarde	Uitkomst	Te hoog/laag
$2x = 6$	$x = 1$	2	Te laag
$2x = 6$	$x = 5$	10	Te hoog
$2x = 6$	$x = 3$	6	Goede uitkomst

Tabel 2

Een Overzicht van de Planning van de Verschillende Tests per Groep

Groep	Test	Soort les	Datum
Controlegroep	1 – Entreetest	Reguliere les	06-11-2019
Onderzoeksgroep	1 – Entreetest	Reguliere les	07-11-2019
Controlegroep	2 – Post-test	Onderzoeksles	11-11-2019
Onderzoeksgroep	2 – Post-test	Onderzoeksles	12-11-2019
Controlegroep	3 – Retentietest	Reguliere les	18-11-2019
Onderzoeksgroep	3 – Retentietest	Reguliere les	19-11-2019

Bij beide groepen werden drie tests afgenomen: een entreetest, een posttest en een retentietest. Een overzicht van de planning van deze tests per groep is hierboven te vinden in Tabel 2. De entreetest diende als nulmeting en werd tijdens de laatste 15 minuten van de wiskundeles vóór de onderzoeksles afgenomen. Tijdens de entreetests vulden leerlingen ook een korte vragenlijst in over hun houding ten opzichte van spelletjes en games.

De tweede test, de post-test, werd afgenomen tijdens de laatste 15 minuten van de onderzoeksles. Met de post-test werd de kennis en toepassingsvermogen getest die verkregen

was tijdens de onderzoeksles. Tijdens de post-test werd leerlingen binnen de onderzoeksgroep ook gevraagd naar hun bevindingen over de gamification-interventie middels een vragenlijst.

De laatste test, de retentietest, werd tijdens de eerste 20 minuten afgenomen van een volgende wiskundeles, 7 dagen na de onderzoeksles. Tijdens deze test werd leerlingen ook gevraagd om een korte vragenlijst in te vullen over hun houding tegenover wiskunde en het onderwerp van de lessenreeks (d.w.z. oplossen van vergelijkingen). Het doel van deze laatste test was om de retentie te kunnen meten.

Om de retentie zo min mogelijk te beïnvloeden is de leerstof bij beide groepen enkel behandeld tijdens de onderzoeksles. De leerstof is in de periode van het onderzoek niet herhaald of nogmaals uitgelegd door de lesgevende docent, om zo de gemeten leerresultaten te isoleren en eventuele ruis zoveel mogelijk te voorkomen.

Er is voor 7 dagen gekozen als retentie-interval, omdat dit een belangrijk moment blijkt te zijn in Ebbinghaus' vergeetcurve (Murre & Dros, 2015). Deze curve is een lijn die retentie over tijd weergeeft. Na een periode van 6 tot 8 dagen na het moment van leren wordt de retentie namelijk aanzienlijk minder en wordt de leerstof sneller vergeten.

Tijdens de onderzoeksles is een ontworpen spel geïnspireerd op Memory, als gamification-interventie gespeeld door de deelnemende leerlingen binnen de onderzoeksgroep. Dit spel diende als enige instructie van de leerstof over inklemmen. Tijdens de gamificationles is het spel uitgelegd, samen met de leerdoelen ervan. Alle leerlingen uit de onderzoeksgroep hebben dezelfde tijd gekregen om het spel te spelen.

De controlegroep kreeg reguliere instructie van hun docent, aan de hand van het wiskundeboek tijdens de onderzoeksles. Na de instructie kregen de leerlingen tijd om opgaven uit het boek te maken.

Instrumenten

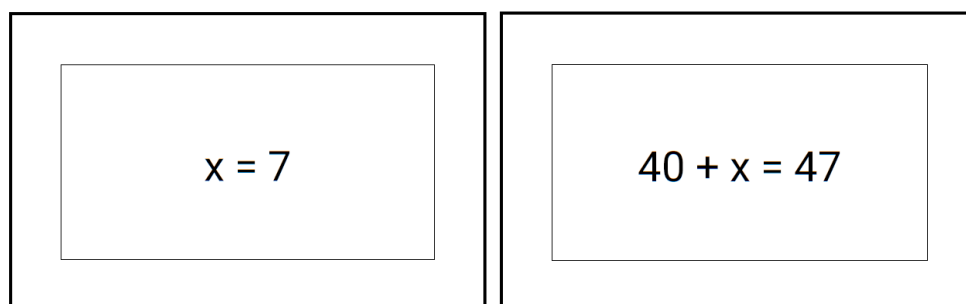
In dit onderzoek kan onderscheid gemaakt worden tussen drie verschillende instrumenten.

Allereerst is een spel ontworpen dat diende als gamification-interventie. Daarnaast zijn tests afgenomen. Die tests bestonden voornamelijk uit opgaven om de kennis, het toepassingsvermogen en inzicht over de leerstof van leerlingen te toetsen. In deze tests zijn ook vragen opgenomen die leerlingen vroegen naar hun houding ten opzichte van spel en games, wiskunde en het onderwerp. De onderzoeksgroep is daarbij ook met een vragenlijst bevraagd naar hun mening over de ontworpen interventie. In de volgende onderdelen zal als eerste het ontwerp van de gamification-interventie worden beschreven, vervolgens de inhoud van de afgenomen tests.

Gamification-interventie

De gamification-interventie is ontworpen aan de hand van ontwerpeisen gebaseerd op de resultaten van literatuur en bestond uit een spel geïnspireerd op Memory. Dit spel diende als uitleg van de leerstof en werd als volgt gespeeld.

Het ontworpen spel werd door leerlingen gespeeld in tweetallen. Het spel bestond uit verschillende kaartjes; kaartjes met variabelen en kaartjes met formules (zie Figuur 1 en Bijlage I – gamification-interventiekaartjes). Naast deze kaartjes kregen leerlingen een formulier om hun berekeningen op te schrijven (zie Bijlage II –). Het verloop van het spel ging als volgt. De leerlingen kozen een formulekaartje uit, met als doel die formule op te lossen. Vervolgens werden alle variabelekaartjes omgekeerd op tafel gelegd in een



Figuur 1. Voorbeeld van een variabelekaartje en een formulekaartje.

rastervorm, zodat de variabele niet te zien was. De rastervorm had als doel dat zodat leerlingen de plek van de variabele konden onthouden, vergelijkbaar met Memory. Leerlingen konden vervolgens om de beurt variabelekaartjes omdraaien. Elke keer dat ze een kaartje omdraaiden, moesten ze de waarde van die variabele invullen in de formule. Dit schreven ze uit op het gamificationformulier (zie Bijlage III - Entreetest & Antwoordmodel Entreetest). Dit formulier liet leerlingen ook beredeneren of de waarde van de variabele te hoog of te laag was. Als een leerling uiteindelijk de juiste waarde voor de variabele had gevonden, was de leerling nog een keer aan de beurt en kon de leerling nog een formulekaartje omdraaien en de nieuwe formule proberen op te lossen. Als de waarde van het variabelekaartje niet klopte, was de andere leerling aan de beurt. Leerlingen konden doorgaan totdat alle formulekaartjes gebruikt waren.

