

Hans Korteling en Karel van den Bosch

In de moderne maatschappij bestaat er een groeiende belangstelling voor applied games die zijn gericht op een educatieve toepassing. In de wetenschappelijke literatuur worden dit meestal educatieve games ("educational games") genoemd. Educatieve games voor het onderwijs kunnen leerlingen onderdompelen in een relevante, authentieke, concrete leeromgeving. Dergelijke leeromgevingen maken, veel meer dan boeken of frontaal klassikaal onderwijs, "ervarend leren" mogelijk (Jiusto & DiBiasio, 2006; Smith & O'Neil, 2003). Verondersteld wordt dat educatieve games daarmee goed appelleren aan de zogenaamde *21st Century Skills*. Dat zijn vaardigheden zoals autonomie en zelfsturend leren, samenwerken, probleem oplossen, empatisch begrip, flexibiliteit en ondernemerschap (Trilling & Fadel, 2009). Met educatieve games kunnen leerlingen als het ware direct ervaren en beleven hoe dingen werken en hoe de wereld in elkaar zit door daar actief mee aan de slag te gaan. Het aantal verschillende mogelijke onderwerpen of leerdoelen dat daarvoor in aanmerking komt is bijzonder groot: denk niet alleen aan reken- en taalspelletjes, maar ook bijvoorbeeld leren vliegen, een militaire operatie uitvoeren, een bedrijf runnen, onderhandelen, een crisis managen, of een chirurgische ingreep beoefenen.

"Verondersteld wordt dat educatieve games daarmee goed appelleren aan de zogenaamde *21st Century Skills*."

Educatieve gaming verschilt van meer conventionele leeromgevingen, zoals (desktop) trainingssimulaties of andere vormen van (computer-based) training, door doelbewuste toevoeging van spelelementen. Met spelelementen (zoals

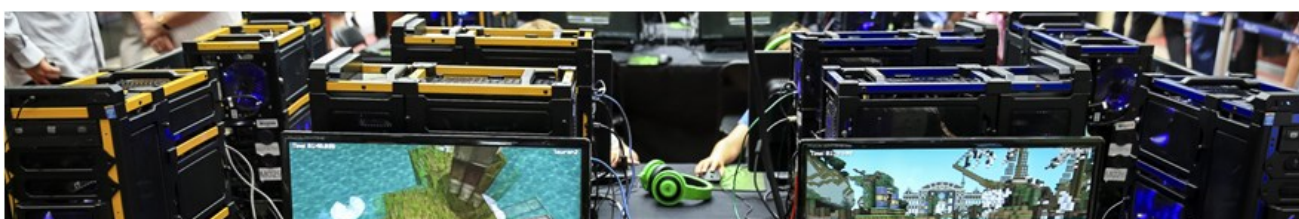
competitie, boeiende verhaallijnen; attractieve video en audio; beloning) wordt geprobeerd om de betrokkenheid of bevoegenheid van de lerende te verhogen en diens motivatie om het spel te blijven spelen te vergroten (Csikszentmihali, 1990, 1999; Deen, 2015; Ryan & Deci, 2000; Wouters, 2014). De gedachte daarbij is dat een verhoogde motivatie leidt tot een hogere oefenbereidheid (drempelverlaging) en tot een hogere concentratie tijdens de trainingssessies. Dit gaat gepaard met een verhoogd activatieniveau van het brein met als waarschijnlijk gevolg dat leereffecten worden versterkt (Korteling, Helsdingen en Theunissen, 2013).

