

De invloed van designelementen op de leerdoeleinden van  
*educational serious games*

G. Sergio

SNR: 2059924

Bachelorscriptie: Communicatie- en Informatiewetenschappen

Specialisatie: New Media Design

Faculteit: Tilburg School of Humanities and Digital Sciences

Universiteit van Tilburg, Tilburg

Begeleider: dr. J. A. A. Engelen

Tweede lezer: dr. J. M. S. de Wit

Juni 2023

### **Abstract**

Technologie wordt vandaag de dag steeds meer toegepast in educatie. Educational serious games kunnen hier mogelijk een goede bijdrage aan leveren. Het is wel van belang dat het design van deze games op een juiste manier wordt geïmplementeerd om ervoor te zorgen dat de leeropbrengsten verbeterd worden. In de huidige studie wordt er onderzocht wat de invloed van designelementen van educational serious games is op de leeropbrengsten van de gebruiker. Zo wordt er onderzocht wat de invloed is van de aanwezigheid van beloningen, verhaallijnen en designelementen die cognitieve belasting verlagen op de leeropbrengsten. Hiervoor zijn achttien studies gebruikt die beschikten over minimaal twee versies van dezelfde game waarbij één van de onderzochte designelementen wel of niet aanwezig was. De resultaten toonden aan dat het onderzoeksveld op dit moment geen overeenstemmend antwoord kan vinden op de vraag of beloningen en verhaallijnen wel of geen invloed hebben op de leeropbrengsten van de gebruiker. Het implementeren van designelementen die cognitieve belasting reduceren blijkt wel te resulteren in significant verbeterde leeropbrengsten volgens het grootste gedeelte van de onderzoeken binnen het onderzoeksveld. Zo blijkt dat wanneer er voorkennis of uitleggende feedback aanwezig is binnen de game, dit resulteert in verbeterde leeropbrengsten.

## Inhoudsopgave

1. Inleiding .....	4
2. Theoretisch kader .....	6
2.1 Beloningen.....	6
2.2 Verhaallijn .....	7
2.3 Interactiviteit met designelementen die cognitieve belasting verlagen .....	9
3. Zoekplan.....	11
3.1 Databases .....	11
3.2 Zoektermen.....	11
3.3 Selectiecriteria .....	13
4. Resultaten .....	14
4.1 Beloningen.....	14
4.2 Verhaallijn .....	15
4.3 Designelementen die cognitieve belasting verlagen.....	16
5. Discussie en conclusie.....	22
5.1 Discussie .....	22
5.1.1 Beloningen .....	22
5.1.2 Verhaallijn.....	23
5.1.3 Designelementen die cognitieve belasting verlagen .....	23
5.2 Theoretische en praktische implicaties .....	24
5.3 Beperkingen en suggesties.....	24
6. Referenties.....	28
6.1 Referenties (inleiding en theoretisch kader).....	28
6.2 Referenties (literatuuronderzoek) .....	31

## 1. Inleiding

Gamen is vandaag de dag erg populair. Zo bleek in 2021 dat 14% van de leerlingen op de basisschool en 13% van de middelbare scholieren aangaf dat zij minimaal 24 uur per week besteden aan gamen (Ince, 2022). Dit is een aanzienlijk percentage wat aantoont dat gamen vandaag de dag voor jongeren technologie is die graag door hen wordt gedaan.

Niet alleen de leerlingen gebruiken technologie, maar het wordt ook steeds meer geïmplementeerd in educatie (Hamidi et al., 2011). Zo wordt er bijvoorbeeld informatie gepresenteerd aan de hand van technologie. Een voorbeeld hiervan is hoe een docent informatie presenteert aan de hand van een *PowerPoint*. Dit is een implementatie van technologie die vandaag de dag bijna niet meer weg te denken is. Naast informatie presenteren met technologie, wordt er ook geleerd aan de hand van technologie. *E-learning* is een voorbeeld van zo'n implementatie (FitzPatrick, 2012). Dit is een leer methode waarbij internet wordt gebruikt (Asanok et al., 2008). Een voorbeeld hiervan is een online-lesmethode. Deze leer methode is echter niet perfect. Zo is de betrokkenheid van de leerlingen met e-learning vaak minimaal (Cox, 2013). Uit de studie van Chi en Wylie (2014) blijkt dat wanneer men meer betrokken is bij de stof, dit kan resulteren in verbeterde leeropbrengsten. Het is dus van belang om een implementatie van e-learning te vinden waar de leerlingen zich meer betrokken bij voelen om de leeropbrengsten te verbeteren.

Aangezien jongeren al veel gamen, kunnen *serious games* mogelijk dienen als een goede technologische adaptatie. Gamen wordt al vaak gedaan en is dus bekend voor vele jongeren. "Serious games" is een abstracte term, aangezien er niet een universele definitie bestaat, maar de meeste onderzoekers zijn het er over eens dat een serious game een game is die meer biedt dan slechts vermaak (Susi et al., 2007; Milder & Mueller, 2016; Silva, 2019). Het is een breed begrip met veel verschillende varianten, zoals militaire simulatiegames, gezondheidszorggames en educatieve games (Susi et al., 2007). Op het laatstgenoemde voorbeeld wordt de focus in het huidige onderzoek gelegd. Maar wat biedt een serious game dan naast entertainment? In het huidige onderzoek wordt uitgegaan van de definitie van het onderzoek van Alvarez en Djaouti (2011). Deze houdt in dat deze games een combinatie vormen van leerzame elementen samen met vermakende elementen. Zo wordt het leerzame element in het huidige onderzoek gezien als het educatieve onderwerp wat de serious game wil leren aan de gebruiker. Het vermakelijke element is de game die om het educatieve onderwerp heen gemaakt is.

De cognitie van de hedendaagse jongeren wordt mogelijk beïnvloed door hun gebruik van technologie en hierop kan ingespeeld worden met het gebruik van *educational serious*

*games* (Prensky, 2001). Deze gebruikers kunnen, doordat zij zoveel blootgesteld worden aan technologie, het mogelijk aangenamer vinden om nieuwe dingen te leren aan de hand van technologie, oftewel educational serious games. Niet alle onderzoekers zijn het echter eens met deze gedachtegang. Zo blijkt uit het onderzoek van Margaryan et al. (2011) dat jongeren de voorkeur hebben voor de huidige passieve lesstijl en dat zij niet beïnvloed zijn door de technologie. Deze tegenstrijdige resultaten maken het erg relevant om te onderzoeken of serious games invloed hebben op de leeropbrengsten.

Het design van een serious game kan mogelijk bijdragen aan de doeleinden van de game. Design kan gezien worden als het oplossen van de problemen die gepresenteerd worden (Schön, 1984, geciteerd in Gaydos, 2015). Binnen educational serious games kan dit gezien worden als het kiezen van de juiste elementen binnen de game om zo de leeropbrengsten te optimaliseren. Zo kan een gamedesigner er bijvoorbeeld wel of niet voor kiezen om een verhaallijn te implementeren binnen de educational serious game om ervoor te zorgen dat het serieuze doeleinde van de serious game bereikt wordt. Prensky (2001) beweert dat er kritiek is op het leren met serious games, aangezien het design van deze games niet op de juiste manier wordt uitgevoerd. Daarnaast blijkt dat technologie tegenwoordig mogelijk nog niet op de juiste manier wordt toegepast om de leerbehoeftes van de gebruikers te vervullen (Smith & Judd, 2020). Ook dit is een element waar een goed design een oplossing voor zou kunnen bieden. Bovendien wordt er ook verondersteld dat een goed geïmplementeerd design ervoor kan zorgen dat een serious game zijn doelen kan behalen (Laamarti & Saddik, 2014). Kortom, uit vele onderzoeken blijkt dat het belang van een goed design van een serious game cruciaal is.

Zoals al eerder genoemd is, wordt technologie steeds meer geïmplementeerd in educatie (Hamidi et al., 2011; FitzPatrick, 2012). De betrokkenheid van de leerlingen wanneer zij werken met deze technologie is daarentegen vaak laag, waardoor de leeropbrengsten van deze leerlingen hierdoor zouden kunnen verslechteren. Educational serious games kunnen mogelijk een oplossing bieden voor dit probleem, aangezien jongeren veel gamen en dit dus iets is wat ze graag doen (Ince, 2022). Bovendien kan het design van deze games ervoor zorgen dat deze leeropbrengsten bereikt worden (Prensky, 2001; Laamarti & Saddik, 2014). Het is dus van belang dat het design op de juiste manier wordt uitgevoerd. Daarom is de hoofdvraag van dit onderzoek: “Hoe kan het design van educational serious games de leeropbrengsten verbeteren?”

## 2. Theoretisch kader

Om erachter te komen welke designelementen in educational serious games ervoor zorgen dat de gebruiker van de game leert, is er een literatuuronderzoek gedaan. Zo is er onderzocht naar welke elementen al onderzoek is gedaan en welke elementen wel of niet zouden werken. Vervolgens wordt er in de huidige studie onderzocht of deze beweringen ondersteund worden door andere experimentele studies binnen het onderzoeksveld. Als dit het geval is, dan worden deze beweringen ondersteund met meerdere studies wat resulteert in een sterk argument waarom het designelement resulteert in verbeterde leeropbrengsten. Uit het doorzoeken van de literatuur bleek dat de elementen “beloningen”, “verhaalvertelling” en “designelementen die cognitieve belasting verlagen” relevant zijn om de leeropbrengsten van de gebruikers van deze games te bevorderen. In het huidige onderzoek blijft de focus op deze drie designelementen. Het is echter ook mogelijk dat andere designelementen invloed kunnen hebben, zoals samen in een groep werken binnen een serious game (Belotti et al., 2014). Hier wordt gezien de haalbaarheid daarentegen niet op ingegaan in de huidige studie.

### 2.1 Beloningen

Om de doeleindes van serious games te behalen, moet een succesvolle balans tussen vermaak en het serieuze doeleinde van de serious game geïmplementeerd worden. (Lamaarti & Saddik, 2014). Hoewel het serieuze element in deze games centraal staat, moet de game ook gemakkelijk zijn. Wanneer er geen gemakkelijke elementen aanwezig zijn, kan dit ertoe leiden dat het serieuze doeleinde niet bereikt zal worden. Daarom is een goede balans van belang.

Een mogelijke oplossing voor het vinden van deze balans is het implementeren van beloningen in educational serious games. Er zijn diverse manieren om de gebruiker een beloning te geven in de game. Voorbeelden hiervan zijn: een scoresysteem en een lijst met te behalen prestaties (Tyni et al., 2022). Ook blijkt het uit het onderzoek van Nagle et al. (2014) dat verschillende soorten beloningen verschillende invloeden kunnen hebben, maar voor de haalbaarheid van het huidige onderzoek wordt er binnen dit onderzoek slechts onderzoek gedaan naar het hele begrip beloningen. Beloningen kunnen leiden tot plezier en moedigen de gebruikers aan wanneer zij iets bereikt hebben in de game (Domínguez et al., 2013). Daarnaast blijkt het dat ranglijsten van prestaties van de gebruikers ervoor te zorgen dat de gebruiker competitiever wordt en het spel vaker wil spelen (Hannig et al., 2012). Het implementeren van dit gemakkelijke designelement kan ervoor zorgen dat de game niet overheerst wordt door het serieuze element. Dit kan dus als gevolg hebben dat de doeleindes

van de serious games behaald kunnen worden. Bovendien geven vele bestaande studies aan dat het toevoegen van beloningen kunnen leiden tot een verbeterd design (Tay et al., 2022; Laamarti & Saddik, 2014). Een goed design heeft ook als gevolg dat de doeleindes van de serious game behaald worden (Tay et al., 2022; Laamarti & Saddik, 2014; Prensky, 2001). Daarom is de eerste hypothese van het huidige onderzoek: *“Bij educational serious games waarbij beloningen zijn geïmplementeerd, zijn de leeropbrengsten beter dan bij educational serious games die geen beloningen hebben geïmplementeerd.”*

## **2.2 Verhaallijn**

Verder kan het toevoegen van een verhaallijn er mogelijk ook voor zorgen dat het design van de serious game wordt verbeterd. Een verhaallijn kan ervoor zorgen dat gebruikers gemotiveerder raken om de gegeven informatie in de game tot zich te nemen (Tay et al., 2022). Daarom kan een implementatie van een verhaallijn dus mogelijk ook leiden tot een betere educational serious game. Niet alle onderzoekers zijn het echter eens met die bewering. Zo is het mogelijk dat wanneer een verhaallijn te complex is, dit ervoor kan zorgen dat dit juist in de weg kan staan van de leeropbrengsten (Dankbaar et al., 2016). De verhaallijn moet dus wel op de juiste manier worden geïmplementeerd om daadwerkelijk effectief te zijn.

Uit het onderzoek van Naul en Liu (2020) blijken er vier verschillende verhaaltechnieken te zijn die ervoor zorgen dat een verhaallijn in serious games effectief geïmplementeerd kunnen worden. Ten eerste is het ophakken en vertellen van de verhaallijn in meerdere delen van belang. Een voorbeeld van hoe dit geïmplementeerd kan worden, is het ontgrendelen van nieuwe informatie wanneer je een bepaald doel in een game hebt behaald. Hierdoor wordt het verhaal niet in één keer achter elkaar verteld (Naul & Liu, 2020). Dit kan ervoor zorgen dat de informatie de gebruiker niet overspoelt en dat het op een prettige manier gebracht wordt.

Daarnaast blijkt het verwerken van de serieuze elementen binnen de verhaallijn ook van belang te zijn (Naul & Liu, 2020). Zo leren de gebruikers van de educational serious games meer wanneer de verhaallijn gerelateerd is aan de doeleindes van deze game in vergelijking met wanneer de verhaallijn en de doeleindes niet met elkaar te maken hebben (Habgood & Ainsworth, 2011). Het toevoegen van een educatief element na het spelen van een game zal dus veel minder effectief zijn in vergelijking met het spelen van de game aan de hand van educatieve elementen. Dit toont het belang aan van de relatie tussen verhaalelementen en de serieuze doeleindes van de educational serious game.

Verder kunnen de personages in de educational serious game ervoor zorgen dat de

gebruiker meer leert van deze game. Zo blijkt uit het onderzoek van Ryokai et al. (2003) dat het implementeren van een goed personage sterk naar voren moet komen. Zo praatten de participanten in dit onderzoek tegen een virtueel personage genaamd Sam. Sam praatte in een vrij complexe taal tegen hen en het verwachte gevolg was dat de participanten dit taalgebruik over zouden nemen. Dit verwachte resultaat bleek ook het geval te zijn: de participanten die een gesprek met Sam hadden, gingen, net als Sam, praten op een complexere manier dan participanten die niet met Sam hadden gecommuniceerd (Ryokai et al., 2003). Dit onderzoek toont aan dat dit virtuele personage de participanten deze woorden laat toepassen in hun woordgebruik (Ryokai et al., 2003). Het gevolg van dit virtuele personage kan dus zijn dat de participant de gepresenteerde informatie tot zich neemt en uiteindelijk leert.

Om de virtuele personages succesvol de informatie te laten leren, is het van belang dat deze personages sympathiek zijn. Wanneer de virtuele personages vragen stelden aan en interesse toonden in de gebruiker, zorgde dit ervoor dat de gebruiker een betere ervaring had met het spelen van de game in vergelijking met de participanten die in aanraking kwamen met niet-sympathieke personages (McQuiggan et al., 2008). Dit kan gekoppeld worden aan het onderzoek van Ogle et al. (2017) waaruit blijkt dat kinderen vooral overtuigd worden om een product leuk te vinden wanneer er een personage op de verpakking staat die zij ook leuk vinden. Zo speelt het sympathiek vinden van een personage dus een rol in de overtuiging van de mens om iets te vinden of aan te nemen.

Als laatste kunnen de keuzemogelijkheden die beschikbaar zijn in een educational serious game mogelijk invloed hebben op de ervaring van de verhaallijn. Het is echter wel erg complex om veel verschillende keuzemogelijkheden te bieden, aangezien de game hierdoor geprogrammeerd moet zijn om in te spelen op veel verschillende situaties (Naul & Liu, 2020). Deze keuzemogelijkheden blijken daarentegen er wel voor te zorgen dat de game gemakkelijker wordt. Zo bleek uit het onderzoek van Thue et al. (2007) dat gebruikers van een interactieve game deze leuker vonden dan gebruikers die een niet-interactieve game speelden. Een verhaallijn met diverse keuzemogelijkheden wordt dus geprefereerd.

Al met al kunnen de vier genoemde verhaaltechnieken ervoor zorgen dat een verhaal van een educational serious game goed geïmplementeerd wordt. Een slecht geïmplementeerde verhaallijn kan er mogelijk voor zorgen dat het verhaal in de weg staat van de serieuze doeleindes, zoals gevonden was in het onderzoek van Dankbaar et al. (2016). Daarom is de tweede hypothese: *“Een goed geïmplementeerde verhaallijn in educational serious games kan ervoor zorgen dat de leeropbrengsten van de gebruikers verbeterd worden in vergelijking met educational serious games zonder of met slecht uitgevoerde verhaallijnen.”*

### 2.3 Interactiviteit met designelementen die cognitieve belasting verlagen

Tot slot wordt ook de effectiviteit van interactieve serious games onderzocht waarbij designelementen zijn geïmplementeerd die cognitieve belasting reduceren. Interactiviteit kan gezien worden als een manier waarop de mens kan communiceren met een computer (Markus, 1987, geciteerd in Domagk et al., 2010). Een voorbeeld hiervan is wanneer gebruikers van een serious game een pistool krijgen in de game. Hiermee kunnen de gebruikers communiceren hoe zij gebruik willen maken van het pistool en wanneer zij dat willen doen. Zo worden de gebruikers dus actief binnen het spel. Diverse onderzoekers beweren dat interactiviteit gezien kan worden als een element dat men kan gebruiken om leren makkelijker en kwalitatiever te maken (Domagk et al., 2010). Bovendien blijkt uit het onderzoek van Ritterfeld et al. (2009) dat een educational serious game die interactief is, resulteert in verbeterde leeropbrengsten in vergelijking met educational serious games die niet interactief zijn.

Het is daarentegen wel van belang dat de implementatie van interactiviteit in een educational serious game op een goede manier wordt gedaan (Kalyuga, 2007). Een te complexe leertaak met nieuwe informatie kan ervoor zorgen dat het werkgeheugen van de gebruiker overvol raakt. Volgens de *cognitive load theory* wordt dit ervaren als een verhoogde cognitieve belasting (Kalyuga, 2007). Dit gebeurt wanneer er telkens nieuwe informatie gepresenteerd wordt die door de gebruiker van de educational serious game opgeslagen moet worden. Hierdoor worden de serieuze doeleindes van de serious games verhinderd en kan dit leiden tot verslechterde leeropbrengsten (Kalyuga, 2007). Zo blijkt dat slechts het implementeren van interactiviteit binnen een educational serious game niet voldoende is. Diverse onderzoekers hebben dit onder de loep genomen en hebben verschillende designelementen gevonden die geïmplementeerd moeten worden om een te hoge cognitieve belasting te voorkomen.

Ten eerste is het van belang dat feedback op de juiste manier geïmplementeerd wordt in de educational serious game. Feedback kan gezien worden als een reactie op de actie die de gebruiker verricht (Markus, 1987, geciteerd in Domagk et al., 2010). Een voorbeeld hiervan is een uitleg waarom het door de gebruiker gegeven antwoord incorrect was. Zo blijkt dat wanneer er feedback gegeven wordt waarbij ook uitleg gegeven wordt, leerzamer is dan wanneer slechts feedback gegeven wordt met alleen het goede antwoord (Moreno & Mayer, 2007). Een verklaring waarom dit het geval is, is het feit dat gebruikers die alleen het goede antwoord te zien krijgen veel meer moeite moeten doen om te begrijpen waarom zij het antwoord fout hadden. Dit zou mogelijk veel mentale capaciteiten kosten, wat weer

gekoppeld kan worden aan de cognitive load theory waaruit blijkt dat dit in de weg kan staan van de serieuze doeleindes van de game (Kalyuga, 2007).

Daarnaast kan het nuttig zijn om de gebruikers de controle te geven over wanneer zij de volgende informatie willen zien. Een voorbeeld hiervan is een “doorgaan-knopje” tussen verschillende teksten. Hiermee hebben de gebruikers zelf de controle in handen om te kiezen wanneer zij het volgende stuk willen zien. Volgens het onderzoek van Moreno (2007) blijkt dat deze controle om informatie te ontvangen een goede implementatie is. Zo had in dit onderzoek de ene groep participanten de controle om een video te bekijken in het tempo dat zij wilden waarbij de video ook was opgedeeld in kleinere deeltjes. De andere groep keek de video achter elkaar en had geen controle over hoe zij de video keken. Uit dit onderzoek bleek dat de groep die controle had beter de stof uit de video toepaste en minder cognitief belast was vergeleken met de andere groep. Deze resultaten komen overeen met de uitkomsten van het onderzoek van Mayer en Chandler (2001). Uit deze studie bleek dat wanneer er een “doorgaan” knop was geïmplementeerd tussen twee stukken informatie, de leeropbrengsten over deze tekst achteraf beter was dan de groep die de informatie zonder controle tot zich moest nemen. Ook deze controle kan gezien worden als middel om de cognitieve belasting te reduceren. Wanneer de gebruikers de controle hebben om de informatie te verwerken in het tempo dat zij willen, wordt de gegeven informatie niet te veel. Hierdoor zullen de leeropbrengsten beter zijn.

Als laatste kan het aanspreken van voorkennis er ook voor zorgen dat de leeropbrengsten van de gebruikers van een educational serious games bevorderd worden (Moreno & Mayer, 2007). Dit wordt bevestigd in het onderzoek van Mayer et al. (2002). In dit onderzoek had een groep participanten voorkennis gekregen over het onderwerp van de game die zij moesten spelen in het onderzoek en de andere groep kreeg geen voorkennis. De resultaten toonden aan dat de groep met de voorkennis beter scoorde op de toets over de educatieve elementen binnen deze game. Zo kan voorkennis dus ook invloed hebben op de leeropbrengsten. Een manier om dit te implementeren in educational serious games is om de gebruiker de mogelijkheid te geven om achterliggende informatie te krijgen over de concepten van de educational serious game. Dit kan ook weer gekoppeld worden aan de cognitive load theory: wanneer de gebruiker iets niet begrijpt, kan voorkennis over een concept datgene verhelderen, waardoor de gebruiker deze informatie kan verwerken en niet overspoeld wordt met onbegrijpelijke informatie.

Er zijn drie designelementen genoemd die ervoor kunnen zorgen dat de leeropbrengsten bevorderd worden van de gebruiker: feedback, de gebruiker controle geven

en voorkennis. Als deze elementen aanwezig zijn in een educational serious game, zou dit ertoe leiden dat de cognitieve belasting wordt verminderd, waardoor de leeropbrengsten niet worden verhinderd. Daarom is de derde hypothese: “*Interactieve educational serious games die designelementen bevatten die de cognitieve belasting verminderen, resulteren in betere leeropbrengsten dan interactieve educational serious games die deze designelementen niet bevatten.*”

### 3. Zoekplan

#### 3.1 Databases

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van diverse databases. Zo zijn *ACM Digital Library*, *Google Scholar*, *Web of Science* en *WorldCat* gebruikt om alle onderzoeken te verzamelen. Er zijn veel verschillende databases gebruikt, zodat het mogelijk is om goede filteringen uit te voeren tijdens het zoeken naar de literatuur. *Google Scholar* werd zo beperkt mogelijk gebruikt, aangezien deze database vaak ook irrelevante artikelen als resultaten weergeeft. Zo is slechts het artikel van Pilegard en Mayer (2016) uit deze database gebruikt in het huidige onderzoek. De rest van de onderzochte artikelen zijn uit de overige drie databases gehaald, aangezien deze een accuratere weergave bieden van het onderzoeksveld. Hierdoor kon er een accuraat beeld geschetst worden van het huidige onderzoeksveld over de onderzochte designelementen in de huidige studie.

#### 3.2 Zoektermen

Aan de hand van de gekozen databases, is er eerst een breed beeld gevormd over het onderwerp “educational serious games” door veel literatuur te lezen en te koppelen aan een relevantie om over dit onderwerp te schrijven. Hierbij is een hoofdvraag geformuleerd. Vervolgens is er meer diepgaande literatuur verzameld om een concreet beeld te krijgen over het gehele concept “educational serious games” en het design van deze games. Hiermee is er een goed inzicht over alle relevante literatuur omtrent de hoofdvraag verzameld, waardoor het literatuuronderzoek zorgvuldig uitgevoerd kan worden.

Om de juiste literatuur te verzamelen waardoor de onderzoeksvraag beantwoord kan worden, is het van belang dat de juiste zoektermen worden gebruikt. Zo wordt er in het huidige onderzoek gekeken naar educational serious games en de effecten van deze games. Aangezien het effect van educational serious games vaak iets nieuws leren is, wordt er gezocht naar minimaal één van de begrippen “*effect*” of “*learning outcome*”. “*Learning outcome*” wordt toegevoegd met aanhalingstekens, aangezien niet één van de twee woorden losstaand mogen voorkomen. Verder kan “*Digital game-based learning*” gezien worden als

een synoniem van de definitie van educational serious games waar in het huidige onderzoek van uitgegaan wordt (Susi et al., 2007). Daarom wordt er in de zoektermen gebruik gemaakt van “educational serious game” of “digital game-based learning”. Aangezien de combinatie van het effect/de leeropbrengsten en de educational serious game/digital game-based learning relevant is, moeten ze samen terugkomen in de literatuur.

Om de eerste hypothese te beantwoorden, moeten de studies gaan over beloningen. Daarom is het van belang dat de term “rewards” ook aanwezig is in de papers om deze hypothese te beantwoorden. Daarom is de eerste zoekterm: (*educational serious game AND (effect OR "learning outcome") AND rewards*) OR (*game-based learning AND (effect OR "learning outcome") AND rewards*).

Daarnaast kan de tweede hypothese beantwoord worden door het designelement “verhaalvertelling” te implementeren in de zoekterm. Dit is in het huidige onderzoek gedaan door “narrative” OR “story\*” toe te voegen aan de zoekterm. Er staat een sterretje achter “story” zodat zowel “story” als “storytelling” hierbij kunnen voorkomen. Hierdoor is de zoekterm van de tweede hypothese: (*educational serious game AND (effect OR "learning outcome") AND (story\* OR narrative)*) OR (*game-based learning AND (effect OR "learning outcome") AND (story\* OR narrative)*).

Als laatste kan de derde hypothese beantwoord worden door de drie designelementen die cognitieve belasting verlagen in de zoekterm te verwerken. Minimaal één van de designelementen moet voorkomen in het onderzoek. Daarom wordt dit gedaan door “(feedback OR foreknowlegde OR control)” toe te voegen aan de zoekterm. Daarom is de derde zoekterm: (*educational serious game AND (effect OR "learning outcome") AND (feedback OR foreknowlegde OR control)*) OR (*game-based learning AND (effect OR "learning outcome") AND (feedback OR foreknowlegde OR control)*). Aangezien deze drie zoektermen erg specifiek zijn, is er besloten om niet te specificeren waar deze termen moeten voorkomen in de papers.

Daarnaast zijn er ook systematische reviews en meta-analyses gebruikt om relevante studies te vinden. Deze artikelen kunnen studies onderzocht hebben over educational serious games die relevant zijn voor het huidige onderzoek. Daarom is het erg relevant om ook deze artikelen te bekijken. Zo is de inhoud uit de systematische reviews en de meta-analyses dus niet gebruikt, maar zijn slechts de relevante artikelen uit deze studies gebruikt. Deze relevante studies worden verzameld door middel van de referentielijst van deze studies. De zoekterm om deze systematische reviews en meta-analyses te vinden luidt als volgt: (*educational serious game AND (meta-analysis OR systematic review)*) OR (*game-based learning AND*

(*meta-analysis OR systematic review*)). De systematische reviews en meta-analyses moesten over serious games gaan, dus daarom is dit ook geïmplementeerd in deze zoekterm.

### 3.3 Selectiecriteria

Nadat alle artikelen zijn opgezocht aan de hand van de zoektermen, werden deze studies onderzocht om uit te zoeken of deze goed uit waren gevoerd en overeenkwamen met de doelen van het huidige onderzoek. Ten eerste was het van belang dat de onderzoeken de leeropbrengsten als afhankelijke variabele hadden. De gebruiker moest iets nieuws leren aan de hand van de game. Daarnaast moesten de studies een controlegroep bevatten waarbij de participanten ook een game speelden. Deze game moest één of meerdere designelement(en) hebben die niet aanwezig was/waren bij de game van de controlegroep.

Het voornaamste verschil tussen de huidige studie en de systematische reviews alsmede de meta-analyses zijn de strenge selectiecriteria die toegepast zijn in de huidige studie. Zo is er in geen enkele van de gebruikte systematische reviews en meta-analyses de eis toegepast over de verschillende versies van de serious game. Vaak werden er ook studies meegenomen die slechts een serious game vergeleken met een traditionele leer methode. In de huidige studie zijn dit soort studies niet meegenomen, aangezien er vanuit gegaan wordt dat deze onderzoeken geen steun bieden aan het beantwoorden van de effectiviteit van de designelementen. Daarom zijn er in de huidige studie strenge selectiecriteria toegepast om ervoor te zorgen dat er een accuraat beeld geschetst kan worden van de effectiviteit van de drie onderzochte designelementen. Dit ontbreekt op dit moment in het huidige onderzoeksveld.

### 3.4 Data-analyse

Nadat deze selectiecriteria zijn toegepast, focussen de overgebleven studies zich op de invloed van één (of meerdere) van de drie designelementen (beloning, verhaallijn en interactiviteit) op de leeropbrengsten. Zo is bij deze studies van elk van de drie elementen uitgezocht of deze wel of geen invloed hebben op de leeropbrengsten. Er zijn achttien artikelen gevonden die een antwoord kunnen geven op de hypotheses en uiteindelijk ook op de hoofdvraag. Hiervan zijn er negen gevonden door de zoektermen in te vullen in de databases (Gamage & Ennis, 2018; Hsu en Tsai, 2013; Jemmali et al., 2018; Kim & Ke, 2016; Park et al., 2019; Pilegard & Mayer, 2016; Ronimus et al., 2014; Serge et al., 2013; Yu & Tsuei, 2022). Daarnaast zijn er negen studies gevonden door de studies te analyseren van de onderzochte systematische reviews en meta-analyses (Bittick & Chung, 2011; DeRouin-Jessen, 2008; Easterday et al., 2017; Garneli et al., 2016; Gould & Parkeh, 2018; Moreno &

Mayer, 2005; Novak, 2014; Ozcelik et al., 2013; Tanes & Cho, 2013). In het huidige onderzoek wordt een hypothese geaccepteerd wanneer twee derde (66,667%) van de onderzochte artikelen aangeeft dat het designelement significant is.

#### 4. Resultaten

Om de hypothesen te beantwoorden, zijn er achttien artikelen onderzocht. Hiervan kunnen er zes gebruikt worden bij het beantwoorden van de eerste hypothese. Verder kunnen er zeven artikelen antwoord geven op de tweede en derde hypothese. Er zijn twee studies die op meerdere hypothesen een antwoord kunnen geven (DeRouin-Jessen, 2008; Kim & Ke, 2016). Alle onderzochte artikelen zijn kwantitatieve studies en drie studies zijn er daarnaast ook kwalitatief. Van de achttien onderzochte artikelen betroffen er dertien onderzoek op een extreem korte termijn (binnen één dag) of is tijd helemaal niet in het onderzoek meegenomen. Wanneer er niet specifiek benoemd is hoelang onderzoekers hebben gedaan over de studie, wordt er in het huidige studie vanuit gegaan dat dit één dag was. Twee studies testten op redelijk korte termijn: drie en zeven dagen. Als laatste waren er drie studies die werden gemeten op lange termijn: langer dan een maand. Verder waren er twaalf artikelen die zowel een pre- als posttest uitvoerden om de leeropbrengsten van de gebruikers te meten. Vijf studies implementeerden slechts een posttest om de leeropbrengsten te meten. Daarnaast was er ook één studie die de leeropbrengsten van de gebruikers tijdens de serious game mat om de leeropbrengsten te berekenen. Bovendien zijn er vijf studies gebruikt die alfa-onderwerpen bevatten. Verder bevatten elf studies bèta-onderwerpen. Daarnaast bevatte één studie een gamma-onderwerp en was er één studie die niet vermeld had wat het onderwerp was van de serious game. Deze informatie van de onderzochte artikelen is terug te lezen per artikel in Tabellen 1, 2 en 3.

##### 4.1 Beloningen

Als eerste is de eerste hypothese onderzocht die inhoudt: *“Bij educational serious games waarbij beloningen zijn geïmplementeerd, zijn de leeropbrengsten beter dan bij educational serious games die geen beloningen hebben geïmplementeerd”*. Om deze hypothese te beantwoorden, zijn zes artikelen gebruikt die terug te vinden zijn in Tabel 1 (DeRouin-Jessen 2008; Kim & Ke, 2016; Ozcelik et al., 2013; Park et al., 2019; Ronimus et al., 2014; Tanes en Cho, 2013).

Uit deze studies bleek dat drie serious games waar beloningen geïmplementeerd waren significant betere leeropbrengsten opleverden dan wanneer er geen beloningen waren geïmplementeerd (Kim & Ke, 2016; Ozcelik et al., 2013; Park et al., 2019). Het blijkt

daarentegen dat twee van de onderzoeken aangeven dat het implementeren van beloningen geen significant effect oplevert in vergelijking met wanneer beloningen niet zijn geïmplementeerd (Ronimus et al., 2014; Tanes & Cho, 2013). Ronimus et al. (2014) hadden een studie opgesteld van tien weken waarin zij de invloed van beloningen testten op de invloed van de leesprestaties van de gebruikers. Uit dit onderzoek bleek dat de leesprestaties wel significant beter waren, maar dat er geen significant verschil aanwezig was tussen de condities binnen de studie. Oftewel, er was geen significant verschil gevonden op leeropbrengsten wanneer beloningen wel of niet werden geïmplementeerd.

Als laatste bleek uit één artikel dat het implementeren van beloningen in een educational serious game ook kan resulteren in verslechterde leereffecten (DeRouin-Jessen, 2008). Drie van de zes artikelen tonen aan dat het implementeren van beloningen resulteert in verbeterde leeropbrengsten. Dit is 50% van de onderzoeken, oftewel dit ligt lager dan de acceptatiegrens (66,667%). Hierdoor kan de eerste hypothese niet worden aangenomen.

#### **4.2 Verhaallijn**

Daarnaast wordt hypothese twee beantwoord die inhoudt: *“Een goed geïmplementeerde verhaallijn in educational serious games kan ervoor zorgen dat de leeropbrengsten van de gebruikers verbeterd worden in vergelijking met educational serious games zonder of met slecht uitgevoerde verhaallijnen”*. Deze hypothese wordt onderzocht door zeven studies waarover meer informatie te vinden is in Tabel 2 (Bittick & Chung, 2011; DeRouin-Jessen, 2008; Gamage & Ennis, 2018; Garneli et al., 2016; Jemmali et al., 2018; Kim & Ke, 2016; Novak, 2014). Hiervan zijn er twee artikelen die de invloed van karakters onderzocht hebben (Bittick & Chung, 2011; Gamage & Ennis, 2018) en twee die zich richten op het integreren van de serieuze elementen binnen de verhaallijn (Kim & Ke, 2016; Novak, 2014). Verder zijn er drie studies die zowel het implementeren van karakters als de integratie van het serieuze element onderzocht hebben (DeRouin-Jessen, 2008; Garneli et al., 2016; Jemmalil et al., 2018). Daarnaast blijkt het zo te zijn dat er helemaal geen studies zijn die de invloed van verschillende keuzemogelijkheden en het opdelen van de verhaallijn in meerdere stukken bekeken hebben.

Uit de resultaten van drie van de zeven onderzoeken blijkt dat het implementeren van minimaal één van de vier verhaallijnelementen resulteert in significant betere leeropbrengsten dan wanneer deze niet zijn geïmplementeerd (Gamage & Ennis, 2018; Jemmali et al., 2018; Kim & Ke, 2016). Bij deze drie studies zijn karakters twee keer onderzocht en is het integreren van de serieuze elementen binnen de game ook twee keer onderzocht. Opvallend is

dat uit het onderzoek van Jemmali et al. (2018) blijkt dat de leeropbrengsten slechts significant verschilden bij het level waar er wel of geen conversatie aanwezig was met een kat. Wanneer de kat wel een gesprek met de gebruiker aanging, zorgde dit ervoor dat de gebruikers significant beter presteerden dan wanneer er geen gesprek aanwezig was. Dit toont het belang aan van de aanwezigheid van goed geïmplementeerde karakters.

Daarentegen blijkt dat het implementeren van minstens één van de onderzochte verhaallijnelementen bij drie artikelen geen significant effect oplevert in vergelijking met wanneer deze niet geïmplementeerd is/zijn (Bittick & Chung, 2011; Garneli et al., 2016; Novak, 2014). Ook bij deze drie studies zijn karakters en het integreren van het serieuze element in de game samen twee keer onderzocht.

Als laatste bleek uit één onderzoek dat het implementeren van minimaal één van de onderzochte verhaallijnelementen juist resulteerde in verslechterde leeropbrengsten (DeRouin-Jessen, 2008). Deze studie onderzocht een verhaallijn waarin zowel karakters als het integreren van het serieuze element aanwezig waren. In dit onderzoek werd de wel of niet aanwezigheid van zowel beloningen als een verhaallijn onderzocht, oftewel een 2x2 tussenproefpersoonsontwerp. Uit dit onderzoek bleek dat wanneer er zowel beloningen als een verhaallijn geïmplementeerd werden in de serious game dit significant slechtere leeropbrengsten van de gebruikers opleverde dan wanneer deze elementen niet aanwezig waren. Daarnaast scoorden de proefpersonen die de versie zonder de twee elementen het hoogst van alle verschillende versies van de serious game.

Drie van de zeven onderzoeken die minimaal één van de vier onderzochte verhaalelementen implementeerden, resulteerden in significant betere leeropbrengsten. Dit percentage (43,857%) is lager dan de acceptatiegrens (66,667%). Hierdoor wordt ook de tweede hypothese niet aangenomen.

### **4.3 Designelementen die cognitieve belasting verlagen**

Als laatste is de derde hypothese onderzocht die luidt: “*Interactieve educational serious games die designelementen bevatten die de cognitieve belasting verminderen, resulteren in betere leeropbrengsten dan interactieve educational serious games die deze designelementen niet bevatten*”. Deze is onderzocht aan de hand van de zeven onderzoeken waar meer informatie over terug te vinden is in Tabel 3 (Easterday et al., 2017; Gould & Parkeh, 2018; Hsu & Tsai, 2013; Moreno en Mayer, 2005; Pilegard & Mayer, 2016; Serge et al., 2013; Yu & Tsuei, 2022). Hiervan zijn er vijf artikelen die zich richten op uitleggende feedback (Easterday et al., 2017; Gould & Parkeh, 2018; Hsu & Tsai, 2013; Moreno en

Mayer, 2005; Serge et al., 2013) en twee artikelen die zich richten op voorkennis (Pilegard & Mayer, 2016; Yu & Tsuei, 2022). Daarnaast blijkt dat de gebruiker de controle geven wanneer zij informatie willen zien in een serious game niet voorkomt als onafhankelijke variabele in de onderzochte artikelen.

Uit het analyseren van de artikelen bleek dat wanneer er één van de genoemde designelementen die cognitieve belasting reduceert is toegepast, dit bij zes studies resulteerde in significant betere leeropbrengsten in vergelijking met wanneer dit niet was toegepast (Easterday et al., 2017; Gould & Parkeh, 2018; Moreno en Mayer, 2005; Pilegard & Mayer, 2016; Serge et al., 2013; Yu en Tsuei, 2022). Dit zijn vier artikelen waar uitleggende feedback werd onderzocht en twee artikelen waar voorkennis werd onderzocht.

Slechts bij één van de zeven artikelen resulteerde het implementeren van één van de onderzochte designelementen die cognitieve belasting reduceren in geen significant effect in vergelijking met wanneer dit niet werd toegepast (Hsu & Tsai, 2013). Dit was een studie waar uitleggende feedback werd onderzocht. Deze studie gaf de experimentele groep verschillende opties over waarom zij het level in de game niet hadden gehaald. De onderzoekers gaven de gebruikers dus niet direct de uitleggende feedback, maar de gebruikers moesten zelf aangeven waarom zij dachten dat ze het level niet gehaald hadden. De controlegroep kreeg helemaal geen feedback. Als gebruikers het spel lastig zouden vinden en ook niet weten waarom zij iets fout doet, dan kan het geven van zo'n optiemogelijkheid met verschillende soorten feedback mogelijk voor verwarring zorgen. Dit zou ervoor kunnen zorgen dat de cognitieve belasting niet verlaagd wordt wanneer deze manier van feedback wordt geïmplementeerd. Dit is mogelijk een reden waarom de leeropbrengsten uit dit onderzoek niet significant verschilden.

Zes van de zeven artikelen geven aan dat het implementeren van één van de onderzochte designelementen die cognitieve belasting reduceren resulteert in verbeterde leeropbrengsten. Dit percentage (85,714%) ligt boven de acceptatiegrens (66,667%). Hierdoor wordt de derde hypothese aangenomen.

**Tabel 1**

Een overzicht van de onderzochte artikelen die over beloningen gaan (H1)

<b>Auteur</b>	<b>Jaar</b>	<b>Participanten</b>	<b>Methode</b>	<b>Tijdsspanne</b>	<b>Meetmethode</b>	<b>Serious game</b>	<b>Thema van de serious game</b>
DeRouin-Jessen	2008	169 (17 tot en met 35 jaar oud)	Kwantitatief	1 dag	Pre- en posttest over de inhoud van de game	Een <i>serious game</i> die gemaakt is door de onderzoekers.	De EEO regels.
Kim en Ke	2016	132 (9 of 10 jaar oud)	Kwantitatief	7 dagen	Pre- en posttest over de inhoud van de game	Een <i>serious game</i> die gemaakt is door de onderzoekers in een <i>Opensimulator-supported</i> virtuele realiteit leeromgeving	Beter worden in wisukunde
Ozcelik et al.	2013	140 (Een gemiddelde leeftijd van 22 jaar)	Kwantitatief	1 dag	Posttest over de inhoud van de game	Een <i>serious game</i> die gemaakt is door de onderzoekers	De inhoud van de geleerde stof wordt niet expliciet genoemd in het onderzoek
Park et al.	2019	64 (een gemiddelde leeftijd van 23 jaar)	Kwantitatief en kwalitatief	3 dagen	Pre- en posttest over de inhoud van de game	Een <i>serious game</i> die gemaakt is door de onderzoekers.	Het leren van de Engelse vocabulaire
Ronimus et al.	2014	138 (een gemiddelde leeftijd van 7 jaar)	Kwantitatief	8 weken	Een vragenlijst achteraf	<i>Graphogame</i>	Leren lezen
Tanes en Cho	2013	250 (18 tot en met 53 jaar oud)	Kwantitatief	1 dag	Posttest over de inhoud van de game	<i>Beat the Quake!</i>	Leren over wat je moet doen bij een aardbeving

**Tabel 2**

Een overzicht van de onderzochte artikelen die over verhaallijnen gaan (H2)

<b>Auteur</b>	<b>Jaar</b>	<b>Participanten</b>	<b>Methode</b>	<b>Tijdspanne</b>	<b>Meetniveau</b>	<b>Specifieke designelement</b>	<b>Serious game</b>	<b>Thema van de serious game</b>
Bittick en Chung	2011	177 (11 tot en met 18 jaar oud)	Kwantitatief	1 dag	Pre- en posttest over de inhoud van de game	Karakters	Een <i>serious game</i> die gemaakt is door de onderzoekers.	Beter worden in rekenen/wiskunde
DeRouin-Jessen	2008	169 (17 tot en met 35 jaar oud)	Kwantitatief	1 dag	Pre- en posttest over de inhoud van de game	Karakters en integratie van het serieuze onderwerp	Een <i>serious game</i> die gemaakt is door de onderzoekers.	De EEO regels
Gamage en Ennis	2018	46 (de leeftijd van de participanten is onbekend)	Kwantitatief	1 dag	Posttest over de inhoud van de game	Karakters	Een door de onderzoekers gemaakte <i>serious game</i> in de Unity 3D game development platform	Informereren over SLAM
Garneli et al.	2016	80 (13 jaar oud)	Kwantitatief en kwalitatief	1 dag	Pre- en posttest over de inhoud van de game en voor de controle groep waren het opdrachten op pen en papier	Karakters en integratie van het serieuze onderwerp	<i>Gem game</i>	Beter worden in rekenen/wiskunde
Jemmali et al.	2018	73 (de leeftijd van de participanten is onbekend)	Kwantitatief	1 dag	Pre- en posttest over de inhoud van de game	Karakters en integratie van het serieuze onderwerp	<i>May's journey</i>	Leren over programmeren

Kim en Ke	2016	132 (9 of 10 jaar oud)	Kwantitatief	7 dagen	Pre- en posttest over de inhoud van de game	Integratie van het serieuze onderwerp	Een <i>serious game</i> die gemaakt is door de onderzoekers in een <i>Opensimulator-supported</i> virtuele realiteit leeromgeving	Beter worden in wisukunde
Novak	2014	64 (een gemiddelde leeftijd van 28 jaar oud)	Kwantitatief	1 dag	Pre- en posttest over de inhoud van de game	Integratie van het serieuze onderwerp	<i>The Career Coach Simulation</i>	Leren over statistiek

**Tabel 3**

*Een overzicht van de onderzochte artikelen die over de designelementen gaan die cognitieve belading verminderen (H3)*