Tijdens het ontwerpen van het spel is rekening gehouden met de vijf stappen van toepassing van gamification in een les, zoals beschreven door Huang en Soman (Huang & Soman, 2013). Zij beschrijven als eerste stap dat de doelgroep moet worden bepaald en vervolgens de leerdoelen. Hieraan moet structuur worden toegevoegd in de vorm van leeractiviteiten, eventuele benodigheden voor deze activiteiten moeten dan ook in kaart gebracht worden. Als laatste stap zouden de spelelementen toegevoegd moeten worden.

De doelgroep en leerdoelen zijn bepaald aan de hand van de planning en mogelijkheden van de lesgevende docent van de klassen die deelnamen aan dit onderzoek. Dit is dus oplossen van eerstegraads vergelijkingen d.m.v. inklemmen geworden. Vervolgens is de leeractiviteit van de gamificationles bepaald, namelijk een spel spelen als instructie. In samenspraak met de lesgevende docent is het verloop van de onderzoeksles verder bepaald. De spelelementen zijn toegevoegd aan de hand van het MDA-model (Hunicke, LeBlanc, & Zubek, 2004). Dit model beschrijft dat spellen of games bestaan uit mechanics (M), dynamics (D) en aesthetics (A). Mechanics beschrijven de werking of regels van het spel, bijvoorbeeld

hoe een speler aan de beurt komt. Dynamics gaan over de interactie tussen de speler en de mechanics, bijvoorbeeld wat spelers kunnen doen tijdens hun beurt. Aesthetics beschrijven de interactie tussen de speler en de dynamics en worden vaak geuit in emotionele reacties van de spelers, bijvoorbeeld blijheid bij winst. Van Den Beemt (2010) beschreef in zijn proefschrift hoe het MDA-model toegepast zou kunnen worden in het ontwikkelen van onderwijsmateriaal, zoals gamification. Aan de hand van deze variant van het model is het spel verder vormgegeven (zie Tabel 3).

Tabel 3

Het MDA-model toegepast op de gamification-interventie

Hunicke et al., 2004	Van Den Beemt, 2010	Het ontworpen spel
M: regels	M: leerdoelen binnen een les of vak	De leerling leert eerstegraads vergelijkingen op te lossen door middel van inklemmen. Dit door de juiste variabelekaartjes te zoeken bij de formulekaartjes.
D: interactie tussen speler en regels	D: Leeropdracht, feedback op leervoortgang	De leerling kan aan het einde van de les eerstegraads vergelijkingen oplossen door middel van inklemmen. Dit door de waardes in te vullen en de uitkomst uit te rekenen en vergelijken met de bedoelde uitkomst. Omgedraaide variabelekaartjes en goed opgeloste formules dienen als leervoortgang.
A: emoties	A: emotie, leercontext	Leerlingen spelen samen het spel. Eventuele blijdschap of tros kan ontstaan bij winnen of het vinden van het juiste kaartje.

Noot. M = mechanics, D = dynamics, A = aesthetics, van het MDA-model (Hunicke et al., 2004)

Naast deze variant op het MDA-model is tijdens het ontwerp rekening gehouden met de rol van feedback. Zo is volgens Erhel en Jamet (2013) het geven van feedback op het leerproces essentieel om leerlingen te laten leren met gamification. Dit kan bijvoorbeeld binnen de interface van een app, maar ook door mondelinge feedback van een docent, zoals scaffolding

(Hattie & Timperley, 2007). Bij het ontwerp van de gamification-interventie is hierbij rekening gehouden met mondelinge feedback van de lesgevende docent. Daarnaast wordt voortgang in het spel, daarmee gedeeltelijk het leerproces, weergegeven door het aantal opgeloste formules en omgedraaide variabelekaartjes.

Tests

De afgenomen tests zijn gemaakt aan de hand van het RTTI-model (Drost & Verra, 2015). RTTI staat voor Reproductie (R), Toepassing 1 (T1), Toepassing 2 (T2) en Inzicht (I). Reproductie is hier het kunnen reproduceren van feiten en basale conceptuele kennis. Toepassing 1 is de toepassing van de stof in een bekende situatie, zoals de leerling het ook aangeleerd heeft gekregen. Toepassing 2 is toepassing van de stof in een onbekende situatie waar de leerling zelf een strategie moet bepalen. De laatste – Inzicht – is een vraagstuk zonder duidelijke context waarbij de leerling inzicht moet krijgen in de situatie en daarnaar moet handelen. Binnen dit model vallen vooral T2 en I onder diep leren, aangezien hier verbanden gelegd moeten worden tussen bestaande kennis in een nieuwe, onbekende situatie. De opgaven van de tests gingen in op alle vier de elementen van dit model. De drie tests waren van vergelijkbare lengte en moeilijkheidsgraad. Het Reproductiegedeelte van de tests bestond uit het omcirkelen van de variabelen in vier vergelijkingen. Het T1-onderdeel bestond uit twee opgaven waarbij gevraagd werd een vergelijking op te lossen door middel van inklemmen. Het T2-gedeelte bestond uit twee opgaven waarbij leerlingen een vergelijking op moesten lossen aan de hand van een verhaaltje. De laatste opgave was gericht op Inzicht waarbij leerlingen eerst zelf een vergelijking op moesten stellen en vervolgens op moesten lossen.

Vragenlijst

Om de houding van de participanten ten opzicht van wiskunde, spelletjes in het algemeen en het ontworpen spel vast te leggen zijn vragenlijsten gemaakt. De houding van

leerlingen zou namelijk invloed kunnen hebben op de leerresultaten. Zo merkte Van Den Beemt (2010) op dat jongeren die vaker gamen of spelletjes spelen, gewend zijn om in korte tijd hun doelen te bepalen. Dit zou binnen dit onderzoek kunnen leiden tot hogere leerresultaten, omdat deze groep sneller de essentie begrijpt van het ontworpen spel dan leerlingen die minder vaak gamet of spelletjes spelen.