## Wat maakt een educatieve simulatie tot een educatieve game?

Educatieve gaming wordt nogal eens onderscheiden van conventionele simulatiemiddelen doordat het gebaseerd zou zijn op de desktop (PC) technologie van entertainment gaming. Dit zou bij conventionele simulatiemiddelen niet het geval zijn. PC-gebaseerde trainingssimulaties zijn echter bijna zo oud als de PC zelf. Het enige wat educatieve games écht onderscheidt van de traditionele trainingssimulaties is de doelbewuste toevoeging van spelelementen aan het leermiddel. De spelelementen van educatieve gaming die hiervoor worden gebruikt kunnen weliswaar gebaseerd zijn op traditionele (bord)spellen, maar in de praktijk zijn het vaak computerspellen. Onderstaande figuur toont in dit verband de drie belangrijkste kennisgebieden waaruit educatieve games zijn opgebouwd. Door onderwijskundige elementen aan simulaties toe te voegen wordt de didactische waarde daarvan vergroot: "educatieve simulatie". Door spelelementen aan simulaties toe te voegen kan het plezier dat aan de simulatie kan worden beleefd worden vergroot: "entertainment gaming". Door zowel spel- als onderwijselementen te combineren met simulatie wordt de leerwaarde vergroot omdat het oefenen leuk én leerzaam is: educatieve gaming. Anders gezegd: de doelbewuste toevoeging van spel aan een educatief simulatiemiddel maakt deze tot een educatieve game (Korteling, Helsdingen & Theunissen, 2013).

## Spelend leren is niet per definitie simpel

De populariteit van computerspellen, de brede verspreiding en de relatief bescheiden aanschafkosten suggereren dat educatieve games gemakkelijk voor training kunnen worden ingezet. Dat lijkt echter een te eenvoudige voorstelling van zaken. Educatieve gaming is, door de toegevoegde laag van spelelementen, juist een relatief complexe vorm van educatieve (desktop) simulatie. Dit geldt in ieder geval voor de leermiddel-ontwikkelaar. Educatieve gaming kan hogere eisen stellen aan de techniek (door bijvoorbeeld de integratie van educatieve en spelmatige add-ons in een game); aan de competenties van de instructeurs (lesgeven met games vergt een eigen aanpak); en aan de leeromgeving (soms zijn rollenspelers of begeleiders nodig om het gewenste spelverloop te bewerkstelligen). Kortom: het effectief integreren van spelelementen met didactische principes maakt educatieve games meestal complexer om te ontwikkelen dan conventionele desktop educatieve simulatiemiddelen. Dit gegeven maakt educatieve games niet voor alle opleidingen en trainingen de geschikteste leeroplossing.





Afbeelding 1: Vlieger kijkt over zijn rechterschouder om te zien wat zijn collega aan het doen is

## Beloftes waarmaken op basis van validatieonderzoek

Het vaststellen of de educatieve doelen van een leermiddel worden behaald, i.e. of de educatieve game echt doet waarvoor hij is bedoeld, wordt validatie genoemd. Conventionele trainings simulatoren, zoals vliegsimulatoren en allerlei proceduretrainers, hebben hun educatieve doelmatigheid door de jaren heen inmiddels overduidelijk bewezen. Zo maakt het Nederlandse leger veelvuldig en effectief gebruik van trainings simulaties, bijvoorbeeld bij de training van bemanningen van pantservoertuigen, bemanningen op de scheepsbrug, F16 piloten, luchtverdedigingseenheden en public-order managers (bijv Korteling, Oprins & Coetsier, 2014). Voor educatieve gaming is het echter nog een open vraag of het toevoegen van spelelementen aan een trainings simulatie in een concreet geval (kosten-) effectief is. Op basis van een grote hoeveelheid reviews van wetenschappelijke effect- en validatiestudies (bijv: Akl, et al, 2010; Bekebrede et al., 2011; Connolly et al, 2012, Egenfeldt-Nielsen, 2006; Hays, 2005; Ke, 2009; Sitzmann, 2011; Vogel et al., 2006) concludeert Hartevelde (2012) dat er aanwijzingen zijn dat educatieve games potentiële meerwaarde kunnen hebben ten opzichte van andere leermiddelen, maar dat nog uitgezocht moet worden hoe dit potentieel benut en aangetoond moet worden. Ook zijn de verschillen vaak niet bijster groot. De uitkomsten worden tevens sterk bepaald door technische, didactische en contextuele factoren. Als leerdoelen van educatieve games bijvoorbeeld voortbouwen op ervaringskennis van leerlingen, of als leerlingen goed in staat zijn om conceptueel te denken en makkelijk verbanden kunnen leggen, dan is het toevoegen van spel-elementen meestal helemaal niet zo nodig. In dat geval kan de stof mogelijk beter en sneller op een conventionele manier, bijvoorbeeld schriftelijk, door e-learning of door conventionele simulaties of visualisaties worden overgebracht (Korteling, Helsdingen en Theunissen, 2013). Aan de andere kant mag worden verwacht dat de veronderstelde laagdrempeligheid van gaming deze vorm van educatieve simulatie meer geschikt maakt om bewustwording over een bepaald issue te creëren of voor doelgroepen met verstandelijke beperkingen of leerlingen (pubers) met motivatieproblemen (Korteling & van den Bosch, 2015).

