



**Expertisecentrum  
Leermiddelenontwikkeling**



**Universiteit Utrecht**

# **Kwaliteitscriteria voor educatieve games**

## **Theoretische verkenning**

Vika Lukina

Begeleiding:  
Hendriane Wilkens

**December 2014  
CLU, Universiteit Utrecht**

# INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding.....	2
2	Wat is een educatieve game?.....	3
3	Hoe werkt een educatieve game? .....	5
3.1	Motivatie en flow .....	5
3.2	Hints en feedback .....	7
3.3	Integratie van spel en leerstof.....	10
4	De keerzijde van de medaille .....	11
4.1	Van flow naar verslaving? .....	11
4.2	Een geschikte fantasie? .....	12
4.3	Belemmert intrinsieke integratie de transfer? .....	13
4.4	Cognitieve (over)belasting door verrassing en onvoorspelbaarheid.....	14
4.5	Controle .....	15
5	Conclusie.....	16
6	Referenties .....	16

# 1 INLEIDING

In 2010 publiceerde Kennisnet *Wat weten we over... Effecten van games: Een beknopt overzicht van wetenschappelijk onderzoek naar de effecten van games*. Een van de doelen van deze publicatie was om een genuanceerd beeld te schetsen van games in het onderwijs door zowel aandacht te besteden aan de positieve als de negatieve effecten. Vragen als 'Wordt school leuker met games?' (p. 11) en 'Traint gamen het brein?' (p. 13) kwamen aan de orde, maar ook 'Word je niet agressief van gamen?' (p. 21). De inzichten uit dit artikel zijn gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek, maar de onderzoeken concentreerden zich voornamelijk rond bestaande, commerciële games, en slechts een klein deel ervan was uitgevoerd in een onderwijscontext. Een van de conclusies van deze publicatie is dan ook:

*"Voordat we games breed in het onderwijs gaan inzetten is het nodig dat we weten of leerlingen meer leren van games dan van andere onderwijsmethoden. Hiervoor is een systematische vergelijking van methoden in de dagelijkse lespraktijk nodig ... nader onderzoek waarin onderzoekers en leraren nauw samenwerken is een voorwaarde om het potentieel van games verder uit te bouwen."* (p.26)

Dat onderzoek naar games en educatie een levend onderwerp is, blijkt uit het artikel over ontwikkelingen en trends op het gebied van onderzoek naar leren met behulp van games van Hwang en Wu (2012). Tussen 2005 en 2010 is het onderzoek naar "digital game-based learning" (p. E7) verviervoudigd ten opzichte van de vijf jaar daarvoor. Een groot deel van dit onderzoek is uitgevoerd onder studenten uit het hoger onderwijs en onder leerlingen uit het basisonderwijs. Ruim de helft van het totaal aantal onderzoeken was gericht op de motivatie en attitudes van leerlingen ten aanzien van leren met computergames (Hwang & Wu, 2012, p. E8). Niet alleen is het aantal onderzoeken naar games en educatie de afgelopen jaren explosief gestegen, ook de focus lijkt verschoven te zijn: "Initially interest focused on how COTS (commercial-off-the-shelf) games, which are primarily designed for entertainment, might be used in learning, but interest also grew in games-based learning (GBL), designing games for educational purposes." (Connolly, Boyle, MacArthur, Hainey & Boyle, 2012, p. 661). Hierbij is opvallend dat de eerste onderzoekslijn voornamelijk gericht is op motivationele/affectieve en sociale aspecten van games, terwijl de tweede onderzoekslijn meer kijkt naar kennisverwerving en begrip van de lesstof (Connolly et al., 2012, p. 669).

Het bovenstaande in ogenschouw genomen, lijkt er volop onderzoek te zijn naar de effecten van games in het onderwijs, of de games nu voor dit doel ontworpen zijn of niet. Wat er echter nog lijkt te ontbreken in dit onderzoekslandschap, is onderzoek naar de games zelf: hoe ziet een 'goede' educatieve game er eigenlijk uit? Met andere woorden, aan welke kwaliteitscriteria moet een educatieve game voldoen, wil een leerling er effectief mee kunnen leren? Met dit artikel hoopt het CLU, dat zich sinds jaar en dag sterk maakt voor kwalitatief goed lesmateriaal, een eerste aanzet te kunnen geven tot een antwoord op deze vraag.

## 2 WAT IS EEN EDUCATIEVE GAME?

De vraag wat een educatieve game is, lijkt in eerste instantie eenvoudig. Een educatieve game is een game die wordt gebruikt om mee te leren, en vertoont derhalve overeenkomsten met zowel games als (digitale) leermiddelen. Om tot een bruikbare definitie van het begrip te komen, moet men zich echter het volgende afvragen: wat is een game, wat is een digitaal leermiddel en wat is leren?

Op de laatste vraag geven Reints en Wilkens (2012) het volgende antwoord:

*"... iemand heeft iets geleerd wanneer we een stabiele verandering in zijn kennis of gedrag constateren, die het gevolg is van leeractiviteiten en een zekere mate van wendbaarheid heeft. Vooral die wendbaarheid is een belangrijk kenmerk. Het houdt in dat iemand in staat is het geleerde toe te passen in andere situaties dan waarin hij de betreffende kennis of vaardigheid verworven heeft. ... Volgens Mayer en Moreno houdt leren in dat aangeboden informatie wordt omgevormd tot wendbare kennis." (p. 29)*

Dit is slechts een van de vele visies op leren; het is de definitie die door het CLU wordt gebruikt en die daarom wordt aangehouden bij het formuleren van de kwaliteitscriteria voor educatieve games. Een digitaal leermiddel is volgens Reints en Wilkens (2012) ontworpen om leerlingen doelgericht te laten leren en onderscheidt zich van folio leermateriaal door de volgende twee eigenschappen: multimodaliteit (verschillende zintuigen tegelijk aanspreken) en adaptiviteit (zich aanpassen aan het niveau van de leerling). Blijft dus de vraag over wat een game is. In de Engelstalige literatuur worden uiteenlopende kenmerken genoemd die een game tot een game maken. Deze kenmerken zijn samengevat in Tabel 1 en komen zowel terug in educatieve games als in recreatieve games.

**Tabel 1**

*Kenmerken van Recreatieve en Educatieve Games*

	<b>Garris, Ahlers &amp; Driskell, (2002)</b>	<b>Juul (2003)</b>	<b>Klopfer, Osterweil, and Salen (2009)</b>	<b>Hogle (1996)</b>	<b>I/ITSEC Conferentie (in: Susi et al, 2007)</b>
Beloningssysteem					x
Competitie-element				x	
Controle	x	x			
Doel	x			x	
Emotionele betrokkenheid		x			
Fantasie	x			x	
Feedback			x		x
Kwantificeerbare uitkomst		x	x		
Mysterie	x				
Onderhandelbare consequenties		x			
Onvoorspelbaarheid		x		x	
Regels	x	x	x	x	
Uitdaging	x	x			x
Vaste uitkomstmogelijkheden			x		
Vrijwillige participatie			x		
Zintuiglijke stimuli	x				

Zoals uit de tabel blijkt, is er geen consensus over de kenmerken die een game tot een game maken, maar er is een zekere overlap tussen de definities te zien. Het vaakst genoemde kenmerk is dat een game regels dient te hebben. Andere kenmerken die meer dan eens genoemd worden, zijn: controle, doel, fantasie, feedback, kwantificeerbare uitkomsten, onvoorspelbaarheid en uitdaging. Sommige kenmerken zijn in de tabel onder een noemer geschaard, terwijl ze in de bijbehorende literatuur anders zijn verwoord. Een voorbeeld hiervan is controle, dat door Garris, Ahlers & Driskell (2002) wordt omschreven als "exercise of authority or the ability to regulate, direct, or command something. ... Games evoke a sense of personal control when users are allowed to select strategies, manage the direction of activity, and make decisions that directly affect outcomes " (p. 451), terwijl er bij Juul (2003) sprake is van "player effort", die ervoor zorgt dat "the players' actions can influence the game state and game outcome". Andere kenmerken worden apart genoemd in de tabel, maar blijken bij een nadere beschouwing toch betrekking te hebben op hetzelfde aspect van games. Mysterie en onvoorspelbaarheid kunnen bijvoorbeeld allebei worden ingezet om nieuwsgierigheid bij de speler aan te wakkeren. Zelfs ogenschijnlijk tegenstrijdige kenmerken liggen in werkelijkheid dicht bij elkaar dan je op het eerste gezicht zou vermoeden. Zo lijken 'vaste uitkomstmogelijkheden' en 'onvoorspelbaarheid' elkaar in eerste instantie uit te sluiten, maar dit hoeft niet. Dat er van tevoren is vastgesteld onder welke omstandigheden een speler wint dan wel verliest, hoeft niet te betekenen dat deze voorwaarden ook bij de speler bekend zijn. Daarnaast kunnen er meerdere wegen naar de vooraf gedefinieerde uitkomsten leiden, en zijn ze soms situatieafhankelijk, bijvoorbeeld wanneer men op een hoger niveau speelt, of tegen een betere tegenstander.

De in Tabel 1 samengevatte definities verschillen niet alleen van elkaar in de kenmerken die ze aan games toekennen, maar ook in hoeverre ze een game als een op zichzelf staand fenomeen beschouwen. Zo stelt Juul (2003) dat niet alleen ontwerpkenmerken een game tot een game maken, maar ook de relatie die de speler met de game aangaat en de 'relatie' tussen (het spelen van) de game en de rest van de wereld. Garris et al. (2002) concluderen op basis van literatuuronderzoek dat kenmerken van games onder te verdelen zijn in zes dimensies / categorieën: "fantasy, rules/goals, sensory stimuli, challenge, mystery, and control" (p. 447). De zes dimensies kunnen worden gebruikt als noemers om afzonderlijke kwaliteitscriteria onder te scharen. Daarnaast overlapt deze definitie grotendeels met de inzichten van Malone (1980), die in zijn proefschrift heeft beschreven dat een goed ontworpen game uitdagend is, fantasie-elementen bevat en de nieuwsgierigheid prikkelt. In paragraaf 3.1 wordt hier dieper op ingegaan.

Met de zes dimensies van Garris et al. in het achterhoofd, blijft er nog een vraag over: wat onderscheidt een educatieve game van een 'gewone', recreatieve, game? Ondanks dat er in de literatuur veel verschillende benamingen zijn voor educatieve games (educational, instructional, serious en (digital-)learning games ), lijkt er op dit punt meer eensgezindheid te zijn. Een spel wordt al als *serious* gezien wanneer het met een ander doel dan puur vermaak wordt gespeeld (Abt, 1975, in: Breuer & Bente, 2010; Susi, Johannesson & Backlund, 2007; Michael & Chen, 2006, in: Breuer & Bente, 2010). Dit levert echter een zeer breed bereik op waarbinnen allerlei spellen kunnen vallen. Volgens deze visie hoeft een game niet voor een educatief doel *ontworpen* te zijn, zolang hij maar wel voor dit doel *gebruikt* wordt (Breuer & Bente, 2010). Voor het opstellen van

kwaliteitscriteria voor games die wel voor educatieve doeleinden zijn ontworpen, zal het spectrum dus vernauwd moeten worden. De literatuur biedt hiervoor de volgende aanknopingspunten: een educatieve game moet gericht zijn op het verbeteren van kennis en/of vaardigheden (Hogle, 1996; Klopfer et al., 2009; Zyda, 2005), het educatieve doel is weldoordacht (o.a. Abt, 1975, in: Breuer & Bente, 2010) en de game bevat "activities that educate or instruct" (Zyda, 2005, p.26). In de definitie van Zyda wordt echter niet toegelicht welke activiteiten dat zijn, of hoe ze vorm dienen te krijgen. Tot slot dient een educatieve game de speler gepaste feedback op zijn handelingen te geven (Susi et al., 2007).

Educatieve games bevatten dus zowel elementen die het tot een game maken, als elementen die het tot een leermiddel maken. Ze zijn in de eerste plaats bedoeld als leermiddel en bevatten derhalve een duidelijk gedefinieerd leerdoel. De spelactiviteiten zijn dusdanig vormgegeven dat ze de speler motiveren om de game te blijven spelen en zodoende de leerdoelen te behalen: ze zijn uitdagend, prikkelen de fantasie en maken de speler nieuwsgierig. De game geeft de speler geregeld feedback, zodat hij weet in hoeverre hij al op weg is om het leerdoel te behalen. De spelactiviteiten en leeractiviteiten kunnen zich op verschillende manieren tot elkaar verhouden. Ze kunnen elkaar afwisselen, maar kunnen ook met elkaar verweven zijn, waardoor de leeractiviteit en de spelactiviteit feitelijk hetzelfde zijn. In paragraaf 3.3 wordt nader toegelicht waarom de tweede aanpak de voorkeur verdient in een educatieve game.

### 3 HOE WERKT EEN EDUCATIEVE GAME?

In paragraaf 0 is een aantal kenmerken besproken van recreatieve en educatieve games. De volgende paragrafen zullen dieper ingaan op de kenmerken motivatie en flow (3.1), hints en feedback (3.2) en intrinsieke integratie, een totale versmelting van de leeractiviteit en spelactiviteit (3.3).

#### 3.1 MOTIVATIE EN FLOW

Wanneer een leerling gemotiveerd is, zal hij langer met een taak bezig zijn en zich meer inspannen om de taak te volbrengen, wat kan leiden tot betere leerresultaten. In de context van educatieve games dienen er twee soorten motivatie te worden onderscheiden: de motivatie om te leren en de motivatie om de educatieve game te willen/blijven spelen. Deze twee hangen nauw met elkaar samen en zijn allebei nodig om effectief te kunnen leren met behulp van een educatieve game. In dit artikel komt de nadruk te liggen op de factoren die educatieve games motiverend maken om te spelen, al zullen deze deels overlappen met de factoren die leerstof motiverend maken.

Vaak zijn het juist de games die moeilijk zijn om te spelen en waar je regelmatig vastloopt, die ervoor zorgen dat je als speler steeds weer de computer opstart om het opnieuw te proberen, om een nieuwe strategie te bedenken, en soms zelfs om hulpbronnen buiten de game te raadplegen om toch verder te komen. Wanneer de doelen in de game bereikt worden, geeft dat een gevoel van voldoening. Met andere woorden: games zorgen voor een intrinsieke motivatie bij de speler,

waarbij de activiteit gelijkstaat aan de beloning die je ervoor krijgt (Malone, 1980). Garris et al. (2002) omschrijven motivatie als volgt:

*"motivation refers to an individual's choice to engage in an activity and the intensity of effort or persistence in that activity...Individuals who are highly motivated are more likely to engage in, devote effort to, and persist longer at a particular activity."* (p. 451)

Om een dergelijke motivatie direct te kunnen aanwenden ten behoeve van leeractiviteiten, is het van belang om te begrijpen welke kenmerken van games ze motiverend maken om te spelen. Volgens Malone (1980) hebben de games die mensen motiveren om te spelen de volgende zaken met elkaar gemeen: ze bieden uitdaging, bevatten fantasie-elementen en prikkelen de nieuwsgierigheid van de speler. In Tabel 2 is samengevat hoe deze kenmerken vormgegeven kunnen worden om games intrinsiek motiverend te maken.

**Tabel 2**

*Uitdaging, Fantasie en Nieuwsgierigheid in Games. Naar: Malone (1980, p. 65-71)*

<b>Uitdaging</b>	<b>Fantasie</b>	<b>Nieuwsgierigheid</b>
Een duidelijk <b>doel</b> , dat gericht is op iets concreets en niet puur op het oefenen van vaardigheden. De speler moet kunnen bijhouden hoe dicht hij bij het doel is.	<b>'Intrinsieke fantasie'</b> waarin de te leren vaardigheid daadwerkelijk gebruikt wordt, of die als betekenisvolle analogie kan dienen. Intrinsieke fantasieën zijn domeinafhankelijk.	<b>Feedback</b> , die 1) constructief is en 2) verrassend. Zaken die eerst verrassend lijken kunnen bij voorkeur worden gebruikt om de onderliggende structuur van de game(wereld) te doorgronden.
<b>Onzekere uitkomsten</b> voor spelers met verschillende niveaus, door 1) variabele moeilijkheidsgraad, 2) 'multiple level goals', 3) verborgen informatie en/of 4) toeval/willekeur	Fantasieën die een beroep doen op de <b>emoties</b> van de speler zijn doorgaans populairder dan fantasieën die dat niet doen. Verschillende spelers hebben echter verschillende voorkeuren.	<b>Audio-visuele effecten</b> kunnen gebruikt worden als decoratie, om de fantasie(wereld) verder vorm te geven, als beloning of als middel om relevante informatie beter over te brengen.

Het concept van *flow* (Csikszentmihalyi, 1990, in: o.a. Admiraal, Huizenga, Akkerman en Ten Dam, 2011) hangt nauw samen met motivatie. Een staat van flow kan worden bereikt als er sprake is van "a symbiotic relationship between challenges and the skills needed to meet those challenges" (Admiraal, et al., 2011, p. 1185). Dit houdt in dat de uitdagingen die het spel biedt, zich aanpassen aan de vaardigheden van de speler. Wanneer iemand een staat van flow ervaart, gaat hij volledig op in datgene waar hij op dat moment mee bezig is. Hij is extra geconcentreerd, verliest het gevoel van tijd, is beter in staat om externe factoren buiten te sluiten en functioneert kort gezegd op de toppen van zijn kunnen. Daarnaast ervaren mensen die in een flow verkeren de activiteit zelf als plezierig en geven hun eigen prestaties ze een goed gevoel. Vooral door dat laatste zijn mensen geneigd activiteiten waarbij ze flow ervaren, te herhalen. Ze zijn dus vaker en langer met de activiteit bezig, waardoor hun vaardigheden na verloop van tijd zullen groeien. De factoren die bijdragen aan een flow overlappen grotendeels met de factoren die een activiteit (intrinsiek) motiverend maken. Dit zijn onder andere: de aanwezigheid van een duidelijk doel, haalbare uitdagingen en accurate feedback (Habgood & Ainsworth, 2011, p. 171).

De toegevoegde waarde van games in deze context is dat ze dusdanig ontworpen kunnen worden dat ze zich op allerlei manieren aanpassen aan het niveau van de speler. Denk bijvoorbeeld aan games waarbij de speler sneller moet reageren naarmate hij beter presteert, of de zogenaamde *role playing games*, waarbij de speler met sterkere tegenstanders te maken krijgt naarmate hij meer vaardigheden ontwikkelt in de game. Ook de feedback die de speler ontvangt, kan aan zijn niveau aangepast worden en hem op die manier duwtjes in de goede richting geven. Doordat de game zich aanpast aan het niveau van de speler, blijft hij optimaal uitdagend voor een speler. Zodoende kan een goed ontworpen game eraan bijdragen dat de speler niet alleen een staat van flow bereikt, maar deze ook langere tijd weet vast te houden.

---

### 3.2 HINTS EN FEEDBACK

Volgens de in Susi et al. (2007) aangehaalde definitie van de I/ITSEC Conference, is (gepaste) feedback het onderscheidende kenmerk tussen recreatieve games en educatieve games. Daarnaast prikkelt de juiste (soort) feedback de nieuwsgierigheid en kan het helpen om voor langere tijd een staat van flow te behouden. Een andere belangrijke functie van feedback is motiveren, bijvoorbeeld door het geven van complimenten. Tot slot is feedback volgens Garris et al. (2002) noodzakelijk om van een educatieve game een effectief leermiddel te maken. Door het ontvangen van feedback weet de leerling of hij op de goede weg zit of juist niet, en welke richting hij op moet om het gestelde leerdoel te bereiken.

Feedback is er in verschillende soorten en maten. Zo is er een onderscheid tussen intrinsieke en extrinsieke feedback (Wilkens, 2008). Intrinsieke feedback is feedback van binnenuit, een emotionele en/of fysieke reactie die direct volgt op het handelen. Onder extrinsieke feedback wordt alle feedback van buitenaf verstaan, of de feedback nu gegeven wordt door een persoon of een computerprogramma. Extrinsieke feedback kan onmiddellijk op de handeling volgen, of op een later moment gegeven worden. Ook de hoeveelheid informatie die de feedback bevat, kan verschillen. In de literatuur worden de volgende feedbacksoorten onderscheiden (Jaehrig & Miller, 2007, p.221):

- *Knowledge of response* (KR): er wordt aangegeven of het gegeven antwoord (in)correct is.
- *Knowledge of correct response* (KCR): er wordt aangegeven wat het correcte antwoord is. KCR wordt vaak toegepast in combinatie met KR.
- *Elaborated feedback*: het correcte antwoord wordt gegeven en toegelicht.

Van deze drie feedbacksoorten is *elaborated feedback* het meest informatief, en het literatuuronderzoek van Jaehrig en Miller (2007) wijst erop dat dit ook de meest effectieve feedbacksoort is. Hoe feedback concreet vormgegeven dient te worden, is afhankelijk van de functie die eraan wordt toegekend. Volgens Nicol en McFarlane (2007) heeft feedback als functie om het zelfregulerend vermogen van leerlingen te bevorderen, omdat zelfregulerende leerlingen doorgaans effectiever leren. Ze zijn "more persistent, resourceful, confident and higher achievers" (p. 205). Feedback die het zelfregulerend vermogen van leerlingen bevordert, beschikt volgens hen over de volgende kenmerken:



1. *helps clarify what good performance is (goals, criteria, expected standards);*
  2. *facilitates the development of self-assessment (reflection) in learning;*
  3. *delivers high quality information to students about their learning;*
  4. *encourages teacher and peer dialogue around learning;*
  5. *encourages positive motivational beliefs and self-esteem;*
  6. *provides opportunities to close the gap between current and desired performance;*
  7. *provides information to teachers that can be used to help shape teaching."*
- (p. 205)

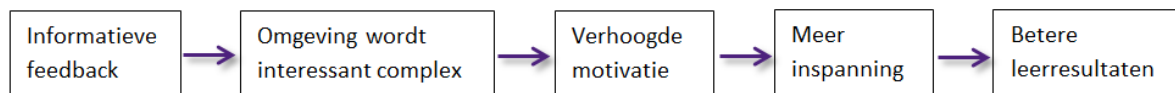
Kim, Park en Baek (2009) stellen dat "strategies such as self-regulation are to be developed and deployed for increased performance in gaming and learning" (p. 809). Volgens hen is het de rol van de leerkracht om de ontwikkeling en het gebruik van dergelijke metacognitieve vaardigheden te stimuleren. Indien de feedback in educatieve games helpt om het zelfregulerend vermogen van de leerling te ontwikkelen, neemt de educatieve game deze docenttaak deels over. Vervolgens is het aan de leerling om deze feedback te interpreteren en te weten hoe hij daarna te werk moet gaan. Dit is ook de reden dat feedback in een educatieve game ondubbelzinnig geformuleerd moet zijn.

Om effectief te zijn, dient feedback 'informatief waardevol' te zijn. Deze informatieve waarde is volgens Narciss en Huth (2004) afhankelijk van de aard en de kwaliteit van de boodschap, de eigenschappen van de leerstof en de eigenschappen van de individuele leerling. Inhoudelijk is feedback het meest waardevol wanneer deze is opgesteld op basis van een "cognitive task analysis and error analysis" (p. 185). Een dergelijke analyse bestaat uit het identificeren van leerdoelen en het anticiperen op (veelvoorkomende) fouten, waardoor het mogelijk wordt om de leerling gerichte feedback te geven. Tevens betogen zij dat goede feedback valt of staat met de juiste presentatie. Zij raden aan om feedback stapsgewijs te presenteren, zodat leerlingen de kans krijgen om (met behulp van tussenstappen) zelf tot het juiste antwoord te komen. KCR-feedback mag dus pas gegeven worden na meerdere antwoordpogingen van de leerling, en altijd in combinatie met een uitleg waarom het juiste antwoord juist is. Ook is het van belang om de leerling te informeren wanneer hij het gewenste niveau heeft bereikt en/of de gewenste antwoordstrategie heeft toegepast. Tot slot raden zij aan om complexe feedback auditief aan te bieden met visuele ondersteuning.

Volgens Garris et al. (2002) is feedback een essentieel onderdeel van de gamecyclus, die zij als volgt beschrijven:

*"We view the game cycle as iterative, such that game play involves repeated judgment-behavior-feedback loops. That is, game play can lead to certain user judgments or reactions such as increased interest, enjoyment, involvement, or confidence; these reactions lead to behaviors such as greater persistence or intensity of effort; and these behaviors result in system feedback on performance in the game context."* (p. 445)

De rol van de feedback in de gamecyclus is om de leerling te laten zien welke discrepanties er zijn tussen zijn prestaties en het leerdoel van de game. Op basis van deze feedback zal hij steeds opnieuw bepalen wat hij moet doen om deze discrepantie te verkleinen en zodoende zal hij steeds dichterbij het einddoel komen. Dit komt overeen met de ideeën van Nicol en McFarlane (2007). Overigens wordt in deze opvatting nogmaals benadrukt hoe belangrijk een helder doel is, omdat er alleen dan gerichte feedback kan worden gegeven. Volgens Malone (1980) zorgt informatieve feedback ervoor dat een spelomgeving op een interessante manier complex wordt, en daardoor motiverend blijft om te spelen. Figuur 1 geeft schematisch weer hoe dit vervolgens kan leiden tot betere leerresultaten:



**Figuur 1: Relatie tussen informatieve feedback en betere leerresultaten**

Feedback kan volgens Malone (1980) constructief of verrassend zijn. Constructieve feedback laat de leerling zien welke lacunes er zitten in zijn kennis en hoe deze opgevuld kunnen worden. Met verrassende feedback wordt bedoeld dat er iets gebeurt wat de leerling niet verwacht.

Verrassende/onverwachte feedback kan helpen om onderliggende regelsystemen bloot te leggen (Malone, 1980) en informatie beter te onthouden (Fazio & Marsh, 2009; Munnich, Ranney & Song, 2007). Volgens Fazio en Marsh (2009) zijn er twee situaties waarin er sprake is van verrassende feedback: wanneer iemand een vraag fout beantwoordt, terwijl hij zeker is van zijn antwoord ("high confidence error", p. 88), of wanneer iemand per ongeluk het juiste antwoord gokt. Door onverwachte feedback wordt iemand geattendeerd op gaten in zijn kennis, die hij vervolgens wil dichten: "The contradictory information tells the person that something is seriously wrong with his or her knowledge structure. It is the importance of this miscalibration that causes the feedback to be better processed and better remembered." (Fazio & Marsh, 2009, p. 92). De verrassende feedback wordt nog beter verwerkt, wanneer er sprake is van een zekere voorkennis waaraan de nieuwe informatie gekoppeld kan worden.

Hints zijn te omschrijven als tussentijdse feedback en kunnen gebruikt worden voor *scaffolding*: geleidelijk de kennis van de leerling vergroten door elke keer kleine stukjes van de benodigde informatie weg te geven en hem zo verder te helpen bij het bereiken van zijn doel. Hints kunnen gegeven worden als een reactie op iets wat de leerling doet, maar ook spontaan verschijnen, of met een klik op de knop opgevraagd worden door de leerling. Ook hier is de toegevoegde waarde van games dat hints en feedback zich (in theorie) kunnen aanpassen aan de behoeftes en prestaties van de leerling. Het is voor een educatieve game van belang dat hints en feedback voornamelijk betrekking hebben op het leerdoel.

### 3.3 INTEGRATIE VAN SPEL EN LEERSTOF

Een educatieve game bevat zowel leeractiviteiten als spelactiviteiten. Deze twee kunnen elkaar afwisselen, maar ook met elkaar versmolten zijn, waarbij de leeractiviteit is geïntegreerd in de spelactiviteit. Habgood en Ainworth (2011) hebben het in deze context over intrinsieke integratie, die ze als volgt definiëren:

- " 1. Intrinsically integrated games deliver learning material through the parts of the game that are most fun to play, riding on the back of the flow experience produced by the game and not interrupting or diminishing its impact.*
- 2. Intrinsically integrated games embody the learning material within the structure of a gaming world and the player's interactions with it, providing an external representation of the learning content that is explored through the core mechanics of the gameplay."* (p. 173)

Deze geïntegreerde aanpak heeft volgens Habgood en Ainsworth (2011) het volgende voordeel: doordat de leeractiviteit en de spelactiviteit hetzelfde zijn, wordt de flow waarin de leerling zich bevindt niet onderbroken, maar juist direct aangewend ten behoeve van het leren.

Voor hun onderzoek hebben ze drie versies gemaakt van het spel *Zombie Division*, een rekenspel waarmee leerlingen tussen de 7 en 11 jaar onder andere veelvouden van 2, 5 en 10 leerden herkennen. De primaire handeling van het spel bestond uit het verslaan van zombies door het juiste wapen te kiezen. Met primaire handeling wordt hier, en in het vervolg, bedoeld: het onderdeel van het spel dat het meest motiverend is om te spelen en die de hoofdmoot van het spel vormt. In de versie waarbij sprake was van intrinsieke integratie, de "intrinsic version" (p. 170), droegen alle zombies een getal op de borst en waren alle wapens eveneens voorzien van een getal. Het juiste wapen was het wapen met de deler waardoor het deeltal op de borst van de zombie gedeeld kon worden. In dit voorbeeld is duidelijk te zien hoe nauw de leerstof van het spel (veelvouden van getallen leren herkennen) verbonden is met de primaire handeling uit het spel (getallen delen). Dit in tegenstelling tot de "extrinsic version" (p. 170) van het spel, waarbij het verslaan van zombies wordt afgewisseld met rekensommetjes die in de vorm van meerkeuzevragen worden gepresenteerd. Hoewel het beantwoorden van deze vragen een voorwaarde is om verder te kunnen spelen, valt het direct op dat de leerstof in dit geval volledig los staat van de primaire handeling. De meerkeuzevragen hadden net zo goed over topografie of spelling kunnen gaan. De derde versie van het spel was een controleversie, die geen wiskundige stof bevatte.

In het onderzoek werd gebruikgemaakt van een voortoets, een natoets en een uitgestelde toets, die uit zestig meerkeuzevragen bestond en op de computer werd afgenomen. De toetsen maakten geen deel uit van de spelomgeving, maar het hulpmiddel dat werd aangeboden (het "multiplication grid", p. 183) was vergelijkbaar met het hulpmiddel in de spelomgeving. Uit de resultaten bleek dat de leerlingen uit alle drie de condities beter scoorden op de natoets ten opzichte van de voortoets, en dus vooruitgang hadden geboekt. De leerlingen die de intrinsiek geïntegreerde versie van de game hadden gespeeld, boekten echter de meeste vooruitgang. Daarnaast was deze groep

de enige die op de uitgestelde toets verdere verbetering liet zien ten opzichte van de natoets. Dit wijst erop dat het spelen van de intrinsiek geïntegreerde versie van de game niet alleen op de korte termijn, maar ook op de langere termijn een gunstig effect heeft op de leerresultaten. Verder bleek dat leerlingen, wanneer ze de vrije keus hebben, gemiddeld zeven keer meer tijd besteden aan de intrinsieke versie van de game dan aan de extrinsieke versie. Als argument voor hun keuze geven de leerlingen aan dat ze de intrinsieke versie van de game leuker vinden om te spelen. Ook hebben ze de indruk dat ze op deze manier makkelijker en sneller leren rekenen, terwijl ze niet het idee hebben dat ze met rekenen bezig zijn: " 'It's like mixing paint [. . .] the maths in the game with the fun [. . .] you don't really think you're doing that much.' " (p. 195).

Wanneer benadrukt wordt dat leerlingen door de game te spelen wel degelijk aan het leren zijn, zou dat mogelijk een positieve attitudeverandering met betrekking tot leren teweeg kunnen brengen. Integratie van leerstof in de spelactiviteiten zorgt ervoor dat er geen sprake is van een afwisseling tussen spelen en leren, waardoor de spelactiviteiten de leerling niet kunnen afleiden van de leeractiviteiten. Door te spelen, oefent hij juist datgene wat hij geacht wordt te leren. Het toepassen van intrinsieke integratie in educatieve games brengt echter verschillende uitdagingen met zich mee. In de eerste plaats is het belangrijk om het leerdoel helder voor ogen te hebben en daar een passende activiteit bij te bedenken waarbij de te leren stof/vaardigheid ook daadwerkelijk gebruikt moet worden. Daarna is het zaak om een context te bedenken die zowel passend is als een breed publiek aanspreekt. Een van de belangrijkste potentiële nadelen van intrinsieke integratie is dat een game alleen gebruikt kan worden voor een specifiek stukje kennis of een bepaalde vaardigheid. Dat laatste roept ook de vraag op in hoeverre dergelijke games rendabel zullen zijn. De techniek bestaat al, maar het ontwikkelen van een game brengt hoge kosten met zich mee, waarvan nog niet bekend is wie deze zou willen dragen, voordat de toegevoegde waarde van educatieve games met intrinsieke integratie onomstotelijk bewezen is.

## 4 DE KEERZIJDEN VAN DE MEDAILLE

In het voorgaande is reeds ingegaan op de voordelen van educatieve games als leermiddel, maar aan het spelen van educatieve games zitten ook potentiële keerzijdes. In de onderstaande paragrafen zal aandacht worden besteed aan de keerzijdes van de volgende aspecten van educatieve games: flow (4.1), fantasie (4.2), intrinsieke integratie (4.3), onvoorspelbaarheid en verrassende feedback (4.4), en controle (4.5).

### 4.1 VAN FLOW NAAR VERSLAVING?

Flow is in paragraaf 3.1 beschreven als volledig opgaan in een activiteit. Flow wordt doorgaans als prettig ervaren, waardoor men geneigd is om activiteiten die voor een staat van flow zorgen te herhalen. Dit roept de vraag op in hoeverre de flow die wordt bereikt door het spelen van (educatieve) games kan leiden tot verslaving. Naar dit onderwerp is de afgelopen jaren onderzoek gedaan (Chou & Ting, 2003; Wan & Chiou, 2006; Wu, Scott & Yang, 2013), echter zonder eenduidige conclusies. Wan en Chiou (2006) concluderen op basis van hun onderzoek dat er een negatieve relatie bestaat tussen flow en gameverslaving. Dat wil zeggen dat verslaafde spelers in

mindere mate flow ervaren dan niet-verslaafde spelers, en dat de staat van flow niet gebruikt kan worden om neiging tot verslaving te voorspellen. Chou en Ting (2003) komen tot een radicaal andere conclusie. Voor hen is het "clear that addiction, or habit formation, is a result of flow experience" (p. 672). Wel wijzen zij erop dat bepaalde componenten van flow (empathie en ontdekkingen doen) van invloed zijn op bepaalde componenten van verslaving (obsessie en "goal confusion" (p. 672)). Verslaving moet volgens hen gezien worden als "a chain of effects from obsession to self-control disorder and consequently to goal confusion, which in turn, reinforces obsession" (p. 672). Ook Wu, Scott en Yang (2013) vonden een verband tussen flow en verslaving, en ontdekten daarbij dat een staat van flow eerder tot verslaving leidt bij gevorderde, gespecialiseerde spelers dan bij beginners, die nog geen specialisatie hebben ontwikkeld. Elliott, Golub, Ream en Dunlap (2012) onderzochten tenslotte of er bepaalde gametypes zijn die eerder tot verslaving leiden dan andere. Het verslavingsgevaar zit volgens hen voornamelijk in het spelen van MMORPGs (Massively Multiplayer Online Role-Playing Games), schietspellen (first-person shooters), en gokspellen. Uit het onderzoek bleek tevens dat puzzels, kaartspellen en andere strategische computerspellen het minst verslavend zijn. Een kanttekening bij dit onderzoek is overigens dat het is uitgevoerd onder volwassenen, die per definitie minder vatbaar zijn voor gameverslaving. Een onderzoek onder een andere (bredere) doelgroep zou wellicht andere uitkomsten op kunnen leveren.

---

#### **4.2 EEN GESCHIKTE FANTASIE?**

Het gebruik van fantasie in educatieve games maakt ze motiverend om te spelen. Volgens Choi, Huang, Jeffrey en Baek (2013) is fantasie cruciaal wanneer het aankomt op het trekken van de aandacht van de leerling, en deze geïnteresseerd te houden. Een voorwaarde hiervoor is dat de fantasiewereld in het spel dusdanig aantrekkelijk is dat spelers het spel willen blijven spelen. Volgens Malone (1980) zijn fantasieën die een beroep doen op de emoties van de leerling en zijn emotionele behoeften bevredigen aantrekkelijker dan fantasieën die dat niet doen. Als voorbeeld hiervan geeft hij thema's als oorlog, vernieling en, voortbordurend op het gedachtegoed van Freud, seksualiteit. De grootste zorg met betrekking tot dergelijke thema's in videogames, is dat ze zouden leiden tot een verstoord wereldbeeld en zouden aanzetten tot geweld. Uit een meta-analyse van Anderson et al. (2010) blijkt inderdaad dat er een verband bestaat tussen het spelen van gewelddadige videogames en gewelddadige gedachten, gevoelens en (risico op) gewelddadig gedrag. Daarnaast leiden deze games ertoe dat de spelers ervan minder in staat zijn om empathie te tonen en minder geneigd zijn om pro-sociaal gedrag te vertonen. Volgens Ferguson et al. (2013) is enige voorzichtigheid geboden bij het interpreteren van onderzoeksresultaten die een verband aantonen tussen videogames en geweld, omdat dit verband niet causaal hoeft te zijn. Factoren zoals een antisociaal karakter, predispositie tot depressie en invloed van de omgeving zijn volgens hen betere voorspellers van agressie dan het spelen van gewelddadige videogames. Dit neemt echter niet weg dat er voorzichtigheid geboden is bij het selecteren van een geschikt thema voor een educatieve game, en dat het raadzaam is om thema's als geweld en seksualiteit te vermijden.

Behalve het incorporeren van 'grote' thema's in de fantasiewereld van de game, zijn er ook andere manieren om deze aantrekkelijk te maken voor een brede doelgroep. Choi et al. (2013)

onderscheiden vier componenten die een fantasiewereld aantrekkelijk/motiverend maken: identificatie, verbeelding, analogieën en tevredenheid over de spelomgeving. Deze ideeën komen deels overeen met die van Malone (1980), die suggereert dat de fantasie binnen een game aantrekkelijker wordt als je de leerling op voorhand laat kiezen tussen een aantal fantasieën, of hem de mogelijkheid geeft om zijn eigen fantasieën te projecteren binnen de spelwereld. De leerling een aantal keuzes geven, kan leiden tot een verhoogde motivatie, en daarmee de leerprestaties verhogen. Te veel keuzes zorgen er echter voor dat een leerling afgeleid raakt van het werkelijke doel van de game. Balans is hier dus het sleutelwoord.

---

#### **4.3 BELEMMERT INTRINSIEKE INTEGRATIE DE TRANSFER?**

Een groot deel van de in paragraaf 4.2 beschreven zorgen met betrekking tot videogames en geweld berust op de aanname dat de kennis en vaardigheden die de speler opdoet binnen de game, worden overgedragen naar contexten buiten de game. Een goed ontworpen educatieve game moet deze overdracht, of transfer, faciliteren en niet belemmeren. Dit is extra belangrijk wanneer de leerstof geïntegreerd is in de fantasiewereld van het spel, omdat de te leren kennis en vaardigheden anders nooit boven de context van de game zullen uitstijgen, waardoor er feitelijk dus niets geleerd is. Volgens Squire (2002) zijn de vaardigheden die in een videogame geleerd worden alleen overdraagbaar naar zeer vergelijkbare contexten. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat hij het heeft over leren met behulp van recreatieve games, en niet educatieve games die specifiek voor dat doel ontworpen zijn. Of er transfer plaatsvindt, is volgens Gunter, Kenny en Vick (2008) afhankelijk van de antwoorden op de volgende vragen:

*"Does the game cause a circumstance in which the targeted knowledge is transferred to similar or new and unique situations so player-learners are able to assimilate and accommodate it? Does the targeted content cause player-learners to be aware of the knowledge in such a way that they will become efficient users of that knowledge?" (p. 528)*

De fantasiewereld in het spel vormt eerder een voordeel dan een belemmering als het gaat om transfer. Door de te leren kennis en vaardigheden te incorporeren in de fantasiewereld van de game, krijgt de leerling een analogie aangereikt die hem helpt om bestaande kennis te gebruiken om nieuwe zaken te begrijpen (Malone, 1980). Ook uit het in paragraaf 3.3 beschreven onderzoek van Habgood en Ainsworth (2011) is gebleken dat de spelwereld geen belemmering hoeft te vormen voor de transfer. Naast de meerkeuzevragen op de voortoets, natoets en uitgestelde toets, hebben de onderzoekers ook twintig meerkeuzevragen afgenomen in de spelomgeving op een manier die overeenkwam met de onderzoeksconditie, de zogenaamde "challenge levels" (p.183). De resultaten van deze *challenge levels* werden vergeleken met de resultaten op de (uitgestelde) natoets om te bekijken of de "intrinsic version" (p. 170) van Zombie Division kennistransfer in de weg zou staan. Een belemmering in de kennistransfer zou betekenen dat de leerlingen die de *intrinsic version* van de game hadden gespeeld, lager zouden scoren op de (uitgestelde) natoets. Dit was echter niet het geval. De vergelijking tussen de *challenge levels* en de toetsresultaten wees erop dat de spelomgeving de transfer weliswaar niet belemmert, maar dat de leerlingen wel meer opgaan in de toetsvragen wanneer ze worden gepresenteerd als onderdeel van het spel.

Om ervoor te zorgen dat de spelelementen de kennistransfer niet belemmeren, is het zaak om bij het ontwerpen van de game vast te stellen welke kennis en vaardigheden er met de game geoefend gaan worden, en daarna te bedenken hoe ze vorm gaan krijgen in de game. Daarnaast moet de game de leerling de mogelijkheid bieden om zelf na te denken over andere contexten waarbinnen de geleerde kennis en vaardigheden toegepast kunnen worden. Hiervoor moet de leerling zich ervan bewust zijn dat de game een metafoor/analogie is en dat het dus zeker mogelijk is om het geleerde buiten het spel toe te passen.

---

#### **4.4 COGNITIEVE (OVER)BELASTING DOOR VERRASSING EN ONVOORSPELBAARHEID**

Malone (1980) stelt dat nieuwsgierigheid bij de leerling er deels voor zorgt dat hij gemotiveerd is om een game te blijven spelen. Onvoorspelbaarheid en verrassende feedback zijn volgens hem elementen die ervoor zorgen dat de leerling nieuwsgierig blijft. Deze elementen, maar ook andere, zoals het snelle tempo in een game, of veelvuldig gebruik van geluidseffecten, kunnen echter zorgen voor een overbelasting van het werkgeheugen bij de leerling. Volgens Schrader en Bastiaens (2012) zijn educatieve games zo ontworpen dat ze per definitie een groot deel van het werkgeheugen van de leerling in beslag nemen, wat het leerresultaat negatief zou kunnen beïnvloeden. Daar stellen zij tegenover dat een sterke "virtual presence" (p. 649), een diepe betrokkenheid bij de educatieve game, ervoor kan zorgen dat de negatieve effecten van een hoge cognitieve belasting deels opgeheven worden. Zij waarschuwen er echter ook voor dat leerlingen dusdanig in een game kunnen opgaan dat ze 'blind' worden voor de leerdoelen ervan.

Cognitieve overbelasting (*cognitive overload*) treedt volgens Mayer en Moreno (2003) op wanneer "the processing demands evoked by the learning task may exceed the processing capacity of the cognitive system" (p. 45). Zij onderscheiden in hun artikel vijf soorten cognitieve overbelasting en dragen per soort een of meerdere oplossingen aan. Hoewel hun aanbevelingen betrekking hebben op multimedia-leermateriaal, zijn ze voor een deel ook toepasbaar op educatieve games. Ang, Zaphiris en Mahmood (2007) onderzochten welke soorten cognitieve belasting spelers van MMORPG's ervaren en welke strategieën ze ontwikkelen om daarmee om te gaan. Op basis van deze strategieën geven zij een aantal ontwerpsuggesties voor toekomstige games die de cognitieve belasting van de spelers zouden kunnen verlichten. Een deel hiervan is enkel van toepassing op MMORPG's, maar zaken als het geven van feedback op gemaakte fouten en het duidelijk aangeven van belangrijke/relevante informatie zouden ook in een educatieve game de cognitieve belasting bij de leerling kunnen reduceren. Met name *elaborated feedback* (zie paragraaf 3.2) kan helpen om de cognitieve belasting van leerlingen, specifiek leerlingen met weinig voorkennis, te verminderen (Moreno, 2004).

## 4.5 CONTROLE

Spelers van (educatieve) games ervaren een gevoel van controle over het spel wanneer ze zelf hun strategie mogen bepalen, mogen kiezen welke kant ze op gaan met hun handelingen, en beslissingen mogen nemen die de uitkomsten van het spel direct beïnvloeden (Garris et al., 2002; Juul, 2003). In een recreatieve game heeft het geven van 'beslissingsbevoegdheid' aan de speler weinig consequenties: hij speelt de game voor zijn plezier, kan zelf kiezen hoe hij van A naar B komt, en kan er op elk moment voor kiezen om de spelactiviteiten te staken. Een educatieve game daarentegen is en blijft in de eerste plaats een leermiddel. De leerdoelen van de game staan vast, en een leerling mag geen leerstof mislopen, simpelweg omdat hij een andere route binnen de game heeft gekozen. Toch kan het zinvol zijn om de leerling in een educatieve game een zekere mate van controle te geven over zijn activiteiten binnen het spel. Orvis, Fisher en Wasserman (2009) betogen dat er een relatie bestaat tussen "learner control" (p. 961) en tevredenheid over de leeractiviteiten/ leeromgeving:

*"...learner control enables trainees to focus on content that is more relevant or interesting to them, as well as to repeat portions of the training content as needed. When learners perceive they have greater flexibility in their learning environment, they are more likely to have positive attitudes and to be more satisfied with the training experience." (p. 962)*

Uit hun resultaten blijkt dat tevredenheid over de training een positief effect had op "posttraining knowledge" (p. 968). Bovendien suggereren de resultaten dat een hogere tevredenheid ertoe zou leiden dat men meer betrokken is bij een taak, wat vervolgens weer kan leiden tot betere leerresultaten.

Het geven van controle aan de leerling heeft echter ook negatieve kanten: leerlingen maken niet altijd de keuzes die leiden tot leren, missen soms belangrijke informatie of ontberen de metacognitieve vaardigheden om deze controle effectief in te zetten. De vraag die zich opdringt, is dan ook: hoe kan *learner control* ingezet worden zodat de leerling er profijt van heeft, en minimale last ondervindt van de negatieve effecten? Een van de manieren zou kunnen zijn om de leerling een gevoel van 'schijncontrole' te geven: beslissingsbevoegdheid over elementen van de game die geen inhoudelijke leerstof bevatten en niet essentieel zijn voor het behalen van het leerdoel. Hierbij valt te denken aan het geven van een naam aan het spelpersonage. Hoewel er voor deze veronderstelling (nog) geen wetenschappelijk bewijs bestaat, suggereert het onderzoek van Wilson et al. (2009) wel dat "control is actually valued at all levels of a game from simply picking out a wardrobe or specific facial features to determining strategies in game play" (p. 255). In paragraaf 3.2 is beschreven hoe feedback gebruikt kan worden om het zelfregulerend vermogen van leerlingen te verbeteren. Het is voor te stellen dat zelfregulerende leerlingen een grotere mate van controle ervaren over hun leerproces, waardoor ze het wellicht minder nodig hebben om ook controle te ervaren over de game om toch gemotiveerd te blijven.



## 5 CONCLUSIE

De vraag die aan het begin van dit artikel is opgeworpen, is aan welke kwaliteitscriteria een educatieve game moet voldoen om een effectief leermiddel te kunnen zijn. Het korte, eenvoudige antwoord op deze vraag zou zijn dat een dergelijke game motiverend is om te spelen en de flow bevordert, goed doordachte hints en feedback bevat, en dat de lesstof geïntegreerd is in de spelwereld. Maar met dit antwoord ben je er nog niet, want wat maakt een game nu eigenlijk motiverend, wat is 'goed doordachte' feedback, en op welke manier integreer je de lesstof en spelwereld met elkaar? Daarnaast kleven er aan (bijna) alle aspecten die een game tot een effectief leermiddel kunnen maken ook potentiële nadelen. Hoe voorkom je bijvoorbeeld dat de lesstof dusdanig verweven is met de spelwereld dat de verworven kennis niet overgedragen kan worden naar de wereld buiten de game?

Goede kwaliteitscriteria dienen daarom ook meer te zijn dan alleen een opsomming van aspecten (motivatie, feedback, etc.). Uit de criteria zal moeten blijken wat er onder elk afzonderlijk aspect wordt verstaan en hoe het concreet vormgegeven kan worden in een educatieve game. Ook zal een deel van de criteria gericht moeten zijn op het voorkomen van de in paragraaf 4 beschreven negatieve effecten die het spelen van educatieve games mogelijk met zich meebrengt. Bij het formuleren van de kwaliteitscriteria is het belangrijk om niet uit het oog te verliezen dat educatieve games in de eerste plaats een leermiddel zijn. De 'game-aspecten' zullen dus te allen tijde in dienst moeten staan van het leren. Uit de literatuur is bijvoorbeeld gebleken dat games intrinsiek motiverend zijn (de activiteit = de beloning). Vervolgens is het zaak om te bedenken hoe deze intrinsieke motivatie ingezet kan worden om de leerdoelen van de game te bereiken. Het is niet voldoende dat men een game graag en vaak wil spelen, een game is pas een effectief leermiddel wanneer het spelen ervan leidt tot betere leerresultaten.

## 6 REFERENTIES

Admiraal, W., Huizenga, J., Akkerman, S., & Dam, G. (2011). The concept of flow in collaborative game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 27(3), 1185-1194.

Anderson, C. A., Shibuya, A., Ihori, N., Swing, E. L., Bushman, B. J., Sakamoto, A., . . . Saleem, M. (2010). Violent video game effects on aggression, empathy, and prosocial behavior in Eastern and Western countries. *Psychological Bulletin*, 136, 151-173.

Ang, C. S., Zaphiris, P., & Mahmood, S. (2007). A model of cognitive loads in massively multiplayer online role playing games. *Interacting with computers*, 19(2), 167-179.

Breuer, J.S. and Bente, G. (2010) Why so serious? On the relation of serious games and learning. *Journal for Computer Game Culture* , 4(1), 7-24.

Choi, B., Huang, J., Jeffrey, A., & Baek, Y. (2013). Development of a scale for fantasy state in digital games. *Computers in Human Behavior*, 29(5), 1980-1986.

Chou, T. J., & Ting, C. C. (2003). The role of flow experience in cyber-game addiction. *CyberPsychology & Behavior*, 6(6), 663-675.

Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2), 661-686.

Elliott, L., Golub, A., Ream, G., & Dunlap, E. (2012). Video game genre as a predictor of problem use. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 15(3), 155-161.

Fazio, L. K., & Marsh, E. J. (2009). Surprising feedback improves later memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16 (1), 88 -92.

Ferguson et al. (2013) Ferguson, C. J., Garza, A., Jerabeck, J., Ramos, R., & Galindo, M. (2013). Not worth the fuss after all? Cross-sectional and prospective data on violent video game influences on aggression, visuospatial cognition and mathematics ability in a sample of youth. *Journal of youth and adolescence*, 42(1), 109-122.

Garris, R., Ahlers, R. and Driskell, J. (2002). Games, motivation and learning: a research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33(4), 441-467.

Habgood, M. P. J. & Ainsworth, S. E. (2011). Motivating children to learn effectively: exploring the value of intrinsic integration in educational games. *Journal of the Learning Sciences*, 20(2), 169-206.

Hogle, J.G. (1996). *Considering games as cognitive tools: In search of effective "edutainment."* Department of Instructional Technology, University of Georgia. Verkregen op 12-5-2014 via <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED425737.pdf>

Hwang, G. J., & Wu, P. H. (2012). Advancements and trends in digital game-based learning research: a review of publications in selected journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), E6-E10.

Jaehnig, W., & Miller, M. L. (2010). Feedback types in programmed instruction: A systematic review. *The Psychological Record*, 57(2), 4.

Juul, J. (2003). The game, the player, the world: Looking for the heart of gameness. In: M. Cooper & J. Raessens (red.), *Level up: Digital Games Research Conference proceedings* (30-45). Utrecht,

Netherlands: Universiteit Utrecht. Verkregen op 15-5-2014 via [www.jesperjuul.net/text/gameplayerworld/](http://www.jesperjuul.net/text/gameplayerworld/)

Kennisnet (2010). *Wat weten we over... Effecten van games: Een beknopt overzicht van wetenschappelijk onderzoek naar de effecten van games.* (digitale versie, verkregen via [http://www.kennisnet.nl/uploads/tx\\_kncontentelements/Nr. 25 Wat weten we over Effecten van Games.pdf](http://www.kennisnet.nl/uploads/tx_kncontentelements/Nr.25.Wat.weten.we.over.Effecten.van Games.pdf) op 27-10-2014)

Kim, B., Park, H., & Baek, Y. (2009). Not just fun, but serious strategies: Using meta-cognitive strategies in game-based learning. *Computers & Education*, 52(4), 800-810.

Klopfer, E., Osterweil, S., & Salen, K. (2009). *Moving learning games forward.* Cambridge, MA: Education Arcade.

Malone, T.W. (1980). *What makes things fun to learn? A study of intrinsically motivating computer games.* Palo Alto, CA: Xerox. (digitale versie, verkregen via <http://cci.mit.edu/malone/tm%20study%20144.html> op 14-4-2014)

Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational psychologist*, 38(1), 43-52.

Moreno, R. (2004). Decreasing cognitive load for novice students: Effects of explanatory versus corrective feedback in discovery-based multimedia. *Instructional science*, 32(1-2), 99-113.

Munnich, R.L., Ranney, M.A. & Song, M. (2007). Surprise, Surprise: The Role of Surprising Numerical Feedback in Belief Change. In D.S. McNamara G. Trafton (red.), *Proceedings of the Twenty-ninth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (503-508). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Narciss, S. & Huth, K. (2004). How to design informative tutoring feedback for multimedia learning? In Niegemann, H. M., Leutner, D., Brünken, R., Leutner, D., & Brünken, R. (Red.). *Instructional design for multimedia learning* (p. 181-196). Münster: Waxmann.

Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice. *Studies in higher education*, 31(2), 199-218.

Orvis, K. A., Fisher, S. L., & Wasserman, M. E. (2009). Power to the people: using learner control to improve trainee reactions and learning in web-based instructional environments. *Journal of Applied Psychology*, 94(4), 960.

Reints, A., & Wilkens, H. (2012). Wat bepaalt de kwaliteit van digitaal lesmateriaal? *4W: Weten Wat Werkt en Waarom*, 1 (1), 28-59.

Schrader, C., & Bastiaens, T. J. (2012). The influence of virtual presence: Effects on experienced cognitive load and learning outcomes in educational computer games. *Computers in Human Behavior*, 28(2), 648-658.

Susi, T., Johannesson, M., & Backlund, P. (2007). *Serious games, an overview*. Technical report HIS-IKI-TR-07-001. University of Skvde.

Wan, C. S., & Chiou, W. B. (2006). Psychological motives and online games addiction: A test of flow theory and humanistic needs theory for taiwanese adolescents. *CyberPsychology & Behavior*, 9(3), 317-324.

Wilkens, H. (2008). Het ontwerpen van een assessment voor CGO. In Dijk, W. van, & Verheul, I. (Red.). *De verleiding weerstaan: over de noodzaak van het doordacht ontwerpen van opleidingen* (p.63-86). Houten: Bohn Stafleu van Loghum.

Wilson, K. A., Bedwell, W. L., Lazzara, E. H., Salas, E., Burke, C. S., Estock, J. L., ... & Conkey, C. (2009). Relationships between game attributes and learning outcomes review and research proposals. *Simulation & Gaming*, 40(2), 217-266.

Wu, T. C., Scott, D., & Yang, C. C. (2013). Advanced or addicted? Exploring the relationship of recreation specialization to flow experiences and online game addiction. *Leisure Sciences*, 35(3), 203-217.

Young, M. F., Slota, S., Cutter, A. B., Jalette, G., Mullin, G., Lai, B., & Yukhymenko, M. (2012). Our princess is in another castle: A review of trends in serious gaming for education. *Review of Educational Research*, 82 (1), 61-89.

Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25-32.