De vragenlijst om deze houdingen te meten bestond uit 7 stellingen. Leerlingen konden aangeven in hoeverre ze het eens waren met de stellingen door middel van een 7-punts Likertschaal (1 = helemaal mee oneens, 7 = helemaal mee eens). Omdat de vragenlijst niet gevalideerd is, is gebruik gemaakt van een betrouwbaarheidstest door Cronbachs alfa te berekenen. De vragenlijst bestond in totaal uit drie constructen: houding t.o.v. wiskunde ($\alpha = 0.815$), houding t.o.v. het ontworpen spel ($\alpha = 0.710$) en houding t.o.v. spel algemeen ($\alpha = 0.746$). Stellingen die niet bijdroegen aan een betrouwbare schaal zijn niet meegenomen in de analyse. De antwoorden op de vragenlijst zijn ook gecontroleerd op inconsistenties. Hiervan was echter geen sprake. De vragenlijst bestond uit de volgende stellingen.

1. Ik vind dit hoofdstuk (H2) leuk.
2. Ik vind wiskunde geen leuk vak.
3. Het spel was nuttig.
4. Het spel heeft me iets geleerd.
5. Het spel maakte de les leuker dan een gemiddelde les.
6. Ik speel graag spelletjes.
7. Ik houd niet van spelletjes.

Analyse

De tests zijn nagekeken aan de hand van een vooraf bepaald antwoordmodel. De tests, samen met de antwoordmodellen, zijn te vinden in Bijlage III - Entreetest & Antwoordmodel Entreetest, Bijlage IV – Post-test & Antwoordmodel Post-test en Bijlage V. Per opgave

konden leerlingen 3 of 4 punten behalen. In totaal bestond elke test uit zes opgaven. Hierbij bestonden de Toepassingsonderdelen (T1 en T2) uit elk twee opgaven en konden leerlingen er 3 punten per opgave voor behalen. De leerstof was namelijk vooral gericht op het aanleren van een bepaalde wiskundige methode. Hoe meer onderdelen per opgave correct zijn gemaakt, hoe meer punten er werden toebedeeld per opgave. De maximale score was 20 punten per test. De scores van de tests zijn vervolgens digitaal ingevoerd voor de statistische analyse. Per onderdeel van het RTTI-model zijn de gemiddelde waardes genomen, dus maximaal 3 of 4 punten per RTTI-onderdeel per test. Ook zijn de totaalscores per test berekend.

Per test zijn correlatietesten uitgevoerd om te kijken of er correlaties bestonden tussen de verschillende testmomenten en de totaalscores en de gegeven antwoorden bij de vragenlijsten. Ook is het aantal opgeloste formules op het gamificationformulier vergeleken met de scores. Op basis van de resultaten van deze correlatietesten is gekeken of er rekening gehouden moest worden met eventuele ruis bij de interpretatie van de resultaten.

Om de retentie en leerresultaten gedurende de onderzoeksperiode te kunnen waarnemen, zijn er verschillende statistische tests uitgevoerd. Er zijn Independent T-Tests uitgevoerd om verschillen tussen de condities te kunnen vergelijken. Daarnaast zijn er Paired Samples T-Tests uitgevoerd om de verschillen binnen de groepen te kunnen vergelijken. Ook zijn, in het kader van diep leren, de T2- en I-onderdelen van de tests vergeleken tussen en binnen groepen. De eerdergenoemde hypothesen zijn gebruikt als uitgangspunten voor de analyse.

Resultaten

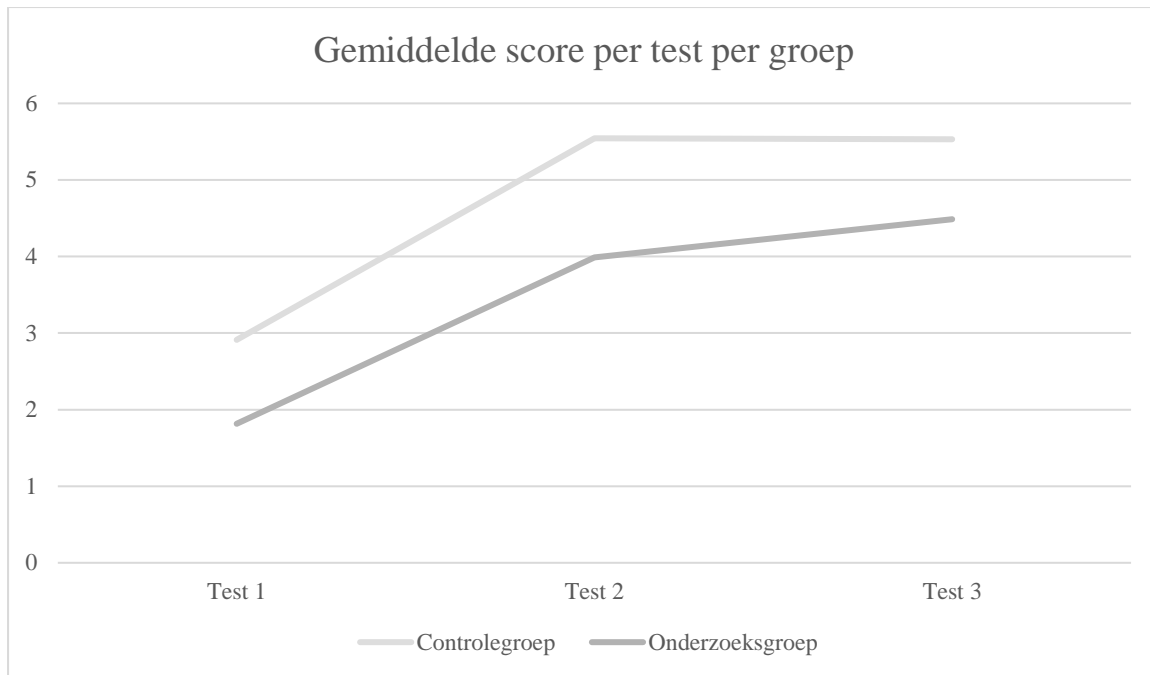
Om een overzicht te geven van de resultaten worden als eerst de gemiddelde scores per test besproken. Vervolgens worden gevonden correlaties besproken aan de hand van Pearsons r . Ten slotte wordt per hypothese gekeken naar de resultaten tussen en binnen de condities

a.d.h.v. de resultaten van de Independent T-Tests en vervolgens de Paired Samples T-Tests. In Tabel 4 is af te lezen dat de gemiddelde scores over het algemeen laag waren. In Figuur 2 is duidelijk te zien dat de controlegroep op elke test gemiddeld hoger scoorde dan de onderzoeksgroep. Hierbij is bij de controlegroep een duidelijke stijging te zien tussen de post-test ($M = 5.54$, $SD = 1.79$) en entreetest ($M = 2.91$, $SD = 2.44$). Een vergelijkbare stijging tussen de eerste ($M = 1.82$, $SD = 2.53$) en tweede test ($M = 3.99$, $SD = 2.83$) is ook waar te nemen voor de onderzoeksgroep. In Figuur 2 is ook een stijging te zien tussen de post-test en retentietest ($M = 4.49$, $SD = 1.58$) bij de onderzoeksgroep. Bij de controlegroep is dit juist een lichte daling ($M = 5.53$, $SD = 1.59$). Er wordt verderop in deze sectie verder ingegaan op deze verschillen.