Het bovenstaande betekent dat educatieve games niet voor alle opleidingen en trainingen, waar simulatie opportuun is, de meest geschikte leeroplossing bieden. Bij mogelijke introductie van applied gaming in een onderwijskundige setting is het

"Dit gegeven maakt educatieve games niet voor alle opleidingen en trainingen de geschiktste leeroplossing"

verstandig om na te gaan of dit de te prefereren oplossing is, bijv. t.o.v. een conventionele trainings simulatie zonder hier een laag met spelelementen in te bouwen (Korteling & van den Bosch, 2015). Daarnaast maakt de relatief hoge complexiteit van educatieve gaming de vraag des te prangender of het middel dan ook echt goed werkt. Dit geldt zeker als het erom gaat gaming goed te introduceren in het onderwijs dat al heel lang functioneert volgens vaststaande kaders en formele principes, doctrines en eindtermen, gecontroleerd door de onderwijsinspectie.

## Validiteit op verschillende niveaus van leren, Kirkpatrick

Hoe komen we er nu achter of een spel, toegepast voor een bepaalde leersituatie, valide is, d.w.z. dat het spel bereikt waar het voor bedoeld is? In het onderwijs is dit: goed en effectief leren. Daartoe moet eerst duidelijk zijn wat onder leereffectiviteit moet worden verstaan. Volgens het praktisch bruikbare piramidemodel van Kirkpatrick (1998, 2006) kan de effectiviteit van een leertraject of leermiddel op verschillende niveaus worden gemeten (Alliger & Janak, 1989; Bates, 2004):





Afbeelding 2: Vier niveaus waarop het effect van een leertraject gemeten kan worden (Kirkpatrick's, 1998)

1. **Reactions:** Reactie of beleving van de leerling over de training, of over het trainingsmiddel, doorgaans gemeten met behulp van vragenlijsten of interviews;
2. **Learning:** Directe leereffecten van de training zelf (dus de behaalde scores en prestatie-resultaten tijdens de training, of direct aansluitend op de training);
3. **Transfer:** Gedrag of prestatie in de praktijk. Dit wordt ook wel "leeroverdracht" genoemd;
4. **Results:** Effecten van de training op de organisatie als geheel

## ***Transfer of training***

Studies naar de effecten van educatieve games beperken zich in veel gevallen tot niveaus 1 en 2 (Cohn et al., 2009). Daarbij wordt dus gemeten wat de effecten zijn binnen de leersituatie. Op de vraag of eventuele effecten van training doorwerken in de praktijk kan geen antwoord worden gegeven. In dat geval spreken we over de leeroverdracht of "*transfer of training*", en dat is waar het in het onderwijs natuurlijk echt om gaat (of zou moeten gaan). *transfer of training* is de mate waarin kennis en vaardigheden geleerd tijdens training, ook in praktijk worden gebracht bijvoorbeeld in een vervolgcursus of in een beroepssituatie (bijv. Baldwin & Ford, 1988; Gielen, 1995). Ook bij educatieve games is leeroverdracht naar de praktijk het primaire doel. Het is natuurlijk leuk als je, zoals bij entertainment games, het spelletje steeds beter leert spelen en je tegenstanders bijvoorbeeld allemaal verplettert. Maar deze progressie en het (bijbehorende) plezier blijven secundaire zaken die ondersteunend zijn voor het behalen van de (leer)doelen die - althans bij een serieus spel - buiten het spel zélf liggen.