<b>Auteur</b>	<b>Jaar</b>	<b>Participanten</b>	<b>Methode</b>	<b>Tijdsspanne</b>	<b>Meetniveau</b>	<b>Specifieke designelement</b>	<b>Serious game</b>	<b>Thema van de serious game</b>
Easterday et al.	2017	105 (universitaire studenten. Verder is de leeftijd onbekend)	Kwantitatief	1 dag	Pre- en posttest over de inhoud van de game	Feedback	<i>Policy World</i>	het leren van het argumenteren bij een beleid
Gould en Parkeh	2018	57 (11 tot 14 jaar oud)	Kwantitatief en kwalitatief	3 maanden	ASAC score: deze toont aan hoe goede de argumentatie van de participant is	Feedback	<i>Mystery of Taiga River</i>	Leren over waarom er steeds meer vissen verdwijnen

Hsu en Tsai	2013	35 (8 tot 9 jaar oud)	Kwantitatief	1 dag	Pre- en posttest over de inhoud van de game	Feedback	Een <i>serious game</i> die gemaakt is door de onderzoekers.	Leren over schaduwen
Moreno en Mayer	2005	105 (De participanten hadden een gemiddelde leeftijd van 18 jaar oud)	Kwantitatief	1 dag	Pre- en posttest over de inhoud van de game	Feedback	<i>Design-A-Plant</i>	Planten ontwerpen onder verschillende weeromstandigheden
Pilegard en Mayer	2016	51 (de leeftijd van de participanten is onbekend)	Kwantitatief	1 dag	Posttest over de inhoud van de game	Voorkennis	<i>Cache-17</i>	Leren over elektrische circuits
Serge et al.	2013	104 (de gemiddelde leeftijd van de participanten was 23 jaar)	Kwantitatief	1 dag	Pre- en posttest over de inhoud van de game	Feedback	<i>The Game Distributed Interactive Simulation</i>	Het leren over een goede uitvoering van procedurele taken voor het uitvoeren van juiste zoek- en identificatiemissies
Yu en Tsuei	2022	126 (9 of 10 jaar oud)	Kwantitatief	6 weken	Pre- en posttest over de inhoud van de game	Voorkennis	<i>Legendary beast Rescue</i>	Het leren van Chinese tekens

---

## 5. Discussie en conclusie

### 5.1 Discussie

In het huidige onderzoek is onderzocht wat de invloed is van verschillende designelementen van educational serious games op de leeropbrengsten van de gebruikers. Dit is onderzocht door drie verschillende designelementen te onderzoeken die uit de uitkomsten van bestaande onderzoeken mogelijk invloed konden hebben op de leeropbrengsten: beloningen, verhaallijnen en designelementen die cognitieve belasting verminderen. De invloed van deze drie designelementen is onderzocht door middel van het analyseren van achttien artikelen waarin één of meerdere van deze elementen onderzocht werden. In deze artikelen was het van belang dat er twee verschillende versies waren van de educational serious game waarbij de ene versie wel het specifieke designelement bevatte en de ander niet. Ook moesten de leeropbrengsten van de gebruiker over de inhoud van het spel onderzocht worden. Zo kon de invloed van de specifieke designelementen op de leeropbrengsten worden onderzocht.

#### 5.1.1 Beloningen

Na het analyseren van de artikelen blijkt dat het implementeren van een beloning in een educational serious game niet per se zal resulteren in verbeterde leeropbrengsten bij de gebruikers. Een mogelijke verklaring hiervoor is het feit dat het implementeren van beloningen ervoor kan zorgen dat de cognitieve belasting van de gebruiker verhoogd wordt. Dit wordt ook ondersteund uit de resultaten van de huidige studie. Wanneer er te veel informatie gepresenteerd wordt kan dit ervoor zorgen dat de cognitieve belasting verhoogd wordt. Hierdoor kan het toevoegen van beloningen mogelijk ervoor zorgen dat de leeropbrengsten van de gebruiker verhinderd worden. Om deze bewering te bevestigen, is het van belang dat vervolgstudies onderzoek moeten doen naar de invloed van beloningen op de cognitieve belasting.

Daarnaast is er in het huidige onderzoek ook geen onderscheid gemaakt tussen verschillende type beloningen. Uit het onderzoek van Nagle et al. (2014) blijkt dat wanneer beloningen werden geïmplementeerd op basis van hoe belangrijk de participant beloningen vond, dit resulteerde in significant meer plezier en verbeterde prestaties in vergelijking met participanten die beloningen kregen op basis van het tegenovergestelde van hun voorkeuren. Daarom zou het ook mogelijk zijn dat verschillende soorten beloningen kunnen resulteren in verschillende uitkomsten op de leeropbrengsten van de gebruikers van serious games.

### **5.1.2 Verhaallijn**

Daarnaast blijkt dat het implementeren van een verhaallijn met de onderzochte verhaalelementen, karakters en het implementeren van het serieuze doeleinde binnen de verhaallijn, niet resulteren in significant betere leeropbrengsten. Een mogelijke verklaring hiervoor is het feit dat ook bij deze hypothese cognitieve belasting een rol speelt. Zo kan het zijn dat het toevoegen van een verhaal in de educational serious game ervoor zorgt dat de gebruikers te veel informatie gepresenteerd krijgen, namelijk zowel het serieuze doeleinde als een verhaal, wat kan resulteren in verhogende cognitieve belasting. Dit zou kunnen leiden tot verslechterde leeropbrengsten (Kalyuga, 2007). Het narratieve designelement dat een verhaal in meerdere delen presenteert, zou daarentegen mogelijk deze verhogende cognitieve belasting tegen kunnen gaan aangezien de gebruikers dan hun tijd kunnen nemen om het verhaal tot zich te nemen. Dit specifieke designelement is daarentegen in de onderzochte artikelen niet voorgekomen als afhankelijke variabele, waardoor er momenteel op deze bewering geen concreet antwoord gegeven kan worden.

Een mogelijke verklaring waarom hypothese twee niet aangenomen kan worden is het feit dat de vier narratieve elementen nooit allemaal gecombineerd zijn. Zo zou het mogelijk zijn dat bepaalde elementen, zoals het integreren van de serieuze elementen binnen de game, kunnen dienen als methode om de gebruiker meer te leren, terwijl het verhaal opdelen in meerdere stukken mogelijk gezien kan worden als middel om de cognitieve belasting te verlagen. Daarom ben ik van mening dat het integreren van meerdere van de onderzochte narratieve designelementen mogelijk wel zou kunnen resulteren in significant verbeterde leeropbrengsten. Om hier achter te komen is het noodzakelijk dat er onderzoek naar wordt gedaan.

### **5.1.3 Designelementen die cognitieve belasting verlagen**

Als laatste blijkt dat het implementeren van de onderzochte designelementen die cognitieve belasting verlagen, feedback en voorkennis, ervoor zorgen dat de leeropbrengsten van de gebruikers van de interactieve educational serious game verbeteren. Deze resultaten komen overeen met de bewering dat cognitieve belasting ervoor zorgt dat de leeropbrengsten belemmerd worden in interactieve leermethodes (Kalyuga, 2007). Daarnaast blijken ook de beweringen uit het onderzoek van Moreno en Mayer (2007) te kloppen: het implementeren van uitleggende feedback en voorkennis resulteren in verbeterde leeropbrengsten in vergelijking met wanneer deze elementen niet aanwezig zijn. Er zijn echter geen artikelen onderzocht die controle wanneer gebruikers informatie willen zien als afhankelijke variabele

hebben genomen. Daarom kan er in het huidige onderzoek geen conclusie over dit designelement gegeven worden.

#### **5.1.4 Algemene discussie**

Het implementeren van designelementen van educational serious games die de cognitieve belasting verlagen, zorgen ervoor dat de leeropbrengsten van de gebruikers verbeteren. Daarnaast blijkt uit het huidige onderzoek dat het implementeren van beloningen niet altijd resulteert in significant verbeterde leeropbrengsten. Ook tonen de artikelen geen overeenstemming wat betreft de effecten van leeropbrengsten van de onderzochte narratieve designelementen. Concluderend kan er vanuit gegaan worden dat designelementen uit educational serious games een rol spelen op de leeropbrengsten. Er is echter wel meer onderzoek nodig om concreet een antwoord te geven op welke designelementen dit effect, naast de designelementen die cognitieve belasting verlagen, ook zouden hebben.

#### **5.2 Theoretische en praktische implicaties**

De huidige studie laat zien dat het onderzoeksveld aantoont dat de cognitive load theory te relateren is aan de leeropbrengsten van de gebruikers van educational serious games. Dit is terug te zien in het feit dat hypothese drie aanvaard kon worden. Daarnaast toont het huidige onderzoek aan dat empirische studies over de leeropbrengsten van beloningen en narratieve designelementen verschillende resultaten aantonen. Daarom ben ik van mening dat er meer onderzoek gedaan moet worden naar deze designprincipes om meer duidelijkheid te schetsen over de effecten van deze designelementen op de leeropbrengsten.

Uit dit onderzoek resulteert dat er in het onderzoeksveld overeenstemming is over het feit dat educational serious games steun moeten bieden en het de gebruiker zo makkelijk mogelijk moeten maken om deze serious game te spelen. Het gebruiken van een educational serious game kan namelijk veel cognitieve belasting veroorzaken wat ervoor kan zorgen dat de leeropbrengsten van deze gebruikers kunnen worden verslechterd (Kalyuga, 2007). De ondersteunende hulpelementen, zoals het geven van uitleggende feedback of de gebruiker eerst voorkennis te bieden, kunnen deze cognitieve belasting verlagen wat zal resulteren in betere leeropbrengsten van de gebruiker. Oftewel: wanneer de gebruiker wordt ondersteund, resulteert dit in betere educational serious games.

#### **5.3 Beperkingen en suggesties**

In het huidige onderzoek zijn de hypotheses getest aan de hand van zes of zeven artikelen per hypothese. Dit is een beperkt aantal artikelen, dus de uitspraken die gedaan kunnen worden aan de hand van deze studie zijn minder sterk dan wanneer er meerdere

artikelen voorhanden geweest zouden zijn. De reden waarom er zes of zeven artikelen zijn onderzocht is vanwege het feit dat er maar een beperkt aantal artikelen beschikbaar was die twee of meerdere versies van dezelfde game vergeleken, waarbij er specifieke designelementen verschilden in de versies. Dit is een noodzakelijke eis om goed te kunnen meten welke designelementen impact hebben op de leeropbrengsten van de gebruikers. Hoewel er een hoop studies beschikbaar zijn die traditionele leermethodes, zoals reguliere lessen of boeken, vergelijken met serious games, is er een beperkter aantal studies dat zich focust op designelementen van de serious games. Daarom zou het goed zijn als vervolgonderzoeken zich meer richten op hoe serious games verbeterd kunnen worden aan de hand van het testen van diverse designelementen in dezelfde serious game.

Verder is er in het huidige onderzoek geen antwoord gevonden op de effecten van de narratieve designelementen: het verhaal opdelen in meerdere stukken en de gebruiker keuzemogelijkheden geven binnen het verhaal. Ook is er geen antwoord gevonden op de invloed van het designelement dat cognitieve belasting verlaagt: de gebruikers de controle geven over wanneer zij informatie willen zien. Er is geen antwoord op de invloed van deze designelementen, aangezien geen enkel artikel een van deze elementen als afhankelijke variabele heeft gebruikt naast de artikelen uit het theoretische kader. Hierdoor is er dus momenteel niet genoeg overeenstemming van diverse onderzoeken over wat de invloed is van deze designelementen van serious games op de leeropbrengsten van de gebruikers. Daarom moeten deze designelementen nog onderzocht worden om erachter te komen wat de invloed is hiervan.

Verder moeten vervolgstudies het designelement “beloningen” op een andere wijze onderzoeken. Zo blijkt uit het onderzoek van Nagle et al. (2014) dat verschillende soorten beloningen resulteren in verschillende leeropbrengsten, zoals vermeld is in de discussiesectie van de eerste hypothese. Daarom raad ik aan om in vervolgstudies onderscheid te maken tussen verschillende soorten beloningen en deze individueel te onderzoeken.

Daarnaast, zoals al eerder vermeld, raad ik ook aan om de onderzochte narratieve designelementen gecombineerd te onderzoeken. Hierbij zou ik aanraden om het verhaal in meerdere delen op te splitsen om de cognitieve belasting te verlagen. Daarnaast moet de verhaallijn de gebruiker ook iets leren. Hiervoor wordt aangeraden om het serieuze doeleinde te integreren binnen de verhaallijn. Zo is het dus belangrijk om in vervolgstudies combinaties van de vier onderzochte narratieve designelementen te maken, waarbij de cognitieve belasting verlaagd wordt en de gebruiker iets kan leren van het verhaal.

Daarnaast zijn er ook veel artikelen onderzocht die slechts de leeropbrengsten gemeten

hebben op extreem korte termijn. Zo zijn er in het huidige onderzoek dertien studies onderzocht waarbij geen rekening gehouden is met de effecten van de leeropbrengsten op lange termijn. Hierdoor ontbreekt er momenteel veel kennis over de invloed van designelementen van educational serious games op lange termijn. Het is wel van belang dat in vervolgstudies de onderzoekers ook de langetermijneffecten onderzoeken om zo de kennis van de effecten van de designprincipes te vergroten.

Verder blijkt uit het huidige onderzoek dat de onderwerpen die behandeld worden in de educational serious games uiteenlopen. Zo zijn er veel alfa- en bèta-onderwerpen behandeld, terwijl er bijna geen gamma-onderwerpen behandeld zijn. Het zou mogelijk kunnen zijn dat de behandelde onderwerpen van de serious games invloed uitoefenen op de effectiviteit van de geïmplementeerde designelementen. Het huidige onderzoeksveld omtrent serious games heeft momenteel nog geen concreet antwoord op deze aanname, waardoor het antwoord hierop momenteel nog onbekend is. Daarom is het relevant dat de invloed van het onderwerp van de serious game onderzocht wordt.

Als laatste is verschil in gender niet meegenomen. Zo blijkt uit het onderzoek van Garneli et al. (2016) dat meisjes beter presteerden wanneer zij leerden aan de hand van pen en papier in vergelijking met het leren aan de hand van een serious game. Bij jongens bleek dit echter niet het geval te zijn. Zij hadden geen voorkeur voor het gebruik van serious games of pen en papier. Alhoewel de vergelijking op de effecten van leeropbrengsten tussen traditionele leermethodes, bijvoorbeeld pen en papier en serious games, niet onderzocht is in het huidige onderzoek, geven deze resultaten wel weer dat gender mogelijk een factor kan zijn in hoe iemand graag leert. Daarom wordt er aangeraden om in vervolgstudies ook te onderzoeken wat de verschillen tussen gender aantonen.

## **5.4 Conclusie**

Om leeropbrengsten te verbeteren, kunnen educational serious games mogelijk een goed middel zijn om dit te bevorderen. Het is daarentegen wel van belang dat het design van deze serious games op een goede wijze wordt gehanteerd. Daarom is er in de huidige studie onderzoek gedaan welke designelementen er van belang zijn om de leeropbrengsten van de gebruiker te bevorderen. Hiervoor zijn achttien artikelen onderzocht die één of meerdere van de drie onderzochte designelementen, beloningen, narratieve designelementen en designelementen die cognitieve belasting verlagen, onderzocht hebben. Zo is bij elk van deze designelementen onderzocht of deze wel of niet de leeropbrengsten verbeteren, waardoor uiteindelijk duidelijk wordt welke designelementen wel of niet geïmplementeerd moeten

worden om de leeropbrengsten van de gebruikers van educational serious games te bevorderen. Nadat alle artikelen waren onderzocht, bleek dat de artikelen niet overeenstemmend waren of beloningen en narratieve designelementen resulteerden in verbeterde designelementen. Daarom worden deze twee designelementen niet aangenomen als middelen die de leeropbrengsten verbeteren. Het implementeren van feedback en voorkennis, designelementen die de cognitieve belasting reduceerden, resulteerden bijna altijd in verbeterde leeropbrengsten. Zo zijn dit dus designelementen die van belang zijn om de leeropbrengsten van de gebruikers van educational serious games te bevorderen. Voor vervolgstudies is het van belang om de effecten van leeropbrengsten van verschillende soorten beloningen te onderzoeken en de effecten van combinaties van narratieve designelementen te implementeren. Hierdoor kan diepgaander onderzocht worden wat de invloed van deze designelementen is en kan de tegenstrijdigheid van de artikelen uit het huidige onderzoek verklaard worden.

## 6. Referenties

### 6.1 Referenties (inleiding en theoretisch kader)

- Alvarez, J., & Djaouti, D. (2011). An introduction to Serious game Definitions and concepts. *Serious games & simulation for risks management*, 11(1), 11-15.
- Asanok, M., Kitrakan, P., & Brahmawong, C. (2008). Building a Critical Components for Successful Multimedia-Based Collaborative eLearning Design Framework. *Online Submission*, 16.
- Bellotti, F., Berta, R., De Gloria, A., Lavagnino, E., Antonaci, A., Dagnino, F., ... & Mayer, I. S. (2014). Serious games and the development of an entrepreneurial mindset in higher education engineering students. *Entertainment Computing*, 5(4), 357-366.  
<https://doi.org/10.1016/j.entcom.2014.07.003>
- Chi, M. T., & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational psychologist*, 49(4), 219-243.  
<https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
- Cox, M. J. (2013). Formal to informal learning with IT: research challenges and issues for e-learning. *Journal of computer assisted learning*, 29(1), 85-105. <https://doi-org.tilburguniversity.idm.oclc.org/10.1111/j.1365-2729.2012.00483.x>
- Dankbaar, M. E., Alsma, J., Jansen, E. E., van Merriënboer, J. J., van Saase, J. L., & Schuit, S. C. (2016). An experimental study on the effects of a simulation game on students' clinical cognitive skills and motivation. *Advances in Health Sciences Education*, 21, 505-521. <https://doi.org/10.1007/s10459-015-9641-x>
- Domagk, S., Schwartz, R. N., & Plass, J. L. (2010). Interactivity in multimedia learning: An integrated model. *Computers in Human Behavior*, 26(5), 1024-1033.  
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.03.003>
- Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., De-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., & Martínez-Herráiz, J. J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers & education*, 63, 380-392.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.12.020>
- FitzPatrick, T. (2012). Key Success Factors of eLearning in Education: A Professional Development Model to Evaluate and Support eLearning. *Online Submission*.

- Gaydos, M. (2015). Seriously considering design in educational games. *Educational researcher*, 44(9), 478-483. <https://doi.org/10.3102/0013189X15621307>
- Gentile, D. (2009). Pathological video-game use among youth ages 8 to 18: A national study. *Psychological science*, 20(5), 594-602.
- Habgood, M. J., & Ainsworth, S. E. (2011). Motivating children to learn effectively: Exploring the value of intrinsic integration in educational games. *The Journal of the Learning Sciences*, 20(2), 169-206. <https://doi.org/10.1080/10508406.2010.508029>
- Hamidi, F., Meshkat, M., Rezaee, M., & Jafari, M. (2011). Information technology in education. *Procedia Computer Science*, 3, 369-373. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2010.12.062>
- Hannig, A., Kuth, N., Özman, M., Jonas, S., & Spreckelsen, C. (2012). eMedOffice: A web-based collaborative serious game for teaching optimal design of a medical practice. *BMC medical education*, 12, 1-15. <https://doi.org/10.1186/1472-6920-12-104>
- Ince, D. (2022, november 22). *Cijfers over gamen*. Opgehaald van NJi: <https://www.nji.nl/cijfers/gamen>
- Kalyuga, S. (2007). Enhancing instructional efficiency of interactive e-learning environments: A cognitive load perspective. *Educational psychology review*, 19, 387-399. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9051-6>
- Laamarti, F., Eid, M., & Saddik, A. E. (2014). An overview of serious games. *International Journal of Computer Games Technology*, 2014, 11-11. <https://doi.org/10.1155/2014/358152>
- Margaryan, A., Littlejohn, A., & Vojt, G. (2011). Are digital natives a myth or reality? University students' use of digital technologies. *Computers & education*, 56(2), 429-440. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.09.004>
- Mayer, R. E., & Chandler, P. (2001). When learning is just a click away: Does simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages?. *Journal of educational psychology*, 93(2), 390-397. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.2.390>
- Mayer, R. E., Mautone, P., & Prothero, W. (2002). Pictorial aids for learning by doing in a multimedia geology simulation game. *Journal of Educational Psychology*, 94(1), 171. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.1.171>

- McQuiggan, S. W., Rowe, J. P., & Lester, J. C. (2008, April). The effects of empathetic virtual characters on presence in narrative-centered learning environments. In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems* (pp. 1511-1520). <https://doi.org/10.1145/1357054.1357291>
- Mildner, P., & 'Floyd' Mueller, F. (2016). Design of serious games. *Serious games: Foundations, concepts and practice*, 57-82. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-40612-1\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40612-1_3) [https://doi.org/10.1007/978-3-319-40612-1\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40612-1_3)
- Moreno, R. (2007). Optimising learning from animations by minimising cognitive load: Cognitive and affective consequences of signalling and segmentation methods. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 21(6), 765-781. <https://doi.org/10.1002/acp.1348>
- Moreno, R., & Mayer, R. (2007). Interactive multimodal learning environments: Special issue on interactive learning environments: Contemporary issues and trends. *Educational psychology review*, 19, 309-326. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9047-2>
- Nagle, A., Wolf, P., Riener, R., & Novak, D. (2014). The use of player-centered positive reinforcement to schedule in-game rewards increases enjoyment and performance in a serious game. *International Journal of Serious Games*, 1(4), 35-47.
- Naul, E., & Liu, M. (2020). Why story matters: A review of narrative in serious games. *Journal of Educational Computing Research*, 58(3), 687-707. <https://doi.org/10.1177/0735633119859904>
- Ogle, A. D., Graham, D. J., Lucas-Thompson, R. G., & Roberto, C. A. (2017). Influence of cartoon media characters on children's attention to and preference for food and beverage products. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 117(2), 265-270. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.08.012>
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 2: Do they really think differently?. *On the horizon*, Vol. 9 No. 6, pp. 1-6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424843>
- Ryokai, K., Vaucelle, C., & Cassell, J. (2003). Virtual peers as partners in storytelling and literacy learning. *Journal of computer assisted learning*, 19(2), 195-208. <https://doi.org/10.1046/j.0266-4909.2003.00020.x>

- Silva, F. G. (2019). Practical methodology for the design of educational serious games. *Information, 11*(1), 14. <https://doi.org/10.3390/info11010014>
- Smith, E. E., Kahlke, R., & Judd, T. (2020). Not just digital natives: Integrating technologies in professional education contexts. *Australasian Journal of Educational Technology, 36*(3), 1-14. <https://doi.org/10.14742/ajet.5689>
- Susi, T., Johannesson, M., & Backlund, P. (2007). Serious games: An overview.
- Tay, J., Goh, Y. M., Safiena, S., & Bound, H. (2022). Designing digital game-based learning for professional upskilling: A systematic literature review. *Computers & Education, 104*518. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104518>
- Thue, D., Bulitko, V., Spetch, M., & Wasylishen, E. (2007). Interactive storytelling: A player modelling approach. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment* (Vol. 3, No. 1, pp. 43-48). <https://doi.org/10.1609/aiide.v3i1.18780>
- Tyni, J., Tarkiainen, A., López-Pernas, S., Saqr, M., Kahila, J., Bednarik, R., & Tedre, M. (2022). Games and Rewards: A Scientometric Study of Rewards in Educational and Serious Games. *IEEE Access, 10*, 31578-31585. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3160230>

## 6.2 Referenties (literatuuronderzoek)

- Bittick, S. J., & Chung, G. K. (2011). The Use of Narrative: Gender Differences and Implications for Motivation and Learning in a Math Game. CRESST Report 804. *National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing (CRESST)*.
- DeRouin-Jessen, Renee, "Game On: The Impact Of Game Features In Computer-based Training" (2008). *Electronic Theses and Dissertations. 3772*.
- Easterday, M. W., Alevan, V., Scheines, R., & Carver, S. M. (2017). Using tutors to improve educational games: A cognitive game for policy argument. *Journal of the Learning Sciences, 26*(2), 226-276. <https://doi.org/10.1080/10508406.2016.1269287>
- Gamage, V., & Ennis, C. (2018, November). Examining the effects of a virtual character on learning and engagement in serious games. In *Proceedings of the 11th ACM*

- SIGGRAPH Conference on Motion, Interaction and Games*, 1-9.  
<https://doi.org/10.1145/3274247.3274499>
- Garneli, V., Giannakos, M., & Choriantopoulos, K. (2016). Serious games as a malleable learning medium: The effects of narrative, gameplay, and making on students' performance and attitudes. *British Journal of Educational Technology*, 48(3), 842-859.  
<https://doi.org/10.1111/bjet.12455>
- Gould, D. L., & Parekh, P. (2018). Mentoring and argumentation in a game-infused science curriculum. *Journal of Science Education and Technology*, 27, 188-203.  
<https://doi.org/10.1007/s10956-017-9717-x>
- Hsu, C. Y., & Tsai, C. C. (2013). Examining the effects of combining self-explanation principles with an educational game on learning science concepts. *Interactive Learning Environments*, 21(2), 104-115.  
<https://doi.org/10.1080/10494820.2012.705850>
- Jemmali, C., Bunian, S., Mambretti, A., & El-Nasr, M. S. (2018, August). Educational game design: an empirical study of the effects of narrative. In *Proceedings of the 13th international conference on the foundations of digital games*, 1-10.  
<https://doi.org/10.1145/3235765.3235783>
- Kim, H., & Ke, F. (2016). Effects of game-based learning in an OpenSim-supported virtual environment on mathematical performance. *Interactive Learning Environments*, 25(4), 543-557. <https://doi.org/10.1080/10494820.2016.1167744>
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2005). Role of guidance, reflection, and interactivity in an agent-based multimedia game. *Journal of educational psychology*, 97(1), 117–128.  
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.97.1.117>
- Novak, E. (2014). Effects of simulation-based learning on students' statistical factual, conceptual and application knowledge. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30(2), 148-158. <https://doi.org/10.1111/jcal.12027>
- Ozcelik, E., Cagiltay, N. E., & Ozcelik, N. S. (2013). The effect of uncertainty on learning in game-like environments. *Computers & Education*, 67, 12-20.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.009>

- Park, J., Kim, S., Kim, A., & Mun, Y. Y. (2019). Learning to be better at the game: Performance vs. completion contingent reward for game-based learning. *Computers & Education, 139*, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.016>
- Pilegard, C., & Mayer, R. E. (2016). Improving academic learning from computer-based narrative games. *Contemporary Educational Psychology, 44*, 12-20. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2015.12.002>
- Ronimus, M., Kujala, J., Tolvanen, A., & Lyytinen, H. (2014). Children's engagement during digital game-based learning of reading: The effects of time, rewards, and challenge. *Computers & Education, 71*, 237-246. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.008>
- Serge, S. R., Priest, H. A., Durlach, P. J., & Johnson, C. I. (2013). The effects of static and adaptive performance feedback in game-based training. *Computers in Human Behavior, 29*(3), 1150-1158. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.10.007>
- Tanes, Z., & Cho, H. (2013). Goal setting outcomes: Examining the role of goal interaction in influencing the experience and learning outcomes of video game play for earthquake preparedness. *Computers in Human Behavior, 29*(3), 858-869. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.11.003>
- Yu, Y. T., & Tsuei, M. (2022). The effects of digital game-based learning on children's Chinese language learning, attention and self-efficacy. *Interactive Learning Environments, 1-20*. <https://doi-org.tilburguniversity.idm.oclc.org/10.1080/10494820.2022.2028855>