Tabel 4

De Gemiddelde Score per Groep en per Test

<i>Type</i>	<i>Conditie</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>
Test 1 score	Controlegroep	2.91	2.44	17
	Onderzoeksgroep	1.82	2.53	19
	<i>Totaal</i>	<i>2.33</i>	<i>2.52</i>	<i>36</i>
Test 2 score	Controlegroep	5.54	1.79	17
	Onderzoeksgroep	3.99	2.83	19
	<i>Totaal</i>	<i>4.72</i>	<i>2.49</i>	<i>36</i>
Test 3 score	Controlegroep	5.53	1.59	17
	Onderzoeksgroep	4.49	1.58	19
	<i>Totaal</i>	<i>4.98</i>	<i>1.65</i>	<i>36</i>



Figuur 2. Gemiddelde testcores door de tests heen. Dit figuur geeft de gemiddelde testcores voor test 1, test 2 en test 3 van de controlegroep en onderzoeksgroep.

Om mogelijke correlaties tussen de scores en vragenlijsten waar te nemen is er gebruik gemaakt van Pearsons r . Om te beginnen is er bij de controlegroep enkel een significante zwakke correlatie gevonden tussen de post-test en retentietest ($r(17) = 0.49, p = 0.048$). Bij de onderzoeksgroep is er een negatieve correlatie gevonden tussen de testcores van de entreetest en de retentietest. Ook deze correlatie was significant, maar zwak ($r(19) = -0.47, p = 0.044$). Een significante, zwakke correlatie tussen de post-test en de retentietest is ook gevonden bij de onderzoeksgroep ($r(19) = 0.47, p = 0.044$).

Verder zijn er geen significante correlaties gevonden tussen de elementen van de vragenlijsten en de testcores. Daarbij is er ook geen relatie gevonden tussen het aantal opgeloste formules en de testcores van de onderzoeksgroep. Omdat de correlaties zwak of niet significant bleken, zijn deze niet besproken in de discussie van de resultaten.

In Tabel 5 zijn de resultaten van de Independent Samples T-Test weergegeven. In Tabel 6 zijn de t-waardes, p-waardes en verschillen in gemiddelden te vinden. Hierbij is gebruik gemaakt van de toets van Levene.

Tabel 5

De Gemiddelde Scores per Test, per RTTI-Onderdeel en per Conditie

<i>Conditie</i>	<i>Testonderdeel</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Controlegroep	Test 1 score	17	2.91	2.44
	Test 2 score	17	5.54	1.79
	Test 3 score	17	5.53	1.59
	Test 1 R	17	1.65	2.03
	Test 1 T1	17	0.21	0.50
	Test 1 T2	17	0.56	0.87
	Test 1 I	17	0.50	0.81
	Test 2 T1	17	1.41	0.78
	Test 2 T2	17	0.72	0.86
	Test 2 R	17	3.35	1.32
	Test 2 I	17	0.06	0.24
	Test 3 R	17	3.94	0.24
	Test 3 T1	17	0.88	0.82
	Test 3 T2	17	0.65	0.94
	Test 3 I	17	0.06	0.17
Onderzoeksgroep	Test 1 score	19	1.82	2.53
	Test 2 score	19	3.99	2.83
	Test 3 score	19	4.49	1.58
	Test 1 R	19	1.47	1.98
	Test 1 T1	19	0.18	0.51
	Test 1 T2	19	0.05	0.23
	Test 1 I	19	0.11	0.46
	Test 2 T1	19	0.71	0.82
	Test 2 T2	19	0.25	0.51
	Test 2 R	19	2.63	1.89
	Test 2 I	19	0.40	0.98
	Test 3 R	19	3.32	1.49
	Test 3 T1	19	0.72	0.58
	Test 3 T2	19	0.34	0.75
	Test 3 I	19	0.11	0.36

Noot. R = Reproductie, T1 = Toepassing 1, T2 = Toepassing 2, I = Inzicht, onderdelen van het RTTI-model (Drost & Verra, 2015).

Tabel 6

Resultaten van de Independent Samples T-Test

<i>Testonderdeel</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>M</i>
Test 1 score	0.34	0.57	1.32	34.00	0.196	1.096
Test 2 score	2.93	0.10	1.95	34.00	0.060	1.557
Test 3 score	0.77	0.39	1.97	34.00	0.057	1.043
Test 1 R	0.26	0.62	0.26	34.00	0.797	0.173
Test 1 T1	0.00	0.97	0.13	34.00	0.898	0.022
Test 1 T2	30.14	0.00	2.33	18.00	0.032	0.506
Test 1 I	15.45	0.00	1.77	24.70	0.089	0.395
Test 2 R	9.49	0.00	1.34	32.20	0.190	0.721
Test 2 T1	0.15	0.70	2.63	34.00	0.013	0.701
Test 2 T2	8.24	0.01	1.98	25.39	0.059	0.471
Test 2 I	9.73	0.00	-1.45	20.44	0.164	-0.336
Test 3 R	15.37	0.00	1.80	19.06	0.088	0.625
Test 3 T1	4.20	0.05	0.67	28.46	0.510	0.159
Test 3 T2	1.33	0.26	1.08	34.00	0.287	0.305
Test 3 I	1.16	0.29	-0.49	34.00	0.627	-0.046

Noot. Er is met de verwerking van de Independent Samples T-Test gebruik gemaakt van de toets van Levene voor correctie. Er is significantie bij $p < 0.05$.

H1. *Leerlingen die instructie krijgen door middel van gamification, behalen een hogere totaalscore op de post-test dan leerlingen die instructie krijgen door middel van reguliere instructie.*

Deze hypothese is ontkracht. Uit de Independent Samples T-Test blijkt dat leerlingen binnen de controlegroep ($M = 5.54$, $SD = 1.79$) hoger scoren dan leerlingen in de onderzoeksgroep ($M = 3.99$, $SD = 2.83$). Dit verschil was echter niet significant; $t(34) = 1.95$, $p = 0.060$. Gekeken naar de verschillende RTTI-onderdelen per test was alleen het T1-onderdeel significant verschillend ($t(34) = 2.63$, $p = 0.013$). De controlegroep ($M = 1.41$, $SD = 0.78$) behaalde hier een significant hogere score dan de onderzoeksgroep ($M = 0.71$, $SD = 0.82$).

H2. Leerlingen die instructie krijgen door middel van gamification, behalen een hogere totaalscore op de retentietest dan leerlingen die instructie krijgen door middel van reguliere instructie.

Deze hypothese is ook ontkracht. Uit Tabel 5 is af te lezen dat de controlegroep ($M = 5.53, SD = 1.59$) hoger scoorde dan de onderzoeksgroep ($M = 4.49, SD = 1.58$) tijdens de 3^e test. Dit verschil tussen de groepen was echter niet significant; $t(34) = 1.97, p = 0.057$.

H3. Leerlingen die instructie krijgen door middel van gamification, behalen hogere scores op toepassingsgerichte testonderdelen die diep leren vereisen dan leerlingen die instructie krijgen door middel van reguliere instructie.

Voor de T2-scores van de 2^e test, scoorde de controlegroep ($M = 0.72, SD = 0.86$) hoger dan de onderzoeksgroep. ($M = 0.25, SD = 0.51$). Dit verschil bleek significant ($t(34) = 2.03, p = 0.05$).

De T2-scores van de controlegroep vergeleken met de scores van de onderzoeksgroep waren hoger op de 3^e test. Deze verschillen waren echter niet significant ($t(34) = 1.08, p = 0.287$). De hypothese is daarom ook niet bevestigd.

H4. Leerlingen die instructie krijgen door middel van gamification, behalen hogere scores op inzichtgerichte testonderdelen dan leerlingen die instructie krijgen door middel van reguliere instructie.

Deze hypothese kan ook niet worden bevestigd. De leerlingen uit de controlegroep ($M = 0.06, SD = 0.24$) scoorden weliswaar lager dan leerlingen uit de onderzoeksgroep ($M = 0.40, SD = 0.98$) op de post-test, dit verschil bleek niet significant; $t(20,44) = -1.45, p = 0.164$.

Ook scoorde de onderzoeksgroep ($M = 0.11$, $SD = 0.36$) op de retentietest hoger dan leerlingen uit de controlegroep ($M = 0.06$, $SD = 0.17$), maar ook dit verschil bleek niet significant; $t(34) = -0.49$, $p = 0.627$.

Tabel 7

Resultaten van de Paired Samples T-Test per Conditie

<i>Conditie</i>	<i>Paar</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Controlegroep	Test 1 – Test 2	-2.63	2.80	-3.88	16	0.001
	Test 1 – Test 3	-2.62	2.87	-3.76	16	0.002
	Test 2 – Test 3	0.02	1.72	0.04	16	0.972
	Test 1-R - Test 2-R	-1.71	2.14	-3.28	16	0.005
	Test 1-R - Test 3-R	-2.29	1.99	-4.75	16	0.000
	Test 2-R - Test 3-R	-0.59	1.18	-2.06	16	0.056
	Test 1-T1 - Test 2-T1	-1.21	0.94	-5.31	16	0.000
	Test 1-T1 - Test 3-T1	-0.68	0.97	-2.87	16	0.011
	Test 2-T1 - Test 3-T1	0.53	0.79	2.75	16	0.014
	Test 1-T2 - Test 2-T2	-0.16	0.77	-0.87	16	0.396
	Test 1-T2 - Test 3-T2	-0.09	1.38	-0.26	16	0.795
	Test 2-T2 - Test 3-T2	0.07	1.19	0.25	16	0.803
	Test 1-I - Test 2-I	0.44	0.77	2.37	16	0.031
	Test 1-I - Test 3-I	0.44	0.86	2.11	16	0.051
Test 2-I - Test 3-I	0.00	0.31	0.00	16	1.000	
Onderzoeksgroep	Test 1 – Test 2	-2.17	4.05	-2.34	18	0.031
	Test 1 – Test 3	-2.67	3.56	-3.27	18	0.004
	Test 2 – Test 3	-0.50	2.52	-.87	18	0.398
	Test 1-R - Test 2-R	-1.16	2.93	-1.72	18	0.102
	Test 1-R - Test 3-R	-1.84	2.83	-2.83	18	0.011
	Test 2-R - Test 3-R	-0.68	1.95	-1.53	18	0.143
	Test 1-T1 - Test 2-T1	-0.53	0.96	-2.38	18	0.029
	Test 1-T1 - Test 3-T1	-0.54	0.79	-2.98	18	0.008
	Test 2-T1 - Test 3-T1	-0.01	0.69	-0.08	18	0.935
	Test 1-T2 - Test 2-T2	-0.20	0.58	-1.48	18	0.156
	Test 1-T2 - Test 3-T2	-0.29	0.80	-1.57	18	0.134
	Test 2-T2 - Test 3-T2	-0.09	0.59	-0.68	18	0.505
	Test 1-I - Test 2-I	-0.29	1.12	-1.13	18	0.276
	Test 1-I - Test 3-I	0.00	0.60	0.00	18	1.000
Test 2-I - Test 3-I	0.29	0.71	1.77	18	0.094	

Noot. Er is significantie bij $p < 0.05$

Om de resultaten binnen de twee groepen te vergelijken is gebruik gemaakt van Paired Samples T-Tests. Deze resultaten zijn af te lezen in

Tabel 7. Zo zijn bij de controlegroep de scores tussen de entreetest ($M = 2.91$, $SD = 2.44$) en de post-test ($M = 5.54$, $SD = 1.79$) significant gestegen; $t(16) = -3.88$, $p = 0.001$.

Dit is ook af te lezen voor het verschil in scores tussen de eerste test ($M = 1.82$, $SD = 2.53$) en tweede test ($M = 3.99$, $SD = 2.83$) bij de onderzoeksgroep; $t(18) = -2.34$, $p = 0.031$.

De verschillen tussen de post-test en retentietest waren bij zowel de onderzoeksgroep als de controlegroep respectievelijk niet significant; $t(16) = -0.86$, $p = 0.398$; $t(16) = 0.035$, $p = 0.972$. De eerder genoemde stijging tussen de post-test en de retentietest binnen de onderzoeksgroep (zie Figuur 2) bleek ook niet significant; $t(16) = 0.04$, $p = 0.972$.

Discussie

Om de onderzoeksvraag *Wat is het effect van gamification op de retentie bij wiskunde in de onderbouw?* te beantwoorden zijn er hypothesen gesteld die de analyses richting gaven. Op basis van deze resultaten kon er niet worden gesteld dat de onderzoeksgroep significant betere leerresultaten heeft behaald, vergeleken met de controlegroep, op langere of korte termijn. Met andere woorden, de gamification-interventie had geen ander effect dan een reguliere instructie op zowel korte termijn als lange termijn. Hierbij kon ook niet gesteld worden dat de leerlingen in de onderzoeksgroep hogere resultaten hebben behaald op de onderdelen die diep leren vereisen; de T2- en I-onderdelen. Deze verschillen tussen de groepen waren namelijk ook niet significant. Leerlingen binnen de gamificationgroep hebben dus ook niet ‘dieper geleerd’ dan de controlegroep.

Wat wel gesteld kan worden, op basis van de significantietests, is dat beide groepen hebben geleerd ten opzichte van de nulmeting tijdens de eerste test. Het verschil tussen de post-test en de retentietest binnen de groepen was daarbij niet significant. Opvallend was wel de lichte stijging tussen de tweede test en de derde test binnen de gamificationgroep.

Ondanks het geringe verschil zou hiernaar gekeken kunnen worden in toekomstig onderzoek, eventueel met een groter aantal deelnemers.

Het beperkt aantal deelnemers was dan ook een beperking van dit onderzoek. Toekomstig onderzoek zou hierbij ook kunnen kijken naar meerdere klassen, van verschillende niveaus, die les krijgen van verschillende docenten. Hierbij wordt het belang van onderzoek naar dit onderwerp op de verschillende middelbareschoolniveaus voornamelijk benadrukt. De participanten van dit onderzoek volgden de theoretische leerweg. De leerstof was daarbij voornamelijk gericht op het kunnen toepassen van de methode van het inklemmen. Op andere, hogere schoolniveaus, kan de leerstof geschikter zijn voor het toepassen van gamification voor diep leren. Binnen havo of vwo wordt meer aandacht gegeven aan het T2- of Inzicht-vermogen van leerlingen. Een mogelijke aanname die onderzocht zou moeten worden is dat gamification geschikter is voor deze onderdelen binnen het RTTI-model. Aanleiding voor deze beredenering is het significante verschil tussen de T1-scores van de twee onderzochte groepen. De reguliere-instructiegroep behaalde hierbij namelijk significant hogere resultaten dan de onderzoeksgroep. Tijdens deze reguliere instructie is voornamelijk het toepassen van de inklemmethode behandeld, waarbij de gamification-interventie zich mogelijk misschien meer heeft gericht op de conceptuele kant van het onderwerp.

Een aanwijzing hiervoor is dat de correlatietest aangaf dat het aantal gemaakte sommen tijdens het spelen van het ontworpen spel geen effect had op de resultaten van leerlingen. Dit is een enigszins verrassend resultaat, aangezien herhaling van leerstof namelijk zorgt voor betere leerresultaten (Kang, 2016; Rohrer & Taylor, 2006). Daarnaast, ook gekeken naar de resultaten van Faghihi et al. (2014) en Putz et al. (2018), zijn er een aantal beperkingen van dit onderzoek en het ontwerp van de gamification-interventie bepaald.

Een mogelijke verklaring voor deze resultaten kan zijn dat het ontworpen spel geen gebruik maakt van de Flowtheorie (Csikszentmihalyi, 1975). Deze theorie beschrijft namelijk dat men in een staat van ‘flow’ verkeert als de uit te voeren taak genoeg uitdaagt voor de vaardigheden waar men over beschikt. Men verkeert niet in een staat van ‘flow’ als de taak als te makkelijk of te moeilijk ervaren wordt. Dit laatste kan het geval zijn geweest. Het was namelijk de eerste keer dat de leerlingen deze stof (d.w.z. oplossen van eerstegraads vergelijkingen) behandeld kregen. Ze beschikten mogelijk dus nog niet over de benodigde vaardigheden om de leeractiviteit succesvol uit te kunnen voeren. Daarbij was er een ook zekere willekeurigheid in de kaartjes met betrekking tot de benodigde vaardigheden ten opzichte van de geleverde uitdaging. Doordat de formulekaartjes willekeurig uitgekozen werden, kon het voorkomen dat leerlingen de moeilijkere formules als eerste trokken. Hierdoor was de mate van uitdaging hoger dan de beschikbare vaardigheden van de leerlingen. Hierdoor verkeerden leerlingen mogelijk dus niet in een staat van ‘flow’, waardoor leren minder makkelijk was voor hen. Deze conclusies komen overeen met de theorie over cognitieve lading (bijv. de Jong, 2010), die onder andere beschrijft dat de leeractiviteit moet passen bij de moeilijkheidsgraad van de leerstof. Een toekomstig onderzoek zou hierbij deze theorieën mee moeten nemen in het ontwerpen van een gamification-interventie.

Overig toekomstig onderzoek zou daarbij andere retentie-intervallen kunnen toepassen om meer duidelijkheid te geven over de lichte stijging in resultaten op de retentietest van de onderzoeksgroep. Een andere mogelijkheid is om te kijken naar verschillen tussen een onderzoeksgroep en controlegroep na acht of meer dagen, omdat hierna retentie aanzienlijk minder wordt (Murre & Dros, 2015). Dit was bovendien een andere beperking van dit onderzoek.

Een praktische implicatie voor onderwijzend personeel is dat de ontworpen gamification-interventie daadwerkelijk leerlingen aanzette tot leren, zo bleek uit de statistische analyse. Hierbij kan niet gesteld worden dat leerlingen meer of beter leren dan tijdens een reguliere instructie, maar gezien de motiverende aard van gamification, biedt het in elk geval mogelijkheden voor toepassing binnen het onderwijs.

Conclusie

Dit onderzoek heeft gekeken naar de effecten van gamification op retentie bij onderbouw wiskunde van tweedejaars theoretische-leerweg-leerlingen. Door middel van een ontworpen spel, aan de hand van eisen uit de literatuur, zijn resultaten van drie meetmomenten van twee verschillende groepen vergeleken met elkaar. De resultaten lieten een algemene stijging zien van leeropbrengsten, zowel voor de controle- als voor de onderzoeksgroep. Er is hierbij echter geen significant verschil gevonden tussen de groepen. Gamification zorgde er dus niet voor dat leerlingen beter, meer of dieper leerden. Het leidde daarbij tot resultaten die vergelijkbaar waren met die na reguliere instructie. Om deze reden zijn implicaties voor onderwijs en toekomstig onderzoek gegeven.

Literatuur

- Afari, E., Aldridge, J. M., Fraser, B. J., & Khine, M. S. (2013). Students' perceptions of the learning environment and attitudes in game-based mathematics classrooms. *Learning Environments Research*, 16(1), 131–150. <https://doi.org/10.1007/s10984-012-9122-6>
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view* (Vol 6). New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Barata, G., Gama, S., Jorge, J., & Gonçalves, D. (2016). Studying student differentiation in gamified education: A long-term study. *Computers in Human Behavior*, 71, 550–585.

<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.049>

Biggs, J. B. (1987). *Student Approaches to Learning and Studying. Research Monograph.*

Australian Council for Educational Research Ltd., Radford House, Frederick St., Hawthorn 3122, Australia..

Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in science: A comparison of deep and surface

approaches. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the*

National Association for Research in Science Teaching, 37(2), 109–138.

Csikszentmihalyi, M. (1975). Beyond boredom and anxiety LK -

<https://tue.on.worldcat.org/oclc/3017986>. In *The Jossey-Bass behavioral science series*

TA - TT - (1st ed.). Retrieved from

<http://catdir.loc.gov/catdir/enhancements/fy0607/76007234-t.html>

De-Marcos, L., Domínguez, A., Saenz-De-Navarrete, J., & Pagés, C. (2014). An empirical

study comparing gamification and social networking on e-learning. *Computers and*

Education, 75, 82–91. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.01.012>

De-Marcos, L., Garcia-Lopez, E., & Garcia-Cabot, A. (2015). On the effectiveness of game-

like and social approaches in learning: Comparing educational gaming, gamification &

social networking. *Computers and Education*, 95, 99–113.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.12.008>

de Jong, T. (2010). Cognitive load theory, educational research, and instructional design:

Some food for thought. *Instructional Science*, 38(2), 105–134.

<https://doi.org/10.1007/s11251-009-9110-0>

Dede, C. (2010). Comparing Frameworks for “21st Century Skills.” *21st Century Skills:*

Rethinking How Students Learn, 20(2010), 51–76.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From Game Design Elements to

Gamefulness: Defining “Gamification.” *Proceedings of the 15th International Academic*

MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, 9–15.

<https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>

Drost, M., & Verra, P. (2015). *Handboek RTTI*. Bodegraven: Docentplus.

Erhel, S., & Jamet, E. (2013). Digital game-based learning: Impact of instructions and feedback on motivation and learning effectiveness. *Computers and Education*, *67*, 156–167. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.019>

Faghihi, U., Brautigam, A., Jorgenson, K., Martin, D., Brown, A., Measures, E., & Maldonado-Bouchard, S. (2014). How gamification applies for educational purpose specially with college algebra. *Procedia Computer Science*, *41*, 182–187.

<https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.11.102>

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, *77*(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>

Huang, W. H.-Y., & Soman, D. (2013). *A Practitioner's Guide To Gamification Of Education*. Toronto, Canada: Rotman School of Management, University of Toronto. Retrieved from <https://inside.rotman.utoronto.ca/behaviouraleconomicsinaction/files/2013/09/GuideGamificationEducationDec2013.pdf>

Huizenga, J., Admiraal, W., Akkerman, S., & ten Dam, G. (2009). Mobile game-based learning in secondary education: engagement, motivation and learning in a mobile city game: Original article. *Journal of Computer Assisted Learning*, *25*(4), 332–344. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2009.00316.x>

Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004). MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research. *Proceedings of the Association for the Advancement of Artificial Intelligence Workshop on Challenges in Game AI (AAAI '04)*, 1–4. <https://doi.org/10.1.1.79.4561>

Huynh D., Zuo L., Iida H. (2016) Analyzing Gamification of “Duolingo” with Focus on

- Its Course Structure. In: Bottino R., Jeurig J., Velkamp R. (eds), *Games and Learning Alliance. GALA 2016. Lecture Notes in Computer Science*, 10056, 268-277. https://doi.org/10.1007/978-3-319-50182-6_24
- Inspectie van het Onderwijs. (2019). *Motivatatie om te leren*. Retrieved from <http://www.ibe.unesco.org/publications/educationalpracticesseriespdf/prac10dutch.pdf>
- Kang, S. H. K. (2016). Spaced Repetition Promotes Efficient and Effective Learning: Policy Implications for Instruction. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(1), 12–19. <https://doi.org/10.1177/2372732215624708>
- Kapp, K. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons.
- Kiryakova, G., Angelova, N., & Yordanova, L. (2014). Gamification in education. *Proceedings of 9th International Balkan Education and Science Conference.*, 1–5. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/320234774>
- Martinez, M. R., Mcgrath, D. R., & Foster, E. (2016). How deeper learning can create a new vision for teaching. *The National Commission on Teaching & America's Future (NCTAF)*, (March). Retrieved from www.nctaf.org
- Murre, J. M. J., & Dros, J. (2015). Replication and analysis of Ebbinghaus' forgetting curve. *PLoS ONE*, 10(7), 1–23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120644>
- Novak, J. D. (1993). A View on the Current Status of Ausubel's Assimilation Theory of Learning. *The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, 2, 12–23. Retrieved from www.mlrg.org
- Novak, J. D. (2002). Meaningful Learning: The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies Leading to Empowerment of Learners. *Science Education*, 86(4), 548–571. <https://doi.org/10.1002/sce.10032>

Platform Onderwijs2032. (2016). *Eindadvies Ons onderwijs2032*. Den Haag.

Putz, L. M., Schmidt-Kraepelin, M., Treiblmaier, H., & Sunyaev, A. (2018). The influence of gamified workshops on students' knowledge retention. *CEUR Workshop Proceedings*, 2186, 40–47.

Rohrer, D., & Taylor, K. (2006). The effects of overlearning and distributed practise on the retention of mathematics knowledge. *Applied Cognitive Psychology*, 20(9), 1209–1224. <https://doi.org/10.1002/acp.1266>

Simões, J., Redondo, R. D., & Vilas, A. F. (2013). A social gamification framework for a K-6 learning platform. *Computers in Human Behavior*, 29(2), 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.06.007>

Su, C. H., & Cheng, C. H. (2014). A mobile gamification learning system for improving the learning motivation and achievements. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(3), 268–286. <https://doi.org/10.1111/jcal.12088>

Van Den Beemt, A. A. J. (2010). *Interactive media practices of young people Interactive Media Practices of Young People : Origins , Backgrounds , Motives and Patterns*. BOXPress.

Wijers, M., Jonker, V., & Drijvers, P. (2010). MobileMath: Exploring mathematics outside the classroom. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 42(7), 789–799. <https://doi.org/10.1007/s11858-010-0276-3>

Bijlagen

Bijlage I – gamification-interventiekaartjes

$x = 7$	$x = 11$	$x = 12$	$x = 14$
$x = 7$	$x = 1$	$x = 8$	$x = 9$
$x = 13$	$x = 5$	$x = 2$	$x = 6$
$x = 3$	$x = 8$	$x = 11$	$x = 3$
$x = 2$	$x = 6$	$x = 17$	$x = 19$

$$40 + x = 47$$

$$65 + x = 76$$

$$18 - x = 6$$

$$104 - x = 90$$

$$93 - 7x = 44$$

$$98 - 10x = 88$$

$$182 - 11x = 94$$

$$26 + 8x = 98$$

$$0 + 5x = 65$$

$$7 + 4x = 27$$

$$69 - 9x = 51$$

$$48 - 8x = 0$$

$$138 - 7x = 117$$

$$12 + 8x = 76$$

$$34 + 4x = 78$$

$$5 + 2x = 11$$

$$167 + 15x = 197$$

$$114 + 7x = 156$$

$$127 - x = 110$$

$$185 - x = 166$$

3P 3. Welk getal kan je bij onderstaande formule voor x invullen? Geef je berekening.

$$7,5x - 30 = 165$$

$7,5x - 30 = 165$	1P	x	Antwoord	Te veel/te weinig
		10	$75 - 30 = 45$	Te weinig
		26	$195 - 30 = 165$	klopt
$x = 26$	1P	1P voor logische volgorde		

3P 4. Rutger reist in totaal 375 kilometer. Dit doet hij in precies 4 uur. Hierbij hoort de volgende formule: afstand in kilometer = gemiddelde snelheid · reistijd. Bereken Rutgers gemiddelde snelheid van de reis en schrijf je berekening op.

$375 = \text{gem. snelheid} \cdot 4$	1P			
		snelh.	Antw.	Te veel/w weinig
		100	400	Te veel
		94	376	klopt
$\text{gem. snelh} = 94$	1P	1P voor logische volgorde		
<u>Of:</u> 2P voor:				
$375 = \text{gem. snelh.} \cdot 4$	1P			
$\frac{375}{4} = 94 = \text{gem. snelh.}$	1P			

5. Rosa koopt een pan met een spaaractie. Hiervoor betaalt ze €6 en 25 zegels. De pan kost nieuw in de winkel €37,50. Bereken hoeveel één zegel waard is. Schrijf je berekening op.

$€6 + 25z = 37,50$	1P	Z	Antw.	Tv/Ta
		1	$6 + 25 = 31$	Tewringg
		1,26	$6 + 31,50 = 37,50$	6loft
		1P voor logische volgorde		
9 zegel = €1,26 waard	1P			
Of:	2P voor:	$37,50 - 6 = 31,50$	1P	
		$\frac{31,50}{25} = 1,26$	€1,26 is 1 zegel waard	2P

6. Tijmen vergelijkt 2 mobiele abonnementen. Bij T-Mobile betaalt hij €5 aansluitkosten en €13,50 per maand. Bij Vodafone betaalt hij voor hetzelfde abonnement €15 per maand, maar €0 aansluitkosten. Bereken met welk abonnement Tijmen na 2 jaar het goedkoopste uit is. Laat zien waarom door je berekening op te schrijven.

T-Mobile = $5 + 13,50 \cdot \text{maanden}$	1P
Vodafone = $0 + 15 \cdot \text{maanden}$	1P
T-Mobile = $5 + 13,50 \cdot 24 = 329$	$\frac{1}{2}$ P
Vodafone = $15 \cdot 24 = 360$	$\frac{1}{2}$ P
$329 < 360$ dus T-Mobile is goedkoper 1P	

Bijlage V – Retentietest & Antwoordmodel Retentietest

max. 20 punten

Onderzoekstoets 3

Deze toets is niet voor een cijfer.

Naam (pseudoniem):

Klas:

Zou je deze vragen kunnen beantwoorden en daarna de begintijd opschrijven?

	Helemaal mee oneens	Mee oneens	Redelijk mee oneens	Niet eens en niet mee oneens	Redelijk mee eens	Mee eens	Helemaal mee eens
	1	2	3	4	5	6	7
Ik houd van rekenen							
Ik ben goed in wiskunde							
Ik vind wiskunde geen leuk vak							
Ik ben gemotiveerd voor wiskunde							
Ik vind dit hoofdstuk (H2) leuk							
Dit hoofdstuk (H2) is moeilijk							
Ik snap dit hoofdstuk (H2) goed							

1. Omcirkel de variabelen in de volgende formules.
- a. $10a = 40$ -1P
 - b. $6b + 12 + 6 \cdot 7 = 126$ 1P
 - c. $20c - 30 = 70$ 1P
 - d. $30 - 4d = -50$ 1P

2. Los de vergelijking op door middel van inklemmen.
 $12 + 4t = 60$

$12 + 4t = 60$	1P	t Antw	Tv/Tw
		10 $12 + 4 \cdot 0 = 12$	Tar
		12 $12 + 4 \cdot 12 = 60$	kelope
$t = 12$	1P	1P voor logische volgorde	

- 3P 3. Los de vergelijking op door middel van inklemmen.

$$250 - 4,5k = 106$$

$250 - 4,5k = 106$	IP	k	Antw.	TV/TW
		1	$250 - 4,5 = 235,50$	TV
		32	$250 - 144 = 106$	klopt
		IP voor logische volgorde		
$k = 32$	IP			

- 3P 4. Een café verdient per maand €576 aan kopjes koffie, van elk €2,40. De baas van het café gebruikt hiervoor de formule: $\text{geld verdiend} = \text{aantal verkochte kopjes koffie} \cdot \text{prijs per kopje koffie}$. Bereken door middel van inklemmen hoeveel kopjes koffie het café heeft verkocht en schrijf je berekening op.

$576 = a \cdot 2,40$	IP	a	Antw.	TV/TW
		10	24	TW
		240	576	klopt
$a = 240$	IP	IP voor logische volgorde		
of: $2P$		$\frac{576}{2,40} = a$	IP	$a = 240$