Het doel van trainen is uiteraard om mensen de kennis en vaardigheden te leren die ze nodig hebben. Maar het komt in sommige gevallen ook voor dat de training mensen niet helpt, maar hindert. Dat wordt negatieve leeroverdracht, of negatieve transfer-of-training genoemd. Negatieve leeroverdracht kan bijvoorbeeld betekenen dat door oefenen met een game die als leuk en motiverend wordt ervaren (niveau 1), aantoonbare verbetering tijdens de training wordt bereikt (niveau 2). Echter, toegepast in de praktijk (niveau 3) kunnen deze leereffecten juist tot slechtere, in plaats van betere, prestaties leiden. Er is dan sprake van leereffecten die tegengesteld zijn aan de bedoeling van de game.

Bij negatieve transfer kan het oefenen met het spel leiden tot het maken van meer fouten en ongelukken in de praktijk. Dat kan desastreuze gevolgen hebben, bijvoorbeeld als het gaat om het leren verrichten van chirurgische ingrepen (Graafland, Schraagen & Schijven, 2012). Een ander voorbeeld van negatieve leeroverdracht vond plaats bij het in gebruik nemen van simulatoren waarmee Nederlandse militairen konden leren rijden in een Leopard tank, eind jaren '80. Naar aanleiding van klachten van instructeurs over grote verschillen tussen de rijnsimulator en het rijden in een echte tank, werd door TNO aangetoond dat leerling-bestuurders na simulatortraining een parkoers met een echte tank minder nauwkeurig reden dan leerlingen zonder enige ervaring (Breda & Boer, 1989). Vooral de ruimtelijke dimensies van voertuigen werden verkeerd ingeschat waardoor bestuurders bijvoorbeeld paaltjes omver reden en tegenliggers de stuipen op het lijf joegen door te veel op de linker kant van de weg te rijden. De oorzaak van de negatieve leereffecten was gelegen in een niet-natuurgetrouwe simulatie. De fabrikant had voor de simulatie van het buitenbeeld van de rijnsimulator te veel gebruik gemaakt van beschikbare technologie, componenten en wiskundige modellen die eerder waren ontwikkeld voor vliegsimulatoren. Maar de eisen aan beeldsimulatie voor het leren rijden zijn heel anders dan die voor het leren vliegen. Inmiddels loopt het Nederlandse leger voorop door gebruik van trainingsimulatoren en educatieve games in een groot aantal leertrajecten.



Afbeelding 3: Gevolgen van negatieve leeroverdracht

## **Validatie onderzoek voor het onderwijs**

Ook voor het onderwijs is validatieonderzoek, voor verdere introductie van educatieve games, van groot belang. Het objectief vaststellen van *transfer of training* kan hier de (meer)waarde van games voor leidinggevenden aantonen. De analyse van meetresultaten kan gebruikers (en ontwikkelaars) inzicht geven in

de sterke en zwakke punten en mogelijkheden van games voor onderwijskundige doelstellingen. Echter, niet alle vaardigheden laten zich even makkelijk meten, vooral niet als het om de *21st Century Skills* van de praktijk gaat. Hoe meet je bijvoorbeeld ondernemerschap, empathie of leiderschap? Of hoe meet je of iemand goed communiceert of proactief samenwerkt? Dat zijn de vaardigheden waar het bij het trainen van bestuurders, managers, consultants, politiemensen en hulpverleners op aankomt. Onderzoek naar de validiteit van trainingen in dit type vaardigheden is vrij ingewikkeld en niet makkelijk uit te voeren (Korteling et al., 2014; Salas et al., 2009).

Voor validatie van training in een onderwijskundige setting moet een adequaat experimenteel design gehanteerd worden. In de ideale situatie is er een "experimentele groep" van voldoende omvang die met behulp van een game onderwezen wordt en daarnaast een controlegroep (vergelijkingsgroep) die op de conventionele of standaard-manier les krijgt. Deze experimentele opzet wordt ook wel de "Experimental-versus-control-group method" genoemd (Campbell & Stanley, 1963). Hierbij wordt doorgaans bij beide groepen zowel een voormeting als een nameting uitgevoerd, waarbij de prestatiemetingen zoveel mogelijk hetzelfde blijven. Een controlegroep die helemaal geen training volgt is niet geschikt omdat er dan geen conclusies kunnen worden getrokken over de effectiviteit van de specifieke leerinterventie ten opzichte van de vergelijkings situatie (Ackerman et al., 2010).

Onderzoekers constateren dat bij het evalueren van trainingen in het algemeen nog weinig gebruik gemaakt wordt van een goede experimentele opzet (bijv. Akl et al., 2010; Salas et al., 2003, 2009; Sitzman, 2011). Zij geven daarvoor verschillende oorzaken. Eén daarvan is dat in de onderwijspraktijk niet altijd gewerkt kan worden met een controlegroep bijv. omdat de training geheel nieuw is of omdat de oude training niet meer gegeven wordt (Campbell & Stanley, 1963; Salas et al., 2003; Cohn, et al., 2009). Een ander frequent voorkomend probleem is dat het lastig blijkt om een representatieve onderwijssetting te realiseren waarin de trainingseffecten empirisch kunnen worden gemeten. Daarnaast wordt het netjes kunnen opzetten van twee of meer goed vergelijkbare leertrajecten vaak belemmerd door allerlei praktische zaken, zoals vastliggende lesschema's, geen controle hebben over onverwachte gebeurtenissen die zich tijdens lessen kunnen voordoen, logistieke beperkingen, te weinig leerlingen of gebrek aan personeel dat voldoende geschoold is voor het begeleiden van onderzoek (Boldovici, Bessemer & Bolton, 2002; Cohn et al., 2009). Door dit soort (en andere hier niet genoemde) problemen bij studies naar de effecten van training is het vaak niet goed mogelijk om objectief te kunnen vaststellen wat, en hoeveel, er nu precies is geleerd, en in hoeverre eventuele effecten zijn toe te schrijven aan het gebruikte leermiddel.

## Inzicht krijgen in oorzaken van bevindingen

Als het lukt om een goede vergelijking te maken tussen de onderwijsresultaten van een gaming groep en die van een controlegroep, dan is het verstandig om verder te kijken dan alleen de *transfer of training*. Je wilt immers ook weten waarom bepaalde (goede of slechte) leereffecten optreden (Connolly et al, 2012). Die kunnen namelijk worden bepaald door heel veel mogelijke factoren. Een mogelijkheid is bijvoorbeeld dat de effecten alleen optreden bij bepaalde personen en bij andere niet, of minder. Dan is het goed om te kijken naar de relatie tussen effectgrootte en persoonskenmerken (bijv. leeftijd, intelligentie, vooropleiding). Een eventueel effect kan ook verband houden met andere aspecten van de onderwijsleersituatie, zoals de combinatie met andere methodieken, of samenwerken. Ook kan het gebeuren dat een eventueel effect niet zozeer het gevolg is van het gebruikte leermiddel, maar door de eigenschappen van de leer methode die ermee samengaat (Korteling, Oprins & Venrooij, 2014). Dus: onderzoek levert niet alleen kennis over leereffecten en leeroverdracht op, het kan ook inzicht geven in de onderliggende oorzaken daarvan.

Bij validatie van een educatieve game wordt daarbij natuurlijk vooral gekeken naar de kwaliteit van de game als leermiddel. In dit verband wordt de kwaliteit door drie factoren bepaald: 1) de kwaliteit van de simulatie (hard- en software), 2) de onderwijskundige kwaliteit, zoals didactische opzet, inbedding in leertraject, instructies en feedback, en 3) de spelmatige kwaliteit van de game. De simulatietechnologie moet geschikt zijn om mensen de kennis en vaardigheden zodanig te leren dat zij die in de praktijk goed en zelfstandig kunnen toepassen. Natuurgetrouwheid (ook wel realisme of fidelity genoemd) is daarvoor een noodzakelijke voorwaarde. De simulatie moet een leersituatie aanbieden met een correcte representatie van de taakkenmerken die voor het behalen van de leerdoelen van belang zijn. Als een game of simulatie daarvan afwijkt, dan zal dit minder positieve transfer opleveren (en kan er zelfs negatieve transfer optreden). Een goede kwaliteit van spelmatige en didactische factoren zijn wat dat betreft niet noodzakelijk, maar voor positieve *transfer of training* natuurlijk wél zeer wenselijk omdat ze het leerproces bevorderen (Korteling, Helsdingen & Theunissen, 2013)

## Natuurgetrouwheid

Omdat natuurgetrouwheid zo'n belangrijke eis is, gaan we er hier iets dieper op in. Natuurgetrouwheid kan betrekking hebben op drie vormen van overeenkomst met de werkelijkheid: fysieke-, functionele- en psychologische natuurgetrouwheid (bijv. Alexander et al., 2005)

- Fysieke natuurgetrouwheid betreft de gelijkenis tussen de simulatie en de werkelijkheid met betrekking tot uiterlijke fysieke kenmerken (bijvoorbeeld: zijn de bedieningsmiddelen hetzelfde als in werkelijkheid, of ziet de omgeving er hetzelfde uit?).
- Functionele natuurgetrouwheid geeft aan in hoeverre de taak in de simulatie op dezelfde wijze kan worden uitgevoerd als in de werkelijkheid. Op basis van een goed (kloppend) onderliggend model verlopen interacties tussen leerling en simulatie op dezelfde wijze als in de werkelijke wereld onder

gelijksoortige omstandigheden ("gedragsovereenkomst").

- Psychologische natuurgetrouwheid betekent dat de leerling de simulatie op dezelfde manier beleeft als in de werkelijkheid, inclusief ervaringen als: stress, inspanning, plezier en betrokkenheid.

Het doorslaggevende belang van natuurgetrouwheid betekent overigens niet dat de game niet van de werkelijkheid mag afwijken. Er mogen zelfs forse verschillen tussen simulatie en werkelijkheid zijn, bijvoorbeeld in de weergave van de fysieke eigenschappen van de omgeving als het gaat om het leren van een cognitieve taak. De gesimuleerde wereld in de game kan ook een vereenvoudigde en/of makkelijkere versie van de echte wereld zijn, of kan er voor beginnende leerlingen extra (ondersteunende) informatie in de gesimuleerde wereld worden gepresenteerd die er in het echt niet is (bijv. Visschedijk & van der Hulst, 2011). Naarmate de leerling vordert kan de vereenvoudiging of ondersteuning geleidelijk worden afgebouwd. Wat echter voor een positieve transfer altijd essentieel is, is dat de voor de leerdoelen kritische taakaspecten in de game altijd zoveel mogelijk moeten overeenstemmen met de werkelijkheid. Alleen in dat geval zullen de vaardigheden die nodig zijn om in de game goed te presteren dezelfde zijn als die nodig zijn om in de echte wereld goed te functioneren. Alleen dan kan er *transfer of training* optreden.

## Referenties

Alexander, A.L., Bruny , T., Sidman, J. & Weil, S.A. (2005). From gaming to training: A review of studies on fidelity, immersion, presence, and buy-in and their effects on transfer in PC-based simulations and games. Woburn, MA: Aptima, Inc.

Akl, E.A., Pretorius, R.W., Sackett, K., Scott Erdley, W. Bhoopath, P., Alfarah, Z., & Nemann, H.J. (2010). The effect of educational games on medical students' learning outcomes: a systematic review. BEME guide no 14.

Alliger, G. M., & Janak, E. A. (1989). Kirkpatrick's levels of training criteria: thirty years later. *Personnel Psychology*, 42, 331-342.

Baldwin, T.T. & Ford, J.K. (1988). *transfer of training: a review and directions for future research*. *Personnel Psychology*, 41, 63-105.

Bates, R. (2004). A critical analysis of evaluation practice: the Kirkpatrick model and the principle of beneficence. *Evaluation and Program Planning* 27, 341-347.

Bekebrede, G., Warmelink, H. J. G., & Mayer, I. S. (2011). Reviewing the need for gaming in education to accommodate the net generation. *Computers & Education*, 57(2), 1521-1529 (doi: 10.1016/j.compedu.2011.02.010).

Boldovici, J.A., Bessemer, D.W., and Bolton, A.E. (2002). The elements of training evaluation. Alexandria, VA: U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.

Breda, L. van, Boer, J.P.A. (1988). Validation study Leopard II training simulator. TNO report IZF 1888-M7E. Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie.

Campbell, D.T. & Stanley J.C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Chicago, Illinois: Rand McNally & Company.

Cohn, J., Kay, S., Milham, L, Bell Carroll, M., Jones, D. Sullivan, J., & Darken, R. (2009). Training effectiveness evaluation: from theory to practice. In D. Schmorow, J. Cohn, & D. Nicholson (Eds). *The PSI Handbook of Virtual Environments for Training and Education*. Pp 157-172.

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

Csikszentmihali, M. (1990). *Flow: the psychology of optimal experience*. New York: Harper & Row.

Deen, M. (2015). G.A.M.E. Games Autonomy Motivation Education: How autonomy-supportive game design may improve motivation to learn. Eindhoven University of Technology Library ISBN: 978-90-386-3776-1.

Egenfeldt-Nielsen, S. (2006). Overview of research on the educational use of video games. *Digital Competanse*, 1(3), 184-213.

Gielen, E. W. M. (1995). *transfer of training in a corporate setting* (doctoral thesis). Enschede; University Twente.

Graafland, M., Schraagen, J. M., & Schijven, M. P. (2012). Systematic review of serious games for medical education and surgical skills training. *British Journal of Surgery*, 99(10), 1322-1330.

Harteveld, C. (2012). *Making sense of Virtual Risks: a Quasi-Experimental Investigation into Game-Based Training*. Amsterdam: IOS Press

Hays, R. T. (2005). The effectiveness of instructional games: a literature review and discussion. Technical Report 2005-004. Naval Air Warfare Training Systems Division. Orlando, U.S.A.

Jiusto, S & DiBiasio, D. (2006). Experiential learning environments: Do they prepare our students to be self-directed, life-long learners? *Journal of Engineering Education*, 95, 195-204.

Ke, F. (2009). A qualitative meta-analysis of computer games as learning tools. In R. E. Ferdig (Ed.), *Handbook of research on effective electronic gaming in education* (Vol. I, pp. 1-32).

Kirkpatrick, D.I. (1998). *Evaluating Training Programs: The Four Levels*. 2nd ed, San Francisco: Berrett-Koehler.

Kirkpatrick, D.I. (2006). *Evaluating Training Programs: The Four Levels* 3rd edition San Francisco: Berrett-Koehler.

Korteling, J.E., Bosch, K van den (2015). Conventionele simulatie versus gaming. TNO memo, Soesterberg: TNO Human Factors (Concept).

Korteling, J.E., Helsdingen, A.S., Theunissen, N.C.M. (2013). Serious Games @ Work: Learning job-related competencies using serious gaming. In A. Bakker & D. Derks (Eds) *The Psychology of Digital Media at Work*. Psychology Press LTD / Taylor & Francis Group. (pp 123 - 144).

Korteling, J.E., Oprins, E.A.P.B., Venrooij, W. (2014). Evaluatie van leerinterventies en teamfunctioneren in dynamische teams. Rapport TNO-2014 R10243. Soesterberg: TNO Behavioral & Societal Sciences

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1), 68-78.

- Salas, E., Milham, L.M., & Bowers, C.A. (2003). Training evaluation in the military: misconceptions, opportunities, and challenges. *Military Psychology*, 15, 3-16.
- Salas, E., Rosen, M.A., Held, J.D., & Weissmuller, J.J. (2009). Performance Measurement in Simulation-Based Training: A Review and Best Practices. *Simulation and gaming*, 40(3), 328-376.
- Sitzmann, T. (2011). A meta-analytic examination of the instructional effectiveness of computer-based simulation games. *Personnel Psychology*, 64, 489-528
- Smith, P.A.C. & O'Neil, J. (2003). A review of action learning literature 1994-2000. Part 1: Bibliography and comments. *Journal of Workplace Learning*, 15, 63-69.
- Trilling, B & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: learning for life in our times*. San Francisco, CA: John Wiley.
- Visschedijk, G., C., & van der Hulst, A. (2011). Hoe realistisch moet een serious game zijn? *Homo Ludens Magazine*. <http://homoludensmagazine.nl/artikel.php?titel=hoe-realistisch-moet-een-serious-game-zijn>.
- Vogel, J., Vogel, D.S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C.A., Muse, K., & Wright, M. (2006). Computer gaming and interactive simulations for learning: a meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34, 229-243.
- Wouters, P. (2014). Hoe effectief zijn serious games eigenlijk? *Homo Ludens Magazine* <http://homoludensmagazine.nl/artikel.php?titel=hoe-effectief-zijn-serious-games-eigenlijk>.