

Effectiviteit van serious gaming in het onderwijs

De belangstelling voor serious gaming in het onderwijs is de laatste jaren sterk toegenomen. De behoefte naar gedegen uitgevoerd effectiviteitsonderzoek wordt hiermee steeds groter. TNO heeft onderzoek gedaan naar de effectiviteit van vijf verschillende serious games op vijf scholen. Dit artikel beschrijft de opzet en belangrijkste resultaten.

Esther Oprins
Maartje Bakhuys
Roozeboom
Gillian Visschedijk

De auteurs zijn verbonden aan TNO.

Reacties op dit artikel kunnen gemaild worden naar: gillian.visschedijk@tno.nl

De laatste jaren heeft serious gaming zich steeds verder ontwikkeld. Serious gaming biedt veel nieuwe mogelijkheden in het onderwijs vanwege bepaalde kenmerken (zie bijvoorbeeld Bedwell et al., 2012; Harteveld, 2011). Zo zet serious gaming aan tot actief en zelfsturend leren, waarvan is aangetoond dat dit leidt tot meer begrip en inzicht in de leerstof. Serious gaming waarbij gebruik gemaakt wordt van simulatie kan abstracte leerstof beter visualiseren en praktisch toepasbaar maken. Het spelkarakter waarbij doorgaans gewerkt wordt met een score-systeem motiveert leerlingen om steeds beter te worden. Leerlingen vinden spelenderwijs leren met behulp van serious gaming over het algemeen leuk. Dit past in hun huidige beleveniswereld, ook thuis.

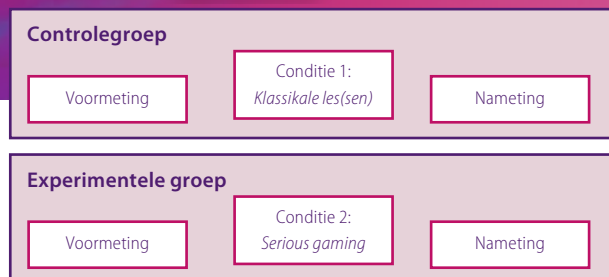
Effectiviteit

De toepassingen in het regulier onderwijs zijn echter nog steeds beperkt: serious gaming als aanvulling of vervanging van andere (klassikale) onderwijsvormen blijkt nog zeer innovatief te zijn. Men moet er immers wel zeker van zijn dat de gestelde eindtermen en leerdoelen worden behaald binnen het vastgestelde tijdsbestek. De vraag naar de effectiviteit, ofwel de bewezen waarde, van serious gaming in het onderwijs neemt dan ook sterk toe. Voor de serious gaming industrie is aantoonbaar bewijs van groot belang om innovatieve games te ontwikkelen die vermarkt kunnen worden. Dit helpt de ontwikkelaars namelijk om de juiste didactiek toe te passen in het ontwerp van de games die leiden tot maximale effectiviteit, bijvoorbeeld de mate van interactiviteit, het spelkarakter, de scenario's, het scoresysteem, en de virtuele omgeving. Dergelijk evaluatie- of validatieonderzoek wordt echter nog weinig gedaan (Connolly et al., 2012; Mayer, 2012; Oprins & Korteling, in press; Sitzmann, 2011). Er worden wel pilots en kleine expert- en gebruikersevaluaties uitgevoerd, maar een goed opgezet wetenschappelijk onderzoek met relatief grote aantallen leerlingen brengt zoveel praktische problemen met zich mee dat dit niet zo vaak gebeurt. In een door het ministerie van Economische Zaken gesubsidieerd project heeft TNO een wetenschappelijk onderzoek uit-

voerd naar de effectiviteit van serious gaming in het onderwijs. Vijf MKB-bedrijven, allen ontwikkelaars van serious gaming, waren partner in dit project: Businessgaming, Simagine, BelInvolved, TRIQS, QLVR. Ook Hogeschool Windesheim heeft een bijdrage geleverd. Vijf serious games ontwikkeld door deze vijf bedrijven zijn geëvalueerd op vijf verschillende scholen. Hierbij is gebruik gemaakt van een generiek evaluatieraamwerk voor serious gaming, ontwikkeld door TNO, waarin diverse typerende kenmerken van serious gaming en het effect hiervan op leren systematisch worden onderzocht (Oprins et al., 2013). Dit artikel bespreekt de opzet en resultaten, en laat hiermee tevens zien hoe een dergelijke effectiviteitsstudie gericht op meerdere serious games praktisch uitgevoerd kan worden. De bevindingen van het onderzoek hebben niet alleen inzicht opgeleverd in de effectiviteit van deze vijf games maar ook van serious gaming in het algemeen.

Onderzoekopzet

De doelstelling was om te onderzoeken wat het leereffect van serious gaming is bij leerlingen en welke kenmerken van serious gaming hieraan bijdragen. Het onderzoek beperkte zich tot klassikaal onderwijs. Er heeft één basisschool deelgenomen, één middelbare school en drie hogescholen. Vier van de vijf deelnemende partners hebben economisch gerelateerde games ingebracht, één partner heeft een rekenspel geleverd voor het primair onderwijs. Alle games zijn gericht op samenwerkend leren, maar de games varieerden verder sterk voor wat betreft inhoud en vorm (bijvoorbeeld analogo of digitaal). De vijf MKB-bedrijven hebben reeds hun product geïmplementeerd op de betreffende scholen die deelgenomen hebben aan het onderzoek. Voor de vijf deelonderzoeken is steeds dezelfde algemene onderzoekopzet gebruikt. Deze standaard experimentele opzet wordt in figuur 1 schematisch weergegeven. De experimentele groep bestond uit één of twee klassen die de game hebben gespeeld en de controlegroep uit één of twee vergelijkbare klassen die op de traditionele manier les kregen gedurende dezelfde periode of tijdseenheid.



Figuur 1. Schematische weergave van de standaard experimentele opzet.

Metingen

Bij zowel de experimentele als controlegroep zijn precies dezelfde constructen gemeten. Bij zowel de voormeting als de nameting zijn over het algemeen de volgende metingen uitgevoerd, hoewel hiervan soms afgeweken moest worden vanwege praktische uitvoerbaarheid.

Toets: er is een voor- en natoets afgenomen om het kennisniveau van de leerlingen te meten en zo te bekijken hoeveel de leerlingen hebben (bij)geleerd. De manier van toetsing verschilde per game en per school: soms een kennistoets, soms open opdrachten, soms een rekentoets, et cetera.

Zelfbeoordeling op competenties: bij zowel de voor- als nameting is tevens een zelfbeoordeling op competenties uitgevoerd op basis van dezelfde methodiek, behalve op de basisschool.

Er zijn steeds drie tot vier competenties geformuleerd met elk drie tot vijf gedragscriteria. Bijvoorbeeld het gedragscriterium 'ontwerpen van een gegevensstroomschema' hoort bij de competentie 'analyse externe omgeving', gemeten op de Haagse Hogeschool. Leerlingen hebben zichzelf beoordeeld met als keuzemogelijkheden: slecht, onvoldoende, voldoende, goed. **Vragenlijst:** de vragenlijst op de voormeting bestond uit vragen naar persoonskenmerken van de leerlingen (geslacht, leeftijd, klas, ervaring met games, etc.) en vragen naar motivationele kenmerken (self-efficacy en intrinsieke motivatie), die voorspel-

lend zijn voor leerprestaties. De vragenlijst op de nameting was gericht op de didactische aspecten, 'leerkenmerken' genoemd, die typerend worden geacht voor serious gaming en bevorderend zouden werken op het leerproces, namelijk: 1) controle / zelfsturing, 2) leerdoelen / uitdaging, 3) instructie / feedback, 4) flow / betrokkenheid, 5) samenwerking. De vragenlijst bestond in totaal uit 25 stellingen die op een vijfpuntsschaal beoordeeld moesten worden oplopend van helemaal oneens, tot helemaal eens. Bijvoorbeeld: 'Ik heb inzicht gekregen in mijn eigen manier van leren' behoorde tot het leerkenmerk 'controle / zelfsturing'. Bij de middelbare school en de drie hogescholen zijn dezelfde vragenlijsten afgenomen. Op de basisschool zijn in totaal vijf vragen gesteld waarin ze met behulp van smileys konden antwoorden. Bijvoorbeeld de vraag 'Vind je rekenen op de iPad leuk?' kon beantwoord worden met: 😞 = nee, 😐 = weet niet, 😊 = ja.

Resultaten

In totaal hebben 346 leerlingen deelgenomen aan het onderzoek. De resultaten (zie tabel 2) zijn op veel punten vergelijkbaar waardoor ook uitspraken gedaan kunnen worden over de effectiviteit van serious gaming in het onderwijs in brede zin. Er zijn diverse statistische analyses uitgevoerd (zie Oprins et al., 2013); tabel 2 geeft alleen de uitkomsten op hoofdlijnen.

Toets: op geen van de scholen blijkt duidelijk dat de experimentele groep meer vooruitgang heeft geboekt op de kennistoets dan de controlegroep. Dit onverwachte resultaat kan op diverse manieren worden verklaard, ten eerste de kennisgerichte toetsing. De leerwinst van serious games wordt vaak gevonden in een vergroot inzicht en verbeterde attitude. Dit valt moeilijk te



Informatie	Businessgaming	Simagine	Be Involved	TRIQS	QLVR
Naam game	T-Challenge	Ease-it	Wissel die Koers	HUMANager	Jeffys Math
Inhoud game	Economie: ondernemen	Procesmanagement: Lean	Economie: wisselkoersen	Economie: ondernemen	Oefenen met rekenen
Kenmerken game	In teams, meerdere pc's	12-15 studenten in simulatie	Bordspel, in teams	In teams	Online op iPad, tweetallen
Afname	2 volle dagen met 2 weken er tussen	1 dagdeel van 4 uur	1-2 lesuren per spel (blokkur)	Wekelijks ½ dag gedurende 7 weken	3 keer 15 minuten gedurende 3 weken
Doelgroep	Commerciële economie, 1e jaars	Commerciële economie, 2e jaars	4 havo en 5 vwo	Economie, 3e jaars	Groep 4
School	Hogeschool Inholland, Haarlem	Haagse Hogeschool, Den Haag	Sondervick College, Veldhoven	Hogeschool Windesheim, Zwolle	Basisschool De Piramide, Utrecht
Controle groep	Vergelijkbare klas op andere school	Vergelijkbare klas, dezelfde docent	Vergelijkbare klas, dezelfde docent	Geen controlegroep	Vergelijkbare klas, andere leerkracht
Toetsing	Bestaande toets: open opdrachten	Kennistoets (multiple choice)	Toets met open vragen	Kennistoets (multiple choice)	Tempo Toets Rekenen

Tabel 1. Overzicht van de vijf deelonderzoeken.



meten met een traditionele kennistoets. Daarnaast betrof het voor de meeste games een enkele les of lesmiddag ingebed in een reeks lessen, waardoor het lastig is een prestatieverbetering te constateren. Bovendien was bij sommige scholen de nameting bewust moeilijker dan de voormeting omdat de leerlingen iets moesten leren van de lessen zoals gebruikelijk in het onderwijs. Voor onderzoeksdoeleinden blijken dergelijke bestaande toetsen minder geschikt.

Zelfbeoordeling op competenties: in het algemeen blijkt de experimentele groep meer progressie te boeken op de zelfbeoordeling van hun competenties dan de controlegroep. Bij iedere school zijn voor de experimentele groep significante effecten gevonden op de meeste zelfbeoordeelde competenties. Ook de kinderen op basisschool De Piramide hebben aangegeven beter te zijn geworden. Met andere woorden, leerlingen die de game hebben gespeeld, hebben zelf het gevoel hier veel van te hebben geleerd. Leerlingen die een traditionele les hebben gekregen, hebben dit gevoel minder. Dit resultaat correspondeert met de verwachtingen dat gaming een positief effect heeft op de self-efficacy ('geloof in eigen kunnen') van leerlingen en hiermee op het leren.

Leerkenmerken: allereerst blijkt uit alle resultaten dat de leerlingen die de game hebben gespeeld, duidelijk gunstiger scoren op de leerkenmerken dan leerlingen die de klassieke lesmethode hebben gevolgd. Deze resultaten zijn over het algemeen significant bevonden. De leerlingen die de game gespeeld hebben blijken een groot gevoel van controle te hebben gehad over de manier van leren, de inhoud uitdagend en leerzaam te vinden, bruikbare feedback te hebben ontvangen, betrokken te zijn geweest en goed te hebben samengewerkt met andere leerlingen. Op basisschool De Piramide zijn niet alle leerkenmerken bevraagd maar de kinderen hebben duidelijk aangegeven het

gamen erg leuk te vinden. Deze resultaten passen in de vooropgestelde verwachtingen dat de onderzochte leerkenmerken serious gaming effectief maken.

Conclusie

Het onderzoek heeft een aantal interessante algemene inzichten opgeleverd die veel theorie over de meerwaarde van serious games voor het leerproces bevestigen, namelijk dat typerende kenmerken van een game, waaronder flow of engagement, het spelelement, de manier van scoring en feedback, en de mogelijkheden voor samenwerking zorgen voor een hogere self-efficacy, een meer zelfsturende houding, een hogere motivatie en actiever leren dan een traditionele, klassikale les. Het is opvallend dat deze resultaten voor alle vijf de games zijn gevonden met enkele nuanceringsverschillen per game (zie Oprins et al., 2013). De resultaten van dit effectiviteitsonderzoek dragen hiermee bij tot concreet bewijs dat serious gaming het leren kan bevorderen juist door specifieke gamingkenmerken. In dit onderzoek is vooral gewerkt met bestaande kennistoetsen. Er is echter gebleken dat dit over het algemeen niet de meest geschikte toetsen zijn voor serious games waarin meer actief wordt geleerd en integraal inzicht wordt verworven. Een bijkomende bevinding heeft te maken met de manier van onderzoek doen naar serious gaming. In veel effectiviteitsonderzoek worden de leerkenmerken niet gemeten, maar wordt uitsluitend een prestatiemeting als uitkomstmaat meegenomen. In dit onderzoek hebben we gezien dat juist het intermediaire effect van deze leerkenmerken op de leerprestaties extra interessante inzichten meebrengt waarmee we beter gaan begrijpen waarom serious games geschikte leermiddelen kunnen zijn. De verdere ontwikkeling van het generieke evaluatieraamwerk dat ook de (gevalideerde) vragenlijsten bevat die in dit onderzoek zijn gebruikt, moet hiertoe bijdragen in de toekomst door bredere toepassing op diverse type serious games in het onderwijs.

Referenties

- Bedwell, W.L., Pavlas, D., Heyne, K., Lazzara, E.H., & Salas, E. (2012). Toward a taxonomy linking game attributes to learning: an empirical study. *Simulation and gaming*, 43(6), 729-760.
- 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.
- Hartevelde, C. (2011). *Triadic game design: Balancing reality, meaning and play*. London, UK: Springer.
- Mayer, I. (2012). Towards a comprehensive methodology for the research and evaluation of serious games. *Procedia Computer Science* 15, p. 233 - 247.
- Oprins, E. & Korteling, H. (in press). Transfer of training of an educational serious game: The effectiveness of the CASHIER TRAINER. *Simulation & Gaming*.
- Oprins, E., Bakhuis Roozeboom, M., Visschedijk, G., Kistemaker, L. (2013). Effectiviteit van serious gaming in het onderwijs. TNO rapport (R10415). TNO: Soesterberg.
- Sitzmann, T. (2011). A meta-analytic examination of the instructional effectiveness of computer-based simulation games. *Personnel Psychology*, 64, 489-528.

Resultaat	N	Toets	Zelfbeoordeling	Leerkenmerken
Business gaming: InHolland	93	Geen toets	Progressie bij beide groepen, niet significant bij experimentele groep	Alle leerkenmerken hoger bij experimentele groep, deels significant
Simagine: Haagse Hogeschool	110	Nameting hoger bij beide groepen, niet significant	Meer progressie bij experimentele groep, significant	Alle leerkenmerken hoger bij experimentele groep, allemaal significant
Belinvolved: Sondervick college	87	Nameting lager bij beide groepen: nameting moeilijker dan voormeting	Meer progressie bij experimentele groep, deels significant	Alle leerkenmerken hoger bij experimentele groep, deels significant
TRIQS: Hogeschool Windesheim	22	Nameting lager: moeilijker dan voormeting	Progressie, significant, bij experimentele groep	Geen controlegroep
QLVR: Basisschool De Piramide	34	Nameting hoger bij beide groepen; vergelijkbaar	Niet uitgevoerd	Leerkenmerken hoger bij experimentele groep; samenhang met toets

Tabel 2. Overzicht onderzoeksresultaten.