

MASTERTHESIS

# Adaptief Gamen door Goed Game Design

---

Een analyse van adaptief gamen in serious  
games

**Tessa Hastjarjanto**

**21/12/2011**

Begeleider: Ann-Sophie Lehmann  
Tweede corrector: Joost Raessens  
MA – Nieuwe Media en Digitale Cultuur  
Faculteit Geesteswetenschappen  
Universiteit Utrecht

# Inhoud

Inleiding .....	3
Hoofdstuk 1 Het probleem van Serious Games .....	6
1.1 Definitie van serious games .....	6
1.2 Serious game: meer dan alleen een game .....	7
1.3 De huidige situatie van het rekenonderwijs .....	8
Het rekenonderwijs .....	8
Computergebruik in het onderwijs .....	9
Hoofdstuk 2 Adaptief gamen met Serious games .....	10
2.1 De serious game .....	10
2.2. Flow .....	16
2.3 Adaptief gamen met AI .....	18
Hoofdstuk 3 Leerkansen in Muiswerk en Rekenruim .....	23
3.1 Game analyses .....	23
3.2 Methode .....	24
3.3 Analyse en resultaten .....	25
3.4 Muiswerk en Rekenruim .....	26
3.5 Zichtbaar game design .....	27
3.6 Adaptief gamen .....	28
Conclusie .....	30
Het advies .....	31
Literatuur .....	33
Bijlage .....	35
Analysemodel serious games .....	35
Game analyse Muiswerk .....	35
Meta analyse .....	37
Game analyse Rekenruim .....	41
Meta analyse .....	42

# Inleiding

Leerlingen spelen steeds vaker (video)games wanneer ze op school zijn. Het spelen gebeurt zowel tijdens de lessen als tijdens de speluren. Leren via een spelvorm werkt voor sommige leerlingen beter omdat het aansluit bij hun leerstijl. Deze leerstijl wordt echter pas aan de leerling aangeboden als de reguliere leer methode niet werkt. Tijdens het spelen van een game wordt al snel duidelijk dat niet alle leerlingen even goed kunnen gamen om ook aan het leren toe te komen. Bij een gewone game vormt het geen probleem wanneer de speler moeite moet doen om de game onder de knie te krijgen, maar wanneer een game ingezet wordt voor educatieve doeleinden is het van belang dat iedere speler in staat is om de game te spelen. De verschillen in speelervaring of game-ervaring worden een probleem wanneer de game tot doel heeft de leerprestaties van de leerlingen te verhogen. De groep leerlingen met weinig speelervaring maakt geen optimaal gebruik van wat de serious game te bieden heeft, omdat de leerlingen meer tijd besteden aan het onder de knie krijgen van de game dan hun meer ervaren klasgenoten en daardoor minder aandacht hebben voor leren. Als gevolg hiervan hebben de ervaren spelers meer leerkansen dan hun medespelers.

Een videogame in de klas gebruiken is voor een leerkracht pas echt een toevoeging als deze weet dat alle leerlingen profijt hebben van het spelen van de game. Daarom is het voor gameontwikkelaars belangrijk dat de leerkansen voor alle spelers gelijk zijn. De doelen van dit onderzoek zijn het leerproces voor de speler te verbeteren en om een advies uit te brengen aan gameontwikkelaars om ze te helpen bij het design voor nieuwe serious games, zodat leerlingen, ervaren en onervaren spelers, gelijke kansen geboden worden met deze nieuwe leerstijl.

Het bestaan van de verschillen in speelervaringen tussen de spelers heeft verscheidene oorzaken. In dit onderzoek zullen de oorzaken die gerelateerd zijn aan gamedesign centraal staan. Door de verschillen tussen de groepen kleiner te maken, kunnen serious games beter gebruikt worden voor een educatief doeleinde, waarbij het gaat om het verbeteren of aanleren van een vaardigheid zoals rekenen. Dit onderzoek zal twee rekengames in beschouwing nemen om deze hypothese te testen, Rekentuin (Infoweb 2009) en Muiswerk (Muiswerk Educatief 2001). Beide serious games zijn ontworpen om in klassikaal verband gespeeld te worden. Beide games hebben ook een gelijke doelgroep, namelijk leerlingen van de basisschool. Daarom is het goed mogelijk om de twee te vergelijken, zonder dat er een afwijkende context is. Beiden moeten gespeeld kunnen worden door dezelfde spelers. Rekentuin is gemaakt op basis van onderzoek gedaan door de Universiteit van Amsterdam. Muiswerk is een groter project dat alle vakken van de basisschool omvat. Om Muiswerk een verantwoord pedagogisch ontwerp te geven, is ontwikkelaar Muiswerk Educatief een samenwerking aangegaan met E-Didact, een bedrijf dat gespecialiseerd is in e-learning. Op basis van een vergelijkende analyse van deze twee games verduidelijkt mijn onderzoek hoe spelers van de games verdeeld worden in verschillende groepen en wat er aan de game verbeterd kan worden om de verschillen tussen de groepen te verkleinen.

In Nederland is er nog weinig empirisch onderzoek gedaan naar hoe serious games in de praktijk gebruikt worden, hoe de gebruikers met deze games omgaan en hoe ze erop reageren. Dit onderzoek is wel gedaan in de Verenigde Staten en in Engeland. Deze onderzoeken vormen de basis voor dit onderzoek.

De Universiteit Utrecht heeft een grootschalig onderzoeksproject lopen, genaamd 'Game research for Training and Entertainment' (GATE). Een onderdeel hiervan richt zich specifiek op "adaptive gaming", waar centraal staat dat de game zich aanpast aan de gamer.

De Freitas & Oliver (2005, 2006) doen veel onderzoek op het gebied van gender en ict-gebruik (en specifiek naar serious games) in het onderwijs. In een van hun onderzoeken (2005) beschrijven ze het belang van ict-geïntegreerd onderwijs. In een ander onderzoek (2006) overbruggen ze de twee velden waaruit serious games het meest benaderd worden. Het model dat zij presenteren moet als hulpmiddel fungeren voor onderwijzers om de kwaliteit van een serious game of simulatie te beoordelen.

Hong et al. (2009) hebben in een empirisch onderzoek een model gepresenteerd waarbij de nadruk van het analysemodel ligt op de verschillende vaardigheden die de speler aangeleerd krijgt tijdens het spelen van de game. Het onderzoek van Hong et al. is verder onderzoek naar aanleiding van het onderzoek naar de educatieve waarde van games van De Freitas uit 2005. Dit is een toevoeging op het model van de Freitas & Oliver, doordat alle ontwikkelde vaardigheden apart benoemd worden.

In dit onderzoek vormen deze twee modellen van de Freitas & Oliver en Hong et al. een waardevolle toevoeging op de scriptanalyse die voorgesteld is door Consalvo & Dutton (2004). Consalvo & Dutton's analysemodel richt zich op de game; hoe het eruitziet; welke interactie momenten er zijn en wat de content is. Samen met de informatie van Mark Prensky (2005) over game-based learning vormt dit analysemodel een goed uitgangspunt om een analyse te maken van de game en hoe er geleerd wordt. De twee modellen van de Freitas & Oliver en Hong et al. vormen samen de basis voor een analyse van de leerpunten.

Dit onderzoek bestaat uit twee delen: een literatuuronderzoek en een kwaliteitsanalyse. Het literatuuronderzoek is vooral gericht op hoe een game ontwikkelaar zich beter kan voorbereiden op het implementeren van een leerproces dat geschikt is voor klassikaal gebruik. In het klaslokaal moet iedereen de game kunnen spelen, maar niet iedere speler is hetzelfde en verschillende spelers hebben een ander instapniveau. Een serious game moet daar ook rekening mee houden. De ongelijkheid tussen de spelers moet verkleind worden om het leerdoel voor iedere speler haalbaar te maken. Hoe dit gedaan kan worden, is de centrale vraag in het literatuuronderzoek.

Voor de kwaliteitsanalyse gebruik ik de twee eerder genoemde games: Muiswerk en Rekentuin. Muiswerk is de eerste casus. Dit project omvat alle vakken die een leerling op de basisschool kan beheersen. Muiswerk Educatief heeft de leerdoelen van het basisonderwijs genomen

en heeft met het bedrijf E-Didact dat gespecialiseerd is in e-learning, de software ontwikkeld. Voor dit onderzoek gebruik ik alleen de modules die te maken hebben met rekenen.

Als tweede casus heb ik Reken tuin geselecteerd. Deze game is gemaakt door de projectgroep Infoweb van de Universiteit van Amsterdam. Reken tuin is een rekengame waar de funfactor voorop staat. In de termen van het rekenonderwijs past Reken tuin beter bij het oude rekenen (zie 1.3).

In het eerste hoofdstuk wordt kort uiteengezet wat de huidige situatie is van serious games in Nederland en hoe het staat met het rekenonderwijs. In dit hoofdstuk wordt de basis gelegd en de context beschreven waarin het onderzoek gedaan wordt.

Het literatuuronderzoek staat beschreven in het tweede hoofdstuk. Voor het literatuuronderzoek staat de volgende onderzoeksvraag centraal: in hoeverre kan game design er voor zorgen dat iedere leerling een gelijke leerkans geboden wordt bij het gebruik serious games? Om de vraag te beantwoorden, worden de gebreken beschreven en hoe adaptief gamen hier een verandering in kan brengen.

Het derde hoofdstuk beschrijft het analyseonderzoek van de twee games. De methode en verantwoording van de analyse worden uitgelegd voordat de resultaten kort worden besproken. De resultaten worden besproken aan de hand van de conclusies van het literatuuronderzoek.

In de conclusie wordt de onderzoeksvraag beantwoord en bespreek ik de punten waar gameontwikkelaars op moeten letten en wat er voor nodig is om die zwakke punten in sterke punten te veranderen.

# Hoofdstuk 1 Het probleem van Serious Games

De definitie van serious games is breed. Er is al veel onderzoek gedaan naar serious games, maar de onderzoekers hebben geen vaste definitie. De enige gemene deler die alle definities hebben is dat de speler iets kan leren van de game naast wat de game conventies of de toetsen van de game zijn. Wat de speler leert verschilt per serious game. Het verschil in de definities komt voornamelijk doordat de onderzoeken specifiek over een soort serious game gaan die past bij het onderzoek. In het boek *Serious Games: Mechanisms and Effects* (Ritterfeld, Cody & Vorderer 2009) worden een aantal subgenres gebruikt waar op dit moment veel onderzoek naar gedaan wordt, zoals ‘Games for Change’. Veel oudere educatieve software valt onder het subgenre 'edutainment', educatie gegeven op een entertainende manier.

## 1.1 Definitie van serious games

In de literatuur die ik gebruik, hanteren de onderzoekers verschillende definities van serious games. Ritterfeld, Cody & Vorderer (2009) beschrijven in de introductie tot het boek *Serious Games: Mechanisms and effects* het serious game genre als: “[The term 'serious games'] implies that the outcome of playing these games is always advantageous for the player: first by facilitating learning experiences, and second by not having any negative or harmful impacts. Games that would elicit aggression or addiction would not qualify as serious games. On the contrary, serious games should always work as intended, contributing to a self-guided, enjoyable, and therefore deeply sustained learning experience” (p. 11). Dit is de kern van waar het bij een serious game om draait.

Game onderzoeker James Paul Gee (2009) noemt in zijn artikel over 'deep learning' niet eens de term 'serious games'. Hij vindt dat "[a] deep serious game would [...] be a game we wanted people to learn how to play because we believed that learning to play it would involve content, skills, values, and conceptual understandings that we believe are important" (p. 65). Deze definitie beperkt serious games niet tot games die er speciaal voor gemaakt zijn of dat ze in een onderwijsomgeving gebruikt worden. Om zijn argument te versterken dat ook commerciële games de speler iets kunnen leren gebruikt hij deze ook als casus in veel onderzoeken.

De Freitas & Oliver (2006) hanteren niet de term ‘serious game’ om te verwijzen naar een game of simulatie die in (alle lagen van) het onderwijs gebruikt wordt, maar benoemen games en simulaties apart. Hierdoor willen zij een duidelijk onderscheid maken tussen de software die de leerlingen met plezier gebruiken en welke zonder.

Deze drie manieren van definiëren komen veel voor in het onderzoek naar serious games. Voor Gee is het gebruik van commerciële games (zonder dit te noemen) een extra toevoeging om zijn theorie te ondersteunen. De Freitas & Oliver maken een onderscheid tussen games en simulaties terwijl deze bij het gebruik van de definitie van Ritterfeld, Cody & Vorderer onder dezelfde noemer horen. De eerst genoemde definitie omvat de kern van wat een serious game is.

In het literatuuronderzoek zal de term serious game refereren naar games die speciaal gemaakt zijn om het klassikale onderwijs te ondersteunen in de vakken waarop getoetst wordt om het niveau van de leerling te bepalen bij het selecteren van het middelbaar onderwijs.

De definitie van serious games is voor het analysemodel, dat gepresenteerd wordt in hoofdstuk 3, breder dan bij het literatuuronderzoek. Dit komt omdat ik een model wil presenteren dat geschikt is om iedere serious game mee te analyseren. Bij de bespreking van de resultaten zal ook de bredere definitie aangehouden worden. Daar zal de term serious game verwijzen naar games die speciaal gemaakt zijn om het onderwijs te ondersteunen.

## 1.2 Serious game: meer dan alleen een game

In het onderzoeksveld van de game studies worden veel commerciële games gebruikt als casus. Ook wanneer het gaat om onderzoek waarbij leren centraal staat (zie Gee 2009). De laatste jaren worden binnen de Universiteit Utrecht (via project GATE) onderzoeken gedaan die alleen gericht zijn op serious games, maar deze zijn nog steeds niet gericht op het leerproces in de games, maar op het sociale en technische aspect van de games. Er zijn crossdisciplinaire onderzoekers voor nodig om de didactische elementen in een serious game te analyseren. Onderzoekers zoals De Freitas hebben zich hierin verdiept en steeds meer volgen. In een serious game bevindt niet alleen wat er geleerd wordt, maar ook hoe en wat de beste manier is.

Gamewetenschapper Mark Prensky heeft in zijn artikel een overzicht gemaakt van de belangrijke elementen die game-based learning mogelijk maken. Alle leermethodes staan daarin beschreven en voor welke vaardigheid ze het meest geschikt zijn. Toch richten veel onderzoekers van serious games zich op het sociale aspect. In het boek *Serious Games: Mechanisms and Effect* (2009) richt het merendeel van de schrijvers zich op de sociale aspecten (Kafai 2009), een paar op wat er geleerd wordt (Blumber & Ismailier 2009) en een op hoe er geleerd wordt (Gee 2009).

Hong et al. omschrijven een aantal punten waaraan een game moet voldoen. “Games must have clear rules and goals, most important of all, they must be fun to play and gain values” (Hong et al. 2009, p. 431). Dit geldt ook voor serious games, met als toevoeging dat de speler een vaardigheid of kennis van de game moet kunnen leren.

Een paar grote verschillen tussen serious games en commerciële games zijn de context waarin de game gespeeld wordt, de spelers zelf en het leerproces voor andere vaardigheden of kennis. Serious games zoals hierboven gedefinieerd, worden in een klassikale omgeving gespeeld.

Een verschil tussen serious games en commerciële games is dat ook leerlingen die geen game-ervaring hebben, de game moeten kunnen spelen. Het eerste obstakel waar leerlingen tegen aan kunnen lopen, is het opstarten van de game. De leerlingen die geen ervaring met games hebben, moeten goed begeleid worden als ze beginnen met spelen. De uitleg van alle toetsen en interactie momenten tussen de avatar van de speler en de gameobjecten kunnen in de vorm van een tutorial worden aangeboden. De ervaren spelers of spelers die het liever zelf uitzoeken, kunnen deze overslaan.

De interactie met de gamewereld hoeft niet samen te vallen met het oplossen van de obstakels waarin de kerndoelen van het rekenen getraind worden. Het navigeren door de gamewereld moet geen probleem zijn voor de speler, zodat hij zich kan richten op het oplossen van de sommen. De moeilijkheidsgraad van de game zit in het gedeelte, waar de rekenvaardigheid wordt getraind. De opbouw van deze



**FIGUUR 1. FLOW**

moeilijkheidsgraad is het beste als daar rekening wordt gehouden met de ‘flow’-theorie van psycholoog Mihaly Csikszentmihalyi (1990). Csikszentmihalyi beschrijft flow als een status van bewustzijn waarin alles vergeten wordt behalve de activiteit waar de persoon mee bezig is. Flow in games richt zich vooral op de uitdagingen die de speler tegenkomt. Een te simpele som zorgt voor verveling terwijl een wiskundig probleem voor frustratie zal zorgen. Beide zorgen ervoor dat de speler afhaakt (zie 2.2 voor verdere uitleg).

Omdat Rekenruimte en Muiswerk zich aan de kerndoelen van het rekenonderwijs houden, is het moeilijker om de uitdagingen zo op te bouwen dat er altijd flow aanwezig is. Het systeem kan onthouden hoe de vaardigheden van speler zich ontwikkelen, maar de speler zal altijd ook de makkelijke opdrachten moeten maken voordat het systeem dit registreert. In een game uit een ander genre zullen veel van de uitdagingen direct op elkaar aansluiten en wordt er vanuit gegaan dat iedere speler een gelijk instapniveau heeft met als hulpmiddel de verschillende moeilijkheidsgraden (makkelijk, gemiddeld, moeilijk).

### 1.3 De huidige situatie van het rekenonderwijs

In de vorige paragraaf heb ik een definitie van serious games gegeven. Voordat ik de analyse van de twee games ga bespreken, zijn er nog twee belangrijke zaken die uitgelegd moeten worden: namelijk het rekenonderwijs en het ict-gebruik op scholen. Hiermee wil ik de context duidelijk maken waarin de games gespeeld worden.

#### *Het rekenonderwijs*

In het rekenonderwijs is er een onderlinge strijd tussen de twee kampen van leerkrachten en deskundigen: de aanhangers van het nieuwe en die van het oude rekenen. Deze strijd is onterecht wanneer er naar de leerprestaties van de leerlingen gekeken wordt. Uit onderzoek is gebleken dat er geen significant verschil is tussen het oude en nieuwe rekenen, maar dat de resultaten afhankelijk zijn van de deskundigheid van de leerkracht (Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap 2007). Het grootste verschil tussen het oude en nieuwe rekenen is dat bij het nieuwe rekenen de nadruk op het wiskundig inzicht wordt gelegd. Het wiskundige inzicht is het begrijpen wat er gebeurt bij het uitrekenen van een formule. Het nieuwe rekenen wordt gekenmerkt door de talige sommen. De sommen worden verwerkt in een verhaal en de leerling moet de som uit de tekst halen. Leerlingen die moeite hebben met taal zullen hierdoor ook meer moeite hebben met rekenen. Door het verhaal kan de leerling de rekensom wel makkelijker relateren aan de buitenschoolse wereld. Het oude rekenen bestaat uit alleen de sommen die de leerling moet beantwoorden. Dit is abstracter en er wordt niet



verwacht dat de leerling goed begrijpend kan lezen. Door de abstractie zal de leerling het rekenen niet goed aan met de buitenschoolse wereld kunnen relateren. Welke rekenmethode het beste voor de leerling werkt, is leerling-afhankelijk. Iedere leerling heeft zijn eigen voorkeur in leerstijlen.

### *Computergebruik in het onderwijs*

De implementatie van ict in het onderwijs gaat niet gemakkelijk. Veel scholen hebben subsidie gekregen om digiborden aan te schaffen en de leerkrachten hebben cursussen gekregen om deze te gebruiken. Toch zijn er nog steeds leerkrachten die het digibord niet optimaal gebruiken tijdens het lesgeven (Van der Lubbe 2011, Vier in Balans 2011). Voor de leerkrachten is het gebruik van het digibord op lange termijn een efficiëntere manier van lesgeven. De lesvoorbereiding is bijvoorbeeld minder omslachtig en tijdens de lessen kan er meer tijd besteed worden aan leerlingen die het nodig hebben. De andere leerlingen kunnen bijvoorbeeld gebruik maken van de computers waar ze direct feedback krijgen. Het concept van de Sterrenschool is een goed voorbeeld waar ict geïntegreerd is in het onderwijs (Hastjarjanto 2010). Bij dit concept staat het gebruik van moderne ict-toepassingen voorop. De leerlingen werken dagelijks met computers en moeten digitale presentaties maken van hun werkstukken. De school verwacht dat de leerlingen na groep 8 de over basis ict-vaardigheden beschikken. Naast de ontwikkeling van deze vaardigheden letten de leerkrachten er ook op dat de andere vaardigheden zoals lezen en rekenen daarnaast ook nog analoog geoefend worden.

Het computergebruik kan het onderwijs optimaliseren, maar het moet dan iets toevoegen aan het bestaande curriculum dat gebonden is aan de les(boek)methoden. De educatieve software kan een totaal andere leestijl bevatten wat als aanvulling kan werken op de lesmethode. Een serious game is een goed alternatief. In de denktank van de Sterrenschool 2.0 is de serious game ook besproken als alternatief van het boekonderwijs (Hastjarjanto 2010). Daar werd ook besproken dat de games die de scholen gaan gebruiken aanpasbaar moeten zijn aan de leerlingen zodat zij beter aangesproken worden door de game en dat daardoor de motivatie van de leerlingen omhoog gaat.

De onderwijskundige Panhuizen – Van den Heuvel (2009) stelt in haar oratie dat het (reken)onderwijs er haar voordeel mee kan doen als er meer gebruik gemaakt wordt van de mogelijkheden van de ict. Zij stelt dat de serious game een van de manieren is om leerlingen meer aan het rekenen te krijgen en daardoor hun rekenvaardigheid verbeteren. Een serious game heeft meerdere voordelen boven het leren uit een boekmethode, bijvoorbeeld een hogere motivatie, visuele ondersteuning en directe feedback (de Freitas 2005).

## Hoofdstuk 2 Adaptief gamen met Serious games

De Universiteit Utrecht heeft in een samenwerkingsverband met andere wetenschappelijke instituten het GAME research for Training and Entertainment (GATE) project opgezet ([www.gameresearch.nl](http://www.gameresearch.nl)). Bij dit project wordt voornamelijk onderzoek gedaan naar serious games en in mindere mate naar commerciële games in een educatieve omgeving. Een van de projecten richt zich op *adaptief gamen*, waar de games zich aanpassen aan de vaardigheden van de spelers. Mijn onderzoek valt ook binnen het gebied van adaptief gamen. Adaptief gamen is al langer een onderzoeksgebied binnen de informatica, op het gebied van artificiële intelligentie. Sinds kort wordt er ook onderzoek gedaan naar adaptief gamen binnen serious games onder leiding van professor Frank Dignum van de faculteit Information and Computing Sciences. Twee voorbeelden zijn de cases die ik bespreek in het volgende hoofdstuk: Reken tuin, een rekengame die is voortgekomen uit onderzoek van de Universiteit van Amsterdam, en Muiswerk, een adaptief overkoepelend programma voor de basisschool.

Voor dit gedeelte van het onderzoek gebruik ik de onderzoeksvraag: in hoeverre kan game design ervoor zorgen dat iedere speler een gelijke leerkans geboden wordt bij het gebruik van serious games? De spelers van een serious game zijn divers, omdat alle leerlingen van een school de game moeten gebruiken. De leerlingen verschillen in game-ervaring, computerervaring en voorkeuren. Ik richt mij hier alleen op de game-ervaring en voorkeuren binnen de game. De leerkansen zijn de momenten waarop de speler een leermoment krijgt en deze goed uit kan voeren. Deze leermomenten kunnen ontnomen worden door bijvoorbeeld een vereiste vaardigheid waarover de speler niet beschikt. Is dit het geval, dan zijn de leerkansen lager voor de speler die de vaardigheid mist. Om de gelijke leerkans te analyseren wordt in dit onderzoek adaptief gamen gebruikt. Met dit systeem wordt de game aangepast aan de voorkeuren en de behoeftes van de speler.

In dit hoofdstuk worden drie onderwerpen nader bekeken: de huidige generatie van serious games, het concept flow en het concept van adaptief gamen. De huidige generatie van serious games valt voornamelijk in de categorie educatieve software omdat ze eigenlijk nog maar weinig werkelijke game-elementen bevat (zie eerste hoofdstuk). Dit is niet het enige dat verbeterd kan worden. Voor een game is belangrijk dat de speler door wil spelen. Deze mentale status wordt ook wel flow genoemd, de status van bewustzijn waarin de speler op gaat in de activiteit en de rest om zich heen vergeet. De status van flow bij de speler beïnvloedt de motivatie en hangt nauw samen met de moeilijkheidsgraad van de game. Een van de aspecten die verbeterd moet worden om adaptief gamen mogelijk te maken, is de moeilijkheidsgraad. De toepassing van flow op de moeilijkheidsgraad is een opstapje om adaptief gamen nader te bespreken.

### 2.1 De serious game

In het hoofdstuk “Computer Games and Learning” uit *The Handbook for Computer Game Studies* (2005) zet Mark Prensky de basis van digital game-based learning uiteen. Hij behandelt alle punten waar bij de ontwikkeling van het game-based learning systeem op gelet moet worden. Theorieën van James Paul Gee (2005, 2009), over de juiste manier van leren tijdens het gamen, en De Freitas’ (2005,

De Freitas & Griffiths 2006) onderzoek naar hoe onderwijzers met serious games om gaan tijdens de selectie en het gebruik, vormen een aanvulling op Prensky's onderzoek om een compleet beeld te geven van serious games en wat er verbeterd kan worden. De verbeteringen moeten leiden tot een game die toegankelijk is voor ervaren en onervaren spelers. Daarnaast moeten alle spelers gelijke leerkansen krijgen.

In deze paragraaf worden de onderwerpen motivatie, educatieve software, heterogene doelgroep, leerstijlen, gender, secundaire vaardigheden, game literacy en game-based learning besproken met als uitgangspunt dat de game voor alle spelers van een serious game toegankelijk moet zijn. De paragraaf is zo opgebouwd dat de onderwerpen in deze volgorde aanbod komen: waarom de leerlingen een serious game gebruiken, wat voor plaats de serious game heeft, wie de leerlingen zijn en hoe ze gedefinieerd moeten worden, hoe ze de serious game gebruiken in de context van school, wat de voorkeuren per leerling kunnen zijn en wat ze leren, naast het vak waarvoor de serious game wordt ingezet.

### *Motivatie*

De Freitas (2005) en Van den Heuvel-Panhuizen (2009) noemen motivatie als een van de redenen om serious games in het onderwijs te implementeren. Spelers vinden het leuker om te leren via een game dan via een schoolboek (Prensky 2005). Daarnaast zijn er game elementen die de motivatie kunnen versterken. Hierdoor zal de speler langer willen spelen en beter zijn best doen. Gee (2005) stelt daarnaast dat motivatie wordt beïnvloed door het frustratieniveau van de speler.

### *Educatieve software*

Wat scholen nu veel aan games gebruiken, hebben zij aangeschaft omdat de games het label educatieve software hebben gekregen en omdat deze aangeraden worden door de uitgever van schoolboeken, collega's of gespecialiseerde tijdschriften. De educatieve waarde van de software staat voorop. Wanneer dezelfde software het label 'serious games' gekregen zou hebben, zouden scholen langer moeten nadenken voordat ze de game zouden aanschaffen. Leerkrachten hebben nog een negatieve houding tegenover digitalisatie van de klas, maar een game als lesmateriaal vinden velen nog enger. Vooral de oudere generatie houdt vast aan de klassieke vorm van educatie, waarin een spelletje spelen in de klas niet past. Tevens associëren leerkrachten de term 'serious game' nog niet met educatief spel. (Hastjarjanto 2010)

Het digitale materiaal dat de educatieve uitgeverij Malmberg bijvoorbeeld meegeeft als supplement bij de rekenmethode Pluspunt is een letterlijke (digitale) hertaling van hetgeen er in het boek staat. Dit heeft voor- en nadelen. De voordelen zijn dat de opdrachten die de leerlingen maken niet meer gecorrigeerd hoeven te worden door de leerkracht en de leerlingen krijgen direct na het maken van de opdracht feedback. Het nadeel is dat deze digitale versie dezelfde is als de boekversie met als verschil dat de feedback geautomatiseerd is (Hastjarjanto 2010). Er wordt geen optimaal gebruik gemaakt van het medium zoals Prensky (2005) voorstelt.

Prensky (2005) stelt dat de game als medium twee voordelen heeft ten opzichte van een

schoolboek: de leerlingen hebben er affiniteit mee en het heeft educatieve waarde. Het eerste voordeel zorgt voor een verhoogde motivatie waardoor de speler langer en meer wil spelen. Bij een serious game heeft dit als consequentie meer en sneller leren. Het tweede voordeel is dat de leerlingen door de game sneller kunnen leren, mede door de verhoogde motivatie. Daarnaast helpen directe feedback en gespecificeerde uitleg voor een aangepast leerprogramma voor de leerling.

Een andere reden, die De Freitas (2005) geeft, om een serious game te implementeren in het reguliere onderwijs is dat het extra en specifieke aandacht kan geven aan leerlingen die het nodig hebben. Leerlingen met een leerafwijking hebben extra aandacht nodig. De Freitas ziet serious games als een goede methode om deze leerlingen de aandacht te geven die ze nodig hebben. Leerkrachten hebben vaak niet genoeg tijd voor deze leerlingen of hebben geen tot weinig ervaring met bijvoorbeeld dyscalculi of dyslectie. Een game waarin verschillende stimuli (audio en visueel) aangesproken worden bij de leerling, helpen de speler te begrijpen wat er op het scherm gebeurt.

De Freitas (2005, De Freitas & Griffiths 2006) maakt een duidelijk onderscheid tussen games en simulaties. Een simulatie als serious game is bij bepaalde vaardigheden de meest geschikte leervariant. Denk hierbij aan business simulators of scenario games waarbij presteren onder druk en bij uitzonderlijke gevallen getraind moet worden. Deze games worden vaak gebruikt in het hoger onderwijs vanwege de complexiteit die de simulators kunnen omvatten. Een nadeel bij bijvoorbeeld een rekensimulatie is dat de game geen game-elementen kan bevatten, omdat die elementen niet passen bij de conventies van een simulatie. De simulatie is alleen het oplossen van sommen met als feedback dat het antwoord goed of fout is. Deze games zijn alleen gemaakt om kennis en/of vaardigheden over te brengen en te toetsen. Er is geen ruimte voor een spelelement of narratief, terwijl dit de motivatie kan bevorderen. De enige beloning die de speler krijgt is een “Goed zo!” wanneer de som goed beantwoord is.

Simulatiegames zijn gemaakt vanuit het idee van overdracht van kennis of ontwikkeling van een vaardigheid in plaats van het leerproces. Door meer te concentreren op het proces in plaats van het resultaat, zullen de spelers makkelijker in staat zijn om de verkregen kennis en vaardigheden ook buiten de game toe te passen. (zie ook 1.3 voor deze ontwikkeling in het rekenonderwijs). Daarnaast is een simulatie ook geschikt om de speler gewend te laten raken aan crisissituaties en hoe hij deze moet oplossen.

### *Heterogene doelgroep*

Prensky (2005) stelt dat weten wie je publiek is belangrijker is dan de content van de game voor de game ontwikkelaar. De gameplay en game format moeten tenslotte aansluiten bij de doelgroep voordat ze ook maar beginnen met leren. De game moet door de hele doelgroep (hoe uiteenlopend deze ook is) gespeeld willen worden. Hij onderscheidt de groep naar vier variabelen: leeftijd, sekse, competitieve houding en eerdere ervaring met games. De doelgroep kan gedefinieerd worden naar de grootste

gemene deler in een van de vier categorieën. Bij een serious game kan het voorkomen dat de doelgroep niet te definiëren is met deze variabelen en dus geen homogene doelgroep heeft.

Prensky geeft drie oplossingen wanneer de doelgroep van de game niet homogeen is. De eerste oplossing is om een game format te kiezen die zowel voor mannen als vrouwen, als voor competitieve en niet-competitieve spelers aantrekkelijk is. De tweede oplossing is om meerdere games te maken. De derde oplossing is om een non-game alternatief aan te bieden voor de subgroep die liever niet een game speelt. De derde oplossing vervalt wanneer de serious game in klassikaal verband gebruikt wordt, aangezien dat de vervangende leer methode is. De tweede oplossing is voor veel gameontwikkelaars niet mogelijk. Scholen kunnen daarentegen wel meerdere games aanschaffen. De eerste oplossing kan nog verder uitgebreid worden door meerdere game modi aan te bieden binnen dezelfde game. Om de meest relevante oplossing te vinden stelt Prensky een denktank voor met representatieve leden uit de doelgroep.

### *Leerstijlen*

In mijn onderzoek ga ik er vanuit dat er meerdere leerstijlen zijn en dat de manier van leren zoals Prensky die beschrijft, er een van is en dat niet de hele generatie deze leerstijl als voorkeur heeft. Deze leerstijlen worden gekoppeld aan de meervoudige intelligentie theorie van Howard Gardner (1986). De theorie van Gardner wordt al veel gebruikt in het onderwijs in de Verenigde Staten en wordt ook meer in Nederland toegepast door het concept van de Sterrenschool (Hastjarjanto 2010). Er is geen duidelijke verwijzing, maar zoals Prensky over leerstijlen praat en hoe hij het leren classificeert, is hij er ook door beïnvloed. De Freitas (2006) observeert de voorkeur voor meerdere leerstijlen ook in haar onderzoek. Een van de ondervraagde onderwijzers merkte op dat het spelen van een game een goed alternatief is voor leerlingen die het moeilijk vinden om uit een boek te leren. Dit is ook een argument om serious games naast de schoolboeken aan te bieden als alternatieve leer methode aan de leerlingen. Zij kunnen leren met het leermiddel dat het beste bij hen past.

Van den Heuvel-Panhuizen (2009) betoogt in haar stuk ook het nut van het aanbieden van meerdere leerstijlen. In het verlengde van Gardner's meervoudige intelligentie is de integratie van serious games in het onderwijs een manier om de leerlingen een keuze te bieden en voorkeur te geven aan hun manier van leren. Het leren vanuit een lesboek is een van de methodes; het leren via een serious games een tweede.

De verschillende speelstijlen hebben geen invloed op de manier van leren, maar wel op de complete leerervaring van de speler. Een serious game is een manier van leren die nog niet in het onderwijs terug te vinden is. Scholen worden zich steeds meer bewust van de werking van verschillende leerstijlen bij de leerlingen (Hastjarjanto 2010). Dalton scholen gebruiken de leerstijlen steeds meer in het onderwijs. De Droomspiegel is een school die heel duidelijk deze leerstijlen gebruikt om de leerlingen te toetsen op hun vaardigheden bij de leerstijlen (Hastjarjanto 2010).

Gardner definieert acht verschillende leerstijlen: linguïstisch, logisch-mathematisch, interpersoonlijk, intrapersoonlijk, natuurlijk, ruimtelijk, muzikaal-ritmisch en lichamelijk. De leerstijlen van Gardner verwijzen naar de leer methode of leermedium, terwijl Prensky kijkt naar de leerstijlen die verwijzen naar het leerproces binnen de leer methode. Prensky beschrijft deze leermomenten aan de hand van de content die ermee geleerd kan worden: "*practice and feedback, learning by doing, learning from mistakes, discovery learning and guided discovery, goal oriented learning, task-based learning, question led learning, situational learning, role playing, constructivist learning, multisensory learning, learning objects, coaching, intelligent tutors*" (p. 112-115). Deze leermomenten kunnen ook binnen verschillende leer methodes worden teruggevonden.

Na het definiëren van de doelgroep is begrijpen van de content voor gameontwikkelaars een belangrijke stap voordat er over de game zelf wordt nagedacht. Het hangt namelijk van de soort content (kennis of vaardigheid) af via wat voor leermomenten de speler de kennis of vaardigheid het beste kan leren. Voor een rekengame zijn 'practice and feedback' (oefenen en feedback), 'learning by doing' (leren door te doen) en 'learning from mistakes' (leren van fouten) het meest geschikt.

### *Gender*

Gender is een factor die niet vergeten moet worden als er naar gelijke leerkansen wordt gekeken.<sup>1</sup> Jongens en meisjes verschillen in hun computervaardigheden en voorkeuren in het uiterlijk en de content van de game (Kafai 2009, Jansz & Vosmeer 2009). Dit is niet een van de focuspunten voor dit onderzoek, omdat de verschillen bij deze aspecten niet te beperken zijn met aangepast game design zonder dat de game te complex wordt. Het is wel mogelijk om het verschil in computervaardigheden op te vangen met een goede structuur van de game waardoor spelers met minimale computervaardigheden de game ook kunnen spelen. Het nadeel is dat de spelers met meer ervaring hier geen profijt van hebben. Een van de game-elementen die de computervaardigheid aan kan leren is een tutorial. Daarin worden de game, de toetsen en de regels uitgelegd. De ervaren speler herkent deze game conventies van eerder gespeelde games. Voor deze speler is het niet nodig om dit nog een keer uitgelegd te krijgen. In eerdere onderzoeken (Kafai 2009, Jansz & Vosmeer 2009) is gebleken dat samenwerken en een competitief element het leerproces positief beïnvloeden.

Er zijn voorkeuren in speelstijlen bij jongens en meisjes, zoals competitief (masculien) en non-competitief (feminien) spelen, die de game aantrekkelijk kunnen maken voor de spelers. Het competitief spelen is vooral een voorkeur bij mannelijke spelers, maar is niet uitsluitend de voorkeur van jongens. Daarom benoem ik de voorkeur voor het competitief spelen en de bijhorende game elementen het masculiene profiel. Meisjes hebben een voorkeur voor non-competitief gamen, in een coöperatieve omgeving. Daarnaast zijn er game-elementen, zoals het kunnen aanpassen van de avatar

---

<sup>1</sup> Gender is niet het focuspunt voor dit onderzoek. Er is echter wel veel onderzoek naar dit onderwerp binnen serious games gedaan. Voor een overzicht van gender, ict-gebruik en het onderwijs, lees Volman, van Eck, Heemskerk & Kuiper (2005). Ook is er al onderzoek gedaan naar game design waar gelet is op gender (Garner-Ray 2003).

die de voorkeur van veel meisjes hebben. Deze voorkeuren noem ik het feminiene profiel, omdat ook deze voorkeuren niet uitsluitend bij meisjes te vinden zijn. (Kafai 2009)

Spelers met een feminiene of masculiene speelstijl hebben ieder een andere voorkeur voor specifieke game elementen. Dit kan ook de motivatie beïnvloeden. Beide soorten spelers zullen het aanpassen van hun avatar als positief ervaren terwijl bij de verschillende game modes masculiene spelers liever competitief spelen dan coöperatief.

### *Secundaire vaardigheden en game literacy*

Prensky (2005) en Gee (2006, 2009) laten zien dat spelers verschillende vaardigheden leren terwijl ze een game spelen. Bij een serious game staat er altijd een vaardigheid centraal, maar spelers leren meer. Deze secundaire vaardigheden zijn bijvoorbeeld oog-hand coördinatie, het begrijpen van de game regels en algemene game conventies. Het begrijpen van de game regels en game conventies wordt ook wel 'game literacy' genoemd. Spelers met game literacy zullen sneller in staat zijn om de basistoetsen, de interface en navigatie te begrijpen dan spelers die niet eerder of zelden een game gespeeld hebben.

Blumberg & Ismailier beschrijven in "What Do Children Learn from Playing Digital Games?" (2009) in welke categorieën de secundaire vaardigheden vallen. Ze hebben vier hoofdcategorieën gedefinieerd: cognitieve processen, doel georiënteerd, game georiënteerd en affectie. Als vijfde hebben zij de categorie context georiënteerd gedefinieerd, maar deze is specifiek voor spelers die meedoen aan een experiment. Spelers die serious games in klassikale, niet-experimentele setting spelen zullen hier niet mee te maken krijgen. De subcategorieën van eerder genoemde vijf categorieën geven een goed overzicht waar game literacy uit bestaat.

Cognitieve processen hebben als subcategorieën inzicht en het herkennen van een dilemma. Deze categorieën vallen onder het probleemoplossend vermogen van Gardner. De categorie 'doel georiënteerd' heeft als subcategorieën het doel van een proces en het doel van de game. Deze categorie gaat vooral om het begrijpen van het doel en niet het uitvoeren ervan. Dit valt onder de categorie game georiënteerd. Game georiënteerde categorieën zijn game strategieën, game mechanismen, game regels, game tekens en achtergrondkennis. De ontwikkeling van deze onderdelen zal de game literacy van de speler vergroten. De affectieve categorie heeft als subcategorieën game evaluatie en performance evaluatie. Dit is een belangrijke categorie bij game-based learning waar evaluatie na het spelen tot inzicht leidt in het leerproces van de speler. Vooral deze secundaire vaardigheden zullen spelers helpen of uitsluiten. De onervaren speler moet deze vaardigheden kunnen ontwikkelen om de game beter te kunnen spelen. Als de mogelijkheid om ze te ontwikkelen niet aanwezig is, zullen de onervaren spelers zich al snel buitengesloten voelen.

"Game studies" is een onderzoeksveld waar veel crossdisciplinaire wetenschappers onderzoek doen. Zij hebben bijvoorbeeld een achtergrond in theaterwetenschappen of psychologie en lenen theorieën en concepten uit hun oorspronkelijke veld om waarnemingen in game studies te verklaren.

Voorbeelden zijn het concept van de vierde muur (uit de theaterwetenschappen) en het concept van flow (uit de psychologie). Flow is een concept dat in 2000 al vanuit de psychologie naar game studies

is gehaald door een bachelor student. Dit idee is verder uitgewerkt door Penelope Sweeter en Peta Wyeth (2005), onderzoekers informatietechnologie en engineering aan de Universiteit van Queensland, in het artikel "GameFlow: A Model for Evaluating Player Enjoyment in Game".

### *Game-based Learning*

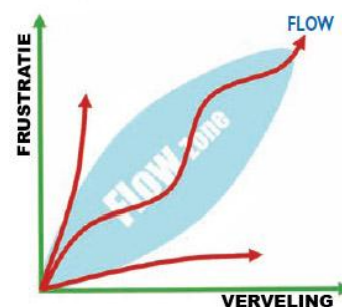
Een van de problemen van serious games is in 2001 door Prensky benoemd: "Some games have little educational value not because they are games, but because they lack pedagogical design and game-based learning principles" (Prensky 2001: in Hong et al. 2009, p. 431). De games hebben wel de content die de speler kan leren, maar niet het juiste design om het goed over te brengen. Sindsdien is er veel onderzoek naar gedaan. James Paul Gee is een van de onderzoekers die zich voornamelijk bezig houdt met game-based learning. Een van de concepten die Gee (2005, 2009) ontwikkeld heeft is 'good learning'. Gee bedoelt met good learning "[...] learning that is guided by and organized by principles empirically confirmed by systematic research on effective and deep learning in the learning sciences" (2009, p. 65). Gee heeft zestien criteria opgesteld om good learning mogelijk te maken in een 'goodgame' (2005). Een aantal belangrijke punten zijn de "just in time" (net op tijd) en "on demand" (op verzoek) informatie die de spelers nodig hebben om verder te komen en de "well-ordered problems" (goed geordende problemen) waarmee bedoeld wordt dat de opbouw van de opdrachten opgebouwd wordt in moeilijkheid (zie 2.2 voor meer over de moeilijkheidsgraad).

Een van de belangrijkste onderwerpen die Prensky bespreekt dat voor mijn onderzoek relevant is, is hoe gameplay en leren het best gecombineerd kunnen worden om het meeste uit game-based learning te halen. Om het beste uit game-based learning te halen moet er een goede gameplay aanwezig zijn en een leerproces. Als er geen gameplay aanwezig is, is het 'computer-based learning' en als er geen leerproces aanwezig is, is het een pure game. Prensky benadrukt dat de twee een gelijke verhouding moeten hebben, omdat de game anders terugvalt op een van de twee andere categorieën.

## 2.2. Flow

De moeilijkheidsgraad is voor een game een manier om een grotere doelgroep aan te spreken (Prensky 2005). De doelgroep wordt groter doordat minder en meer ervaren spelers de game kunnen spelen zonder verveeld of gefrustreerd te raken. De ervaren spelers zullen voor een hogere moeilijkheidsgraad kiezen dan de minder ervaren spelers (zie figuur 2). Voor beide groepen is er, door het verschil in moeilijkheid, genoeg uitdaging om de game leuk te houden. Wordt de game te makkelijk, dan zal een speler afhaken. Is een game te moeilijk, dan raakt de speler gefrustreerd en zal hij ook afhaken. Dit principe is wat de psycholoog Mihaly Csikszentmihalyi laat zien

met zijn concept flow. Flow is een staat van bewustzijn waarin de persoon op kan gaan in de activiteit en de rest kan vergeten. Csikszentmihalyi omschrijft flow verder als een ervaring "so gratifying that



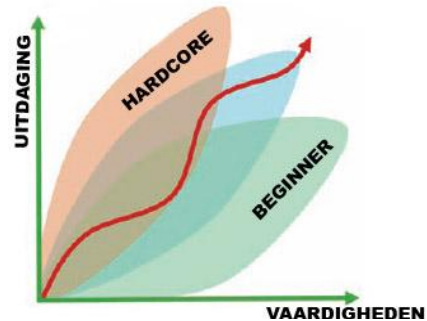
**FIGUUR 2 DE VAARDIGHEDEN VAN DE SPELER BEPALEN DE MOEILIKHEIDSGRAAD**



people are willing to do it for its own sake, with little concern for what they will get out of it, even when it is difficult or dangerous” (Csikszentmihalyi 1990). Hij ontwikkelde dit concept om de mentale staat van een kunstjaker te bepalen. De interesse die een kunstjaker heeft in een bepaald kunstwerk hangt af van de moeilijkheid van het werk. De langste interesse werd getoond bij kunstwerken waar complexe stukken werden afgewisseld met simpelere stukken.

Csikszentmihalyi’s concept van flow blijkt specifiek belangrijk voor game studies omdat het laat zien hoe de speler omgaat met obstakels en wordt al sinds 2005 opgenomen in game studies om de interesse van de speler te visualiseren (Sweeter & Wyeth 2005). Het principe van flow kan toegepast worden op hoe de moeilijkheidsgraad toe kan nemen zonder dat de speler gefrustreerd wordt omdat de game te moeilijk of te makkelijk wordt. Sweeter en Wyeth hebben een lijst van criteria opgesteld om de staat van flow bij de speler te bereiken. Uit een grondige literatuurstudie naar flow in games hebben zij geconcludeerd dat:

“[...] games must keep the player’s concentration through a high work-load; but the tasks must be sufficiently challenging to be enjoyable. The player must be skilled enough to undertake the challenging tasks, the tasks must have clear goals so that the player can complete the tasks, and the player must receive feedback on progress towards completing the tasks. If the player is sufficiently skilled and the



**FIGUUR 3 DE LIJN VAN FLOW LOOPT NIET LINEAIR**

tasks have clear goals and feedback, then he or she will feel a sense of control over the task. The resulting feeling for the player is total immersion or absorption in the game, which causes them to lose awareness of everyday life, concern for themselves, and alters their sense of time. The final element of player enjoyment, social interaction, does not map to the elements of flow, but is highly featured in the literature on user-experience in games. People play games to interact with other people, regardless of the task, and will even play games they do not like or even when they don’t like games at all” (Sweeter & Wyeth 2005, p.4).

De moeilijkheidsgraad koppelen aan de lijn van flow houdt de aandacht van de speler zo lang mogelijk vast. De lijn van flow loopt echter niet lineair (zie figuur 3). De variatie in moeilijkheid is een van de punten waarom flow goed toe te passen is. De moeilijkheid van de opdrachten neemt geleidelijk aan toe, tot de grote uitdaging. In een serious game kan dit een test- of evaluatiemoment zijn. Deze grote uitdaging vergt veel van de aandacht van de speler. Na de test worden de opdrachten weer makkelijker, zodat de speler tijd heeft om bij te komen om daarna opnieuw geleidelijk aan weer op te bouwen naar een climax. De evaluatie momenten hebben allemaal een hoger niveau dan de vorige. De uitdagingen in de leerstof kunnen wel van niveau verschillen met eerdere en latere opdrachten, maar de algehele lijn blijft stijgen.

Er wordt vanuit gegaan dat de lijn van flow voor iedere speler hetzelfde is. Het concept is daarom abstract gehouden met alleen een definitie voor de boven- en ondergrens, zonder vaste waarde. Het verschil zit vooral in waar de speler begint en hoeveel de opdrachten aangepast moeten worden om in de lijn te passen. De optimale lijn van flow ligt tussen de twee lijnen die de boven- en ondergrens aangeven. Deze grenzen zijn een combinatie van de ervaringen van de meest en minst ervaren speler en het frustratie niveau. Csikszentmihalyi heeft het frustratie niveau vastgesteld aan de hand van de complexiteit van de opdracht en de ervaring en de vaardigheden van de proefpersoon. Het principe van flow kan worden gewaarborgd door er rekening mee te houden in de game design.

### 2.3 Adaptief gamen met AI

Het principe van adaptief gamen is heel simpel: de game past zich aan de speler aan. Het aanpassen van de game kan op drie verschillende niveaus en kan op twee manieren worden doorgevoerd. De eerste twee niveaus zijn de interface en de game modus. De speler kan deze twee zelf aanpassen aan zijn voorkeuren. Het derde niveau is de moeilijkheidsgraad. In veel games moet de speler deze ook zelf aanpassen (makkelijk, normaal, moeilijk). Dit kan echter ook automatisch. De nadruk van onderzoekers op het gebied van adaptief gamen ligt op dit moment alleen op de zelfaanpassende moeilijkheidsgraad.

Het handmatig aanpassen en het automatisch aanpassen van de game aan de voorkeuren van de speler zijn een onderdeel van adaptief gamen. Onderzoekers aan de Universiteit van Maastricht hebben in het artikel "Adaptive Game AI with Dynamic Scripting" (Spronck et al. 2006) een programmeermethode ontwikkeld waarin de game de moeilijkheid aan de speler aanpast, zodat de game niet te moeilijk maar ook niet te makkelijk is voor de speler. De wisselende moeilijkheidsgraad is belangrijk om de spelers genoeg motivatie te geven. Czeckcenmihaly's theorie van flow illustreert dit. Hoe langer de speler in de zone van de flow blijft, hoe hoger de motivatie is.

Bij het GATE project is nu een onderzoek gaande naar adaptief gamen vanuit de informatica. Frank Dignum heeft met zijn collega's Joost Westra van de Universiteit Utrecht en Virginia Dignum van de Technische Universiteit Delft een onderzoek gedaan naar een geschikte manier om de artificiële intelligentie van een serious game te programmeren (2010). Zij hebben voor evolutionair programmeren gekozen in plaats van dynamic scripting.

Voordat de artificiële intelligentie besproken wordt, zal er eerst naar de eerste twee niveaus van adaptief gaming gekeken worden.

#### *Interface*

De punten van de interface die de speler kan aanpassen om de game meer naar zijn wensen te maken zijn onder andere schermgrootte, kleuren en avatars. Het aanpassen van de avatars heeft het meeste invloed op de beleving van de speler. De speler voelt zich meer betrokken bij een avatar die hem aanspreekt. De betrokkenheid heeft weer een positief effect op de motivatie. De speler zal dus beter zijn best doen met een aanpasbaar speelpersonage (Prensky 2005).

Dit zelfde geldt voor het kleurenschema. De ene speler zal zich meer betrokken voelen bij een pastelkleurige wereld, terwijl de andere een voorkeur heeft voor felle kleuren.

### *Game modes en mechanismen*

In paragraaf 2.1 heb ik het gehad over de feminiene en masculiene profielen. Deze voorkeuren zijn vooral terug te vinden bij de game modus. De masculiene spelers zullen eerder competitief spelen terwijl de feminiene spelers liever coöperatief spelen. De aanwezigheid van meerdere game modi kan de doelgroep vergroten en er kan ingespeeld worden op wat de motivatie van de spelers het langst gaande houdt.

Kafai (2009) ziet dat spelers met een feminien profiel meer tijd besteden met het aanpassen van de avatar als dit mogelijk is. De spelers met een masculien profiel hebben een voorkeur voor een competitieve modus.

### *Adaptieve AI*

De (variabele) moeilijkheidsgraad wordt bij de meeste games geregeld door de *artificiële intelligentie* (AI). Dit is alleen van toepassing als de obstakels in de game niet vast liggen in de code, ook niet met behulp van verschillende moeilijkheidsniveaus waar de speler uit kan kiezen. De belangrijkste AI in een serious game is degene die de leerstof aanbiedt. Deze AI bepaalt op welk moment welk stukje kennis aangeboden wordt aan de speler. Hij bepaalt ook wanneer de speler klaar is voor moeilijkere stof of een nieuwe onderwerp. Deze AI is vergelijkbaar met een tutor. De AI biedt de leerstof aan en evalueert de speler op bepaalde momenten om te zien of hij de basis beheerst. De AI moet weten hoe hij de speler kan blijven uitdagen zonder dat het te makkelijk of te moeilijk wordt.

Het concept van flow is te implementeren in de moeilijkheidsgraad door de AI hierop aan te passen. Er zijn verschillende manieren om dit te doen. In het onderhavige stuk worden twee mogelijkheden besproken om de AI te programmeren: dynamic scripting en evolutionair programmeren. De twee lijken op elkaar en zijn zeer geschikt om de AI van een serious game te programmeren. Het doel van beide methoden is om aan de zwakke punten van de speler te werken. Ze doen het echter op een andere manier.

Voor de diverse serious games, zijn verschillende methodes nodig om de AI te programmeren, omdat de doelen afwijken. De twee methodes, dynamic scripting en evolutionair programmeren, zijn allebei geschikt om de AI van leersoftware te programmeren, maar werken optimaal bij een verschillend leerdoel. Dynamic scripting is meer geschikt voor games die gericht zijn om leerafwijkingen aan te pakken of waar het draait om een doel. Evolutionair programmeren is geschikt wanneer er meerdere manieren zijn om iets te leren. Deze methode zoekt welke manier van leren de meest geschikte is om het leerdoel te behalen.

### *Dynamic scripting*

Dynamic scripting is speciaal ontworpen voor adaptief gamen door Spronck et al. (2006). Dit is een specifieke manier om de AI van een game te programmeren waarbij de AI leert van de speler en

hierop reageert. In het onderzoek wordt deze methode toegepast op commerciële games. Ze hebben wel voorwaarden beschreven voordat dynamic scripting geïmplementeerd kan worden. De belangrijkste voorwaarde is de aanwezigheid van een duidelijk doel voor de AI om na te streven. Deze is aanwezig bij serious games waarbij het doel voor de speler is om iets te leren of te ontwikkelen waar hij nog niet goed in is of geen kennis van heeft.

Artificiële intelligentie wordt door Spronck et al. als een non-human player beschreven wat door hen ook wel de academische definitie van AI genoemd wordt. In dit onderzoek is de non-human player niet de tegenstander van de speler, maar een compagnon of tutor. De AI die hier centraal staat moet de leerweg van de speler aangeven tijdens het spelen. Spronck et al. observeren een probleem bij goede AI wanneer een doel vastgesteld moet worden. De AI gemaakt met dynamic scripting leert van de beslissingen van de speler en reageert daar op. Als de AI geen leergrens aangegeven krijgt, verliest de speler altijd, omdat de AI op iedere actie een reactie geeft. Dit probleem is vooral zichtbaar bij games waarbij de speler een korte ronde ( $\pm 1$  uur in een commerciële real-time strategy game) speelt en de leermomenten (voor zowel de speler als de AI) kort na elkaar te vinden zijn. Dit geldt ook voor serious games die werken met scenario's. In deze situaties is de leercurve die de AI van de speler onthoudt korter dan wanneer de leercurve van de volledige speeltijd aangehouden wordt.

Bij serious games waarbij de leermomenten van de speler in de game verspreid zijn, vervalt bovengenoemd probleem. De AI reageert nog steeds op de acties van de speler door het de speler moeilijker te maken en daardoor meer en betere leermomenten voor de speler te creëren. De AI wordt in dit geval een lage bovengrens gegeven zodat de feedback van de AI altijd binnen het bereik van de speler ligt en zowel naar boven als naar beneden bijgesteld kan worden.

Dynamic scripting kan in een serious game optimaal gebruikt worden als er een probleem is dat aangepakt moet worden. Dit kan bijvoorbeeld het leren of ontwikkelen van een (sub)vaardigheid zijn. Deze methode is daarom aan te raden voor serious games die gericht zijn op spelers met een leerafwijking. De AI past de opdrachten niet aan op wat de beste leer methode is, maar om het juiste resultaat te krijgen. Het systeem werkt alleen maar om dit vastgestelde doel te behalen. Daarom werkt het sneller dan evolutionair programmeren. Dynamic scripting hoeft ook geen andere leer methodes te evalueren om te kijken of deze beter werken. Dit beperkt wel de mogelijkheden qua leer methodes.

### *Evolutionair programmeren*

In hetzelfde jaar dat Spronck et al. met het artikel kwam over dynamic scripting, kwam er nog een artikel uit "Automatically Generating Game Tactics with Evolutionary Learning" van Ponsen et al., ook van de Universiteit van Maastricht. Evolutionair programmeren is een andere manier om adaptieve AI te programmeren. Het doel van deze methode is dat het systeem leert welke handelingen er gedaan zijn en wat de beste handeling is om daarna te doen. Het systeem onthoudt alle resultaten en maakt beslissingen op basis van de handelingen en de resultaten. Een systeem kan via dit principe ook zelf leren.

Het evolutionair programmeren heeft zijn naam gekregen omdat dit hetzelfde principe als de evolutie volgt (Westra, Dignum & Dignum 2010). Dit type programmeren zoekt altijd naar het meest optimale pad per nieuwe observatie. Dit betekent niet dat een evolutionair geprogrammeerd systeem altijd hetzelfde pad volgt, maar wel altijd hetzelfde doel zoekt. In de termen van een game is het vergelijkbaar met een replay van een game waarbij er met iedere replay meer informatie bekend is en de speler meer punten kan halen.

De AI die als evolutionair systeem geprogrammeerd is, is als een tutor voor de speler. Hij begeleidt de speler door de game, registreert wat de speler leert en biedt alle leermomenten op het juiste moment aan. Wat evolutionair programmeren anders maakt dan dynamic scripting, is dat evolutionair programmeren zoekt naar de beste manier om iets aan te leren in plaats van het doel voorop te stellen. Met de geschikte leer methode kan er op lange termijn sneller geleerd worden.

De AI leert mee met de speler en selecteert wat de beste vervolgstap is. Het systeem onthoudt welke opdrachten de speler goed uitgevoerd heeft en welke minder. In de volgende stadia in de game zal het systeem de speler meer opdrachten geven die hij eerder minder goed gedaan heeft.

Deze manier van leren sluit aan bij de oefenleerstijl. Een nadeel van dit systeem is dat de speler alleen bezig is met het leren van opdrachten die hij niet goed kan. Alle opdrachten die hij succesvol uit heeft gevoerd zullen niet meer voorkomen. Om dit te voorkomen kan de AI ingesteld worden om succesvol uitgevoerde opdrachten opnieuw terug te laten komen na een bepaalde periode.

Een andere oplossing is de speler tussentijdse toetsen te laten doen om zijn kennis van alle voorgaande opdrachten te testen. Alle gebieden waar hij eerder succesvol in was, maar bij de toets niet meer, zullen weer aan de opdrachten worden toegevoegd.

Een andere manier is om de eenvoudige opdrachten te integreren met moeilijkere opdrachten. De speler moet bijvoorbeeld eerst een eenvoudige opdracht uitvoeren om toegang te krijgen tot de moeilijke. Zo worden beide gebieden getraind. Deze manier is moeilijker te integreren in een dynamisch systeem waarbij de opdrachten zeer complex zijn en niet willekeurig gecreëerd kunnen worden.

Ik heb twee manieren voorgesteld om de AI adaptief te maken zodat de speler sneller kan leren en op zijn eigen niveau. Dynamic scripting en evolutionair programmeren zijn maar twee manieren<sup>2</sup> om de AI te programmeren en werken allebei op een andere manier. Dynamic scripting werkt beter bij een serious game gericht op leerafwijkingen terwijl evolutionair programmeren tot zijn recht komt bij games waar het leerproces via meerdere leer methoden kan lopen. Dit is een aanpassing in het niet-zichtbare game design. De zichtbare aanpassingen zijn de interface en de game modes. Deze drie elementen zorgen voor adaptief gamen, maar dat kan pas plaatsvinden als de game zelf geen obstakel is voor de spelers.

---

<sup>2</sup> Andere manieren worden op dit moment onderzocht door GATE, te vinden op [www.gameresearch.nl](http://www.gameresearch.nl).

In het volgende hoofdstuk analyseer ik de twee games op basis van design, leerproces en educatieve waarde, wat deze games doen om de spelers gelijke kansen te geven en welke punten verbeterd kunnen worden zodat de game geschikt is voor een bredere doelgroep.

## Hoofdstuk 3 Leerkansen in Muiswerk en Rekentuin

In het vorige hoofdstuk zijn de kritiekpunten van serious games beschreven en mogelijke oplossingen aangeboden. In dit hoofdstuk worden twee games, Muiswerk en Rekentuin, geanalyseerd. Het onderzoek wordt geleid door de volgende onderzoeksvraag: in hoeverre zijn de leerkansen van een speler van de serious games Muiswerk en Rekentuin afhankelijk van de game design? De resultaten van de analyse zullen helpen om een antwoord te formuleren op deze vraag.

Het analysemodel bestaat uit een vragenlijst en een test om het adaptieve systeem te analyseren. In het vorige hoofdstuk is het concept adaptief gamen besproken. Bij de test let ik op de evaluatie momenten en de stijgende moeilijkheidsgraad. Het gedeelte van het analysemodel dat bestaat uit de vragenlijst, is geschikt gemaakt om alle soorten serious games te analyseren, zodat het model in verder onderzoek gebruikt kan worden als algemeen model. Daarom heb ik twee serious games geselecteerd die van twee verschillende leerprincipes uitgaan, maar wel met elkaar vergeleken kunnen worden. Dit laatste is belangrijk om goed aan te geven waar de sterke en zwakke punten liggen van beide games.

### 3.1 Game analyses

Net zoals bij de definitie van serious games zijn er ook veel verschillende modellen gemaakt om een game te analyseren. In de meeste gevallen zijn de modellen aangepast aan het onderzoek waarvoor ze bedoeld zijn. Daarom is het moeilijk om een analysemodel te vinden dat een algemene game analyse is die gebruikt kan worden als basis.

De gamewetenschappers Mia Consalvo & Nathan Dutton (2006) hebben een basismethode ontworpen om games te analyseren. Zij bekijken vier onderwerpen met dit model: inventaris van objecten, interactie mogelijkheden, interface en gameplay. Ieder object dat de speler kan gebruiken en alle interactie mogelijkheden die daarbij horen, worden in de analyse allemaal vast gelegd. Daarnaast worden de interface en gameplay kort besproken. Voor de meeste games mist er dan nog een belangrijk onderwerp, namelijk het narratief. Bij The Sims is er geen bestaand narratief, maar wordt de speler uitgedaagd om deze zelf te maken. Naast het ontbreken van het narratief, is dit analysemodel nog steeds niet volledig voor een serious game. Het leeraspect van een serious game is nog niet opgenomen. Daarom is een game analyse zoals Consalvo & Dutton gedaan hebben, niet voldoende om een serious game te analyseren.

Dit komt voornamelijk doordat het leerelement van een serious game dan over het hoofd wordt gezien, terwijl dit juist het belangrijkste onderdeel is van een dergelijke game. Daarom heb ik in mijn analysemodel een onderdeel toegevoegd dat de leerelementen van een serious game analyseert en een extra onderdeel om alle vaardigheden vast te leggen die de game aanleert, verbetert of verder ontwikkelt. Dit onderdeel bestaat uit het framework van De Freitas & Oliver (2006) en Hong et al. (2009).

Uit het onderzoek van De Freitas & Oliver (2006) is een duidelijke conclusie gekomen dat serious games niet als een commerciële game geanalyseerd kunnen worden, omdat er dan een onderdeel uitgesloten wordt: het educatieve deel (p. 262). Het framework dat zij in het onderzoek presenteren is ontwikkeld om het analysegedeelte van het educatieve gedeelte op zich te nemen. De vragen die zij in het framework stellen, zijn bedoeld om de educatieve waarde van de game vast te stellen, maar dit is niet genoeg om het volledige educatieve deel te omvatten. Het actieve leerproces en ook de leerdoelen valt niet binnen hun analysemodel.

De Freitas & Oliver hebben dit model ontwikkeld voor onderwijzers en ouders om de educatieve waarde van een game vast te stellen. Dit model gaat in vergelijking tot Hong et al. minder diep in op de game zelf, maar besteedt meer aandacht aan de omgeving waarin de game gespeeld wordt. Beide modellen zijn nodig om een goed overzicht van de werking van de game te krijgen.

Het doel van een serious game in het algemeen is het aanleren van kennis of een vaardigheid. In het geval van Muiswerk en Rekentuin zijn de games ontwikkeld om de rekenvaardigheid van de speler te ontwikkelen in een klassikale setting.

In een serious game worden ook secundaire vaardigheden getraind (zie hoofdstuk 2) die los van de content staan. Deze vaardigheden worden ook benoemd in het onderzoek van Hong et al. (2009). Zij hebben een model gemaakt waarmee een inventaris wordt gemaakt van getrainde vaardigheden. Dit gaat verder dan de analyse van Blumberg & Ismaier (2009). Hong et al. benoemen iedere vaardigheid apart in plaats van een hoofd- of subcategorie. Daarnaast worden ook de positieve en negatieve effecten benoemd die niet direct gerelateerd zijn aan vaardigheden, zoals het aanmoedigen van gewelddadig gedrag. De indeling van de vaardigheden komt overeen met de meervoudige intelligentie theorie van Gardner.

Het deel van het model dat uit het onderzoek van Hong et al. komt, kan ook gebruikt worden als kwantitatief onderzoek door de ja/nee optie te veranderen in een bolletjessysteem. Ik heb dit niet gedaan omdat dit geen vergelijkend onderzoek is, maar een kwalitatief onderzoek. De rol van dit onderdeel is te analyseren welke andere vaardigheden worden getraind bij het spelen van de game.

### 3.2 Methode

De analyse aan de hand van de vragenlijst kan opgedeeld worden in twee delen: de game analyse en de meta analyse. De game analyse is een directe analyse van de game, hoe hij eruitziet, hoe de speler ermee kan interacteren, wat de opbouw is en welke extra's de game bevat. Ieder onderdeel heeft een eigen deelvraag waar de analysevragen uit afgeleid zijn. Daarnaast wordt het adaptief systeem van beide games getest.

Een deel van het analyse model is samengesteld op basis van het designdocument dat game designers maken als handleiding bij het ontwikkelen van de game (Adams & Rollings 2007). In het designdocument staan de keuzes die de ontwikkelaars gemaakt hebben, bijvoorbeeld hoe de interface eruitziet, maar ook hoe de structuur van de game is opgebouwd. Ook staat er in het designdocument beschreven wat de optimale manier is om de game uit te spelen.



De meta analyse is een analyse van wat er gebeurt tijdens en/of na de interactie van de speler met de game. Dit gedeelte zal voornamelijk het leerproces van de speler analyseren en welke vaardigheden er aangeleerd of verbeterd worden tijdens het spelen. De content van de game wordt ook bij de meta analyse betrokken omdat die het leerproces vormt. De volledige content van een serious game is bedoeld om de speler te laten leren. Dit kan niet gescheiden worden wanneer het leerproces uitgelicht wordt.

In het laatste gedeelte van de analyse wordt het adaptieve systeem van de twee casussen nader bekeken. De belangrijkste punten van dit gedeelte van de analyse zijn de leercurve: waar zijn de evaluatie momenten? Hoe stijgt de leercurve? Wat gebeurt er als er fouten gemaakt worden? Wat gebeurt er als het goede antwoord gegeven wordt?

### 3.3 Analyse en resultaten

In het eerste deel van de analyse wordt ieder game-element beschreven waardoor een mogelijk obstakel in het leerproces naar voren komt. Deze obstakels komen door het gedeelte van de game design dat zichtbaar is voor de speler en waar hij mee interacteert.

In het tweede deel wordt het adaptieve systeem van de twee beschreven en vergeleken vanuit de twee methodes die beschreven staan in 2.3. In dit gedeelte wordt het leerproces benaderd zonder rekening te houden met de mogelijke obstakels. Zo kan de educatieve waarde van de game beter bepaald worden. Er wordt wel rekening gehouden met het framework van De Freitas & Oliver om de educatieve waarde in te schatten.

Het derde deel is een analyse van het adaptieve systeem. Het adaptief systeem kan getest worden door het maken van fouten en het registreren van de progressie.

Ik zal de analyse doen door de game te spelen, de vragen te beantwoorden, alle game-elementen te beschrijven en het leerproces bij te houden om te testen of de game daadwerkelijk adaptief is.

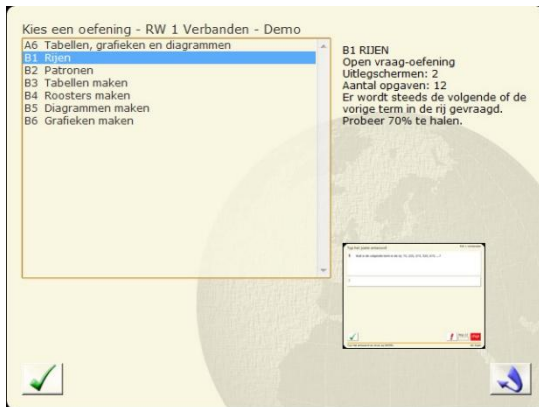
De resultaten die uit de analyse komen zullen vergeleken worden met de resultaten van het literatuuronderzoek en met de resultaten van de andere game. Een deel van de resultaten van het literatuuronderzoek is ook al in het analysemodel verwerkt, maar het systeem van adaptief gamen is niet te analyseren met een vragenlijst. Voor de analyse van alle resultaten staat de onderzoeksvraag “in hoeverre zijn de leerkansen van een speler van de serious games Muiswerk en Rekentuin afhankelijk van de game design?” centraal.

De leerkansen in een serious game beschrijven de momenten waarop de speler iets kan leren. Deze momenten kunnen uitgesteld worden of verdwijnen volledig wanneer er een ander obstakel tussen komt. Deze obstakels kunnen verschillende vormen aannemen, zoals navigatie problemen, leesvaardigheid of een tijdslimiet. De leerkansen kunnen beter worden wanneer de speler meer leert per leermoment. Daarom is het belangrijk dat er een adaptief systeem aanwezig is bij een serious game.

### 3.4 Muiswerk en Rekentuin

Voor de analyse gebruik ik Muiswerk en Rekentuin.<sup>3</sup> Beide worden al in klassikaal verband gebruikt. Zij vervangen geen lesmethodes uit schoolboeken, maar worden alleen gebruikt als ondersteuning van het bestaande onderwijs.

#### *Muiswerk*



FIGUUR 4 HET KEUZEMENU VAN MUISWERK

De eerste casus is Muiswerk. Muiswerk is een groter project dat alle vakken van het primair onderwijs omvat. Vives, een onderwijs magazine dat zich richt op ict-gebruik in het onderwijs, heeft Muiswerk goede recensies gegeven met complimenten over het adaptieve systeem (Shames 2011). Ik zal me alleen richten op de games voor rekenen. Muiswerk Educatief claimt een adaptief systeem te hebben verwerkt in Muiswerk. De resultaten krijgen een score die laat zien op welk niveau de speler zich bevindt, op landelijk niveau en op absoluut niveau.

Het doel van Muiswerk is de speler te helpen met de onderdelen van het curriculum van het primair onderwijs die hij nog niet voldoende beheerst. De speler begint met een toets. Op basis van de resultaten wordt een programma samengesteld om de zwakke onderdelen te verbeteren. De speler kan daarna alle onderdelen afzonderlijk spelen. Voordat de speler begint met spelen, krijgt hij een korte uitleg over het soort sommen en hoe hij antwoord moet geven. De opdrachten in Muiswerk hebben zowel visuele als audio ondersteuning. Daardoor is het makkelijker te gebruiken voor spelers die moeite hebben met lezen.

Muiswerk kan aan de kant van 'klassieke' educatieve software geplaatst worden. Het heeft geen tot weinig game-elementen, maar wel goede manier om leerlingen met taalachterstand te helpen door audiovisuele ondersteuning.

#### *Rekentuin*

Een andere serious game die geanalyseerd wordt is Rekentuin. Deze rekengame is ontwikkeld door de Universiteit van Amsterdam. Rekentuin is in gebruik en zowel scholen als particulieren kunnen een licentie aanschaffen. Rekentuin heeft in april 2011 een IPON award gekregen voor het meest innovatieve software product in het PO. ([www.rekentuin.nl](http://www.rekentuin.nl))

In Rekentuin zijn de rekenvaardigheden per onderdeel in een minigame te vinden. De speler kan door het maken van sommen in de minigames munten verdienen en een plantje groeit naarmate de speler een hogere score krijgt. Als de speler te lang een minigame niet heeft gespeeld, verwelken de

<sup>3</sup> Voor dit onderzoek had ik eerst de serious game Wizzworld (Ranj) als casus. Helaas hebben omstandigheden ervoor gezorgd dat ik hiervan moest afzien. Het concept van Wizzworld zoals het gepresenteerd wordt op de website is een goed voorbeeld hoe de rekenvaardigheid aangeleerd kan worden met het gebruik van alle game-elementen, ook degene die Rekentuin mist. Wizzworld heeft bijvoorbeeld wel een narratief en avatar waardoor de speler zich emotioneel betrokken gaat voelen bij het gamen. Dit zorgt voor meer inzet tijdens het spelen.

planten. De speler kan de munten die hij verdient uitgeven in zijn prijzenkast. Hij kan daar prijzen kopen en verkopen om te laten zien hoe goed hij is.

Rekentuin bestaat uit twee delen, de basistuin en de bonustuin. In de basistuin bevinden zich de basis onderdelen van rekenen: optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen.

In de bonustuin zijn minigames te vinden die gerelateerd zijn aan rekenen en ook een onderdeel vormen van het rekenonderwijs dat in de lesboeken aangeboden wordt, zoals klokkijken en zelf sommen maken. De bonustuin kan pas gespeeld worden als de speler een score heeft op alle minigames in de basistuin. Ook mogen de planten niet verwelkt zijn.

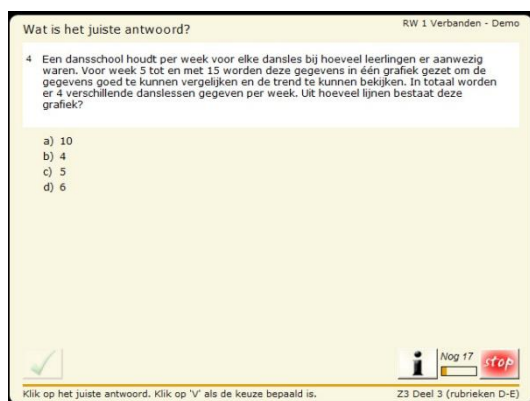


FIGUUR 5 HET BEGINSCHERM VAN REKENTUIN

De games verschillen veel van elkaar, maar hebben hetzelfde doel. De analyse van beide games laat zien dat het mogelijk is om van meerdere soorten serious games een volledige analyse te maken. Bij de resultaten zullen opvallende uitkomsten tussen de games vergeleken en nader verklaard worden.

### 3.5 Zichtbaar game design

In 3.3 heb ik uitgelegd wat de leeransen van de speler zijn. Deze leeransen worden door game design verhoogd of verlaagd. Een van de game-elementen die de leeransen in Muiswerk verhoogd is de aanwezigheid van extra uitleg bij de opdrachten en de auditieve ondersteuning. De leerlingen die niet goed kunnen lezen worden geholpen door extra ondersteuning en ontwikkelen hun taalvaardigheid en rekenvaardigheid tegelijkertijd.



FIGUUR 6 DEZE SOM WORDT VOORGELEZEN ZODAT SPELERS DIE NIET GOED KUNNEN LEZEN HEM OOK KUNNEN MAKEN

drempel voor de speler. Spelers zonder ervaring hebben dus een extra obstakel om bij de minigame te komen die ze willen spelen en wanneer ze de minigame spelen. De speler zal bij Rekentuin dus meer

Rekentuin gaat er vanuit dat de speler alle rekenvaardigheden al beheerst, maar dat die nog steeds verder ontwikkeld kunnen worden. In Rekentuin wordt er geen uitleg gegeven over de rekenvaardigheden en de directe feedback wordt gegeven in de vorm van het goede antwoord. Omdat de nadruk van Rekentuin op de game-elementen ligt, krijgt de speler geen tweede kans om het goede antwoord te geven. Het gebrek aan uitleg van de minigames, de navigatie en de interface vraagt van de speler dat hij al ervaring heeft met games en enkele game conventies kent. Dit verhoogt de

aandacht moeten besteden aan het leren van de game conventies en het navigeren zodat de leeransen verlagen.

De secundaire vaardigheden die Rekentuin ontwikkelt naast de rekenvaardigheden verschillen van de vaardigheden die Muiswerk ontwikkelt. Het virtuele tuinieren ontwikkelt vaardigheden zoals verantwoordelijkheid en zorg bieden aan de omgeving. Deze secundaire vaardigheden creëren nieuwe leermomenten die ongerelateerd zijn aan het doel van Rekentuin.

Hoewel de kern van Muiswerk en Rekentuin hetzelfde is, namelijk de rekenvaardigheid bevorderen, heeft Rekentuin meer game-elementen die de motivatie van de speler bevorderen. De beloningen, de score, de presentatie van Rekentuin zorgen ervoor dat de speler zich minder bewust is van het leerproces, maar de speler houdt voldoende motivatie om door te gaan. Zijn doel is niet het doen van de opdrachten, maar de trofeeën die hij kan verdienen. De speler van Muiswerk heeft als enige doel de opdrachten goed te maken. De beloning die hij krijgt is een compliment dat hij de opdracht goed uitgevoerd heeft. Doordat de motivatie van de spelers van Rekentuin hoger is en de spelers langer willen spelen, zijn er meer leeransen.



FIGUUR 7 DE TROFEEËNKAST

### 3.6 Adaptief gamen

Beide games promoten een adaptief systeem, zodat de rekensommen zich aanpassen aan wat de speler al kent. Dit is moeilijk om als vraag te stellen, ik heb er wel opgelet tijdens het spelen. Het is een voordeel wanneer het systeem bijhoudt wat de speler al kan, maar als dit ook de evaluatie methode is, wordt het een nadeel. Het systeem kan dan niet zien wat de speler vergeten is. Dit kan opgelost worden door tussendoor toetsen in te plannen, of de eerst geleerde sommen nog een keer terug laten komen om te testen of de speler ze nog weet. Dit werkt het beste als een tijdsperiode kan worden ingesteld.

#### ***Muiswerk***

Het adaptief systeem van Muiswerk werkt niet online. Dat wil zeggen dat de software niet wordt aangepast tijdens het spelen, maar op een bepaald moment. Bij Muiswerk moet de speler eerst een toets maken voordat hij opdrachten krijgt die passen bij zijn niveau.

De toetsen zijn de enige evaluatiemomenten. Op basis van deze resultaten wordt een pakket van sommen gemaakt en aangeboden aan de speler. Heeft hij deze doorlopen, dan moet hij de test opnieuw doen om nieuwe opdrachten te krijgen om zijn zwakke punten te verbeteren.

Het adaptieve systeem dat het beste bij Muiswerk past, is dynamic scripting. Het systeem dat Muiswerk nu gebruikt, werkt offline. Een online systeem werkt sneller en kan de resultaten van de

sommen beter verwerken tot een plan dat past bij de speler. Aangezien Muiswerk zich richt op alleen de zwakke punten van de speler, past dynamic scripting beter bij Muiswerk dan evolutionair programmeren. Dynamic scripting zal Muiswerk beter in staat stellen om de zwakke punten van de speler te vinden en deze te verbeteren. Muiswerk werkt al specifiek per onderdeel en vaardigheid.

### ***Rekentuin***

Rekentuin heeft drie verschillende niveaus: makkelijk, normaal en moeilijk. De drie niveaus staan voor de moeilijkheid van de sommen. Het systeem onthoudt nog steeds welke sommen de speler gemaakt heeft en zorgt voor veel variatie. Het is mogelijk dat een speler met de moeilijkheidsgraad ‘makkelijk’ net zo’n hoge score kan krijgen als een speler die de moeilijkheidsgraad ‘moeilijk’ kiest, het duurt alleen langer. Het systeem verhoogt de moeilijkheid van de sommen ongeacht wat voor moeilijkheidsgraad er gekozen wordt. Deze lijn verandert echter bij een andere moeilijkheidsgraad. De moeilijkheidsgraad bepaalt ook vanaf welk niveau de sommen gegeven worden. De graad ‘makkelijk’ begint met sommen met eenheden, bijvoorbeeld 3+1. De graad ‘normaal’ begint met sommen met tientallen en honderdtallen, bijvoorbeeld 12x12. De graad ‘moeilijk’ begint met sommen met duizendtallen, bijvoorbeeld 48000-24000.

De onderdelen worden vrij gespeeld in de volgorde die de speler in het lesboek geleerd wordt. In de bonustuin zijn extra onderdelen vrij te spelen die te maken hebben met rekenen, maar niet direct terug te vinden zijn. Deze minigames bevorderen het probleemoplossend vermogen van de speler. Twee minigames bevatten sommen uit de basistuin en testen of de speler de sommen zo snel mogelijk door elkaar kan doen. Dit is een extra moeilijkheid die niet automatisch aan de speler aangeboden wordt door de AI.

De evaluatiemomenten van Rekentuin vinden plaats tijdens het spelen van de minigames, maar de AI geeft ook aan wanneer het lang geleden is dat een speler een bepaalde minigame gespeeld heeft. De AI wil de speler opnieuw testen op welk niveau hij zich ook bevindt.

De score is een indicatie hoe goed de speler is in die minigame, in zijn leeftijdscategorie en in de gekozen moeilijkheidsgraad. Het is niet mogelijk om een 10 te halen als score. Infoweb heeft dit zo gemaakt zodat er altijd ruimte is om door te groeien.

Het grootste verschil in adaptief gamen bij Muiswerk en Rekentuin is de evaluatie van de speler. De AI in Muiswerk werkt offline, terwijl die in Rekentuin online werkt. Beiden hebben hun voor- en nadelen. De methode van Muiswerk, eerst een toets en daarna de opdrachten, zorgt ervoor dat de speler altijd bezig is op zijn niveau. De methode van Rekentuin moet eerst resultaten verzamelen voordat de speler sommen krijgt op zijn niveau waardoor het langer duurt voordat de speler op zijn niveau werkt. Rekentuin heeft dit opgelost door de drie moeilijkheidsgraden in te bouwen, zodat de speler zijn instapniveau kan bepalen. Op lange termijn zal Rekentuin sneller het niveau kunnen aanpassen aan de speler dan Muiswerk, omdat het evaluatie- en aanpassingsproces pas gedaan kan worden nadat de speler de toets gedaan heeft.

## Conclusie

De overheid pleit samen met een groot deel van de leerkrachten voor het (gedeeltelijk) digitaliseren van het onderwijs. Het gevolg voor de leerkrachten is dat ze minder hoeven na te kijken en meer aandacht kunnen besteden aan de leerlingen die het nodig hebben, terwijl andere leerlingen hun opdrachten kunnen maken en direct feedback krijgen op de computer. Dit is wat de uitgever Malmberg wil bereiken met de toevoeging van het digitale materiaal. Deze voordelen gelden echter alleen als het pedagogisch ontwerp van de software die gebruikt wordt, geschikt is.

Een van de digitale middelen om dit te bereiken is het gebruik van serious games, maar voordat deze gebruikt kunnen worden moet het design geschikt zijn om alle leerlingen goede leerkansen te bieden. Het doel van dit onderzoek is een advies geven aan gameontwikkelaars en om ze te helpen bij het design voor het ontwerpen van nieuwe serious games, zodat leerlingen, ervaren en onervaren spelers, gelijke kansen geboden worden met deze nieuwe leerstijl. De gelijke leerkansen worden gecreëerd door game design, welke voor obstakels of juist toegang kan zorgen voor de spelers. De manier die in dit onderzoek gebruikt wordt om de gelijke leerkansen te creëren is het concept van adaptief gamen.

Het concept van adaptief gamen is een van de onderzoeksprojecten binnen GATE. De coördinator van het project, Frank Dignum, komt uit de informatica. Ik verwacht dat het onderzoek naar de adaptieve AI verder zal gaan en er een programmeermethode uit voort zal komen die geschikt is voor serious games die in de klas gebruikt worden. Hij heeft al onderzoek op dit gebied gedaan (Westra, Dignum & Dignum 2010) en zou hierop door kunnen gaan met nieuw onderzoek.

Uit het literatuuronderzoek is gebleken dat er naast het zichtbare game design ook aandacht besteed moet worden aan de AI van de game, omdat deze de moeilijkheid bepaalt voor de speler. In een serious game is een adaptieve moeilijkheidsgraad en dus AI belangrijk om het leerproces te versnellen. De AI die de speler begeleidt in zijn leerproces bepaalt hoe snel de speler leert en welk pad hij volgt in het proces. De twee methodes die ik besproken heb, dynamic scripting en evolutionair programmeren, zijn zeer geschikt om de AI mee te programmeren. Het hangt van het doel van de game af welke methode het meest geschikt is. Dynamic scripting is het meest geschikt wanneer er een zwak punt verbeterd moet worden. De AI die met dynamic scripting is geprogrammeerd zal na de evaluatie kijken wat er nog verbeterd moet worden om het doel te bereiken. Evolutionair programmeren is meer geschikt wanneer de juiste leermethode gevonden moet worden. De AI die met evolutionair programmeren geschreven is zal na de evaluatie de leermethode zoeken die meer resultaten oplevert.

Uit het analyseonderzoek is gebleken dat game design de leerkansen kan beïnvloeden voor de spelers. Zowel Muiswerk en Rekentuin hebben dezelfde kerntaak: het verbeteren van de rekenvaardigheid van de speler. De context waarin de games gespeeld worden, is gelijk. De leerkansen worden in beide games verhoogd door verschillende game-elementen. De auditieve ondersteuning en uitleg in Muiswerk helpt de speler de vaardigheid te leren door te zien en te horen wat hij moet doen

om voor dit onderdeel te slagen. Rekentuin legt niets uit en verwacht dat de speler door ‘trial and error’ zijn rekenvaardigheid verbetert. Daar staat tegenover dat het muntensysteem een motivatieboost geeft aan de speler. De speler wordt dan, in tegenstelling tot Muiswerk, gedreven door het verkrijgen van prijzen, in plaats van het goed doen op de toets.

Het analysemodel van Consalvo & Dutton was niet volledig voor een serious game, omdat dat model het leerelement van een serious game niet in de analyse meeneemt. Om de analyse compleet te maken heb ik het model van Consalvo & Dutton als basis genomen en dit uitgebreid met modellen van De Freitas & Oliver, De Freitas & Griffiths en Adams & Rollings. Het samengevoegde analysemodel geeft een goed overzicht van hoe de game werkt, hoe het eruitziet en wat de speler leert. Het leerproces is echter nog steeds moeilijk te bevatten, voornamelijk omdat dit ook per speler verschilt. De game kan de speler alleen begeleiden en dit gebeurt aan de hand van game design, maar dit is geen garantie dat de speler het einddoel, volledige ontwikkeling van de rekenvaardigheid, zal bereiken.

Het framework van De Freitas & Griffiths en het model van Hong et al. zijn allebei niet getest door de onderzoekers zelf. Zij geven zelf ook aan dat de modellen nog getest en eventueel aangepast moeten worden als blijkt dat het niet het juiste antwoord geeft op de vraag, namelijk wat is de educatieve waarde van de game? Het framework als onderdeel van dit analysemodel heeft op deze vraag wel antwoord gegeven. De context en de pedagogische overwegingen zijn de onderdelen die het beste antwoord geven op deze vraag.

Omdat dit een vooronderzoek is om mijn analysemodel en hypothese te testen, heb ik geen kwalitatief onderzoek gedaan met proefpersonen of een ‘think aloud’ experiment met spelers. Een ‘think aloud’ experiment geeft een beter inzicht waar de speler geblokkeerd wordt door het game design en hoe hij hierop reageert. Dit tijdsintensieve project heeft als nadeel dat alleen de blokkades naar voren komen die de spelers tegenkomen. Bij een volledige game analyse is er zekerheid dat alle game-elementen die voor een blokkade kunnen zorgen uit de analyse naar voren komen.

## Het advies

Het algemene advies voor gameontwikkelaars van serious games is dat ze moeten streven om de game geschikt te maken voor de volledige doelgroep. Hiervoor kunnen de gameontwikkelaars de drie oplossingen van Prensky toepassen. Met een kleine aanpassing in het zichtbare design en de AI kan een serious game de game toegankelijker maken voor een grotere doelgroep. Serious games worden vaak in een omgeving ingezet waar er geen homogene doelgroep is zoals beschreven door Prensky. Door het design van de game toegankelijker te maken voor een brede doelgroep kan de game beter gespeeld worden door alle spelers. De meeste aanpassingen zullen gemaakt worden om de speler beter te begeleiden zodat hij geen extra aandacht hoeft te besteden aan het leren van de game conventies.

Als ze dit gedaan hebben, kan er worden gelet op de content van de game. Het analysemodel is daarvoor een goede indicator om na te gaan of hun game doet waar het voor ontwikkeld is. Zo niet, dan kan het model inzicht geven in waar de problemen liggen. Ook kunnen de ontwikkelaars zien op

welke punten zij de game kunnen verbeteren zodat de spelers gemotiveerder blijven. Het eerste deel van de analyse komt veel overeen met het designdocument dat zij maken als voorbereiding op het ontwikkelingsproces. Met het tweede gedeelte van het analysemodel kunnen de ontwikkelaars zien waar de speler problemen krijgt, wat hij niet leert wat hij wel zou moeten leren of wat hij leert wat geen onderdeel is van de geplande content.

De programmeerwijze van de AI moet aansluiten op het leerdoel van de game, aangezien het leerproces van de speler zo snel mogelijk moet gaan. Daarnaast moeten de ontwikkelaars er rekening mee houden dat niet elke leermethode geschikt is om een bepaalde vaardigheid of kennis over te brengen. Prensky heeft een overzicht gemaakt waar de verschillende typen kennis- en vaardigheidsoverdracht gekoppeld worden aan een leermethode .

Als laatste moeten gameontwikkelaars weten dat het design van de game de speler leidt in zijn prioriteiten. Het design van de serious game kan het doel van de speler bepalen, dat kan afwijken van het doel waarvoor de game gebruikt wordt. De speler zal bij Reken tuin van het verkrijgen van trofeeën zijn doel maken, terwijl de speler van Muiswerk voornamelijk bezig is met het ontwikkelen van zijn rekenvaardigheid.



## Literatuur

- Adams, E. & A. Rollings. *Game Design and Development. Fundamentals of Game Design*. New Jersey: Pearson Education, 2007.
- Blumberg, F. C. en S. S. Ismaier. "What Do Children Learn from Playing Digital Games?" *Serious Games. Mechanisms and Effects*. Ed. U. Ritterfeld, M. J. Cody and P. Vorderer. New York: Routledge, 2009. 131 – 141.
- Consalvo, M. & N. Dutton. "Game analysis: Developing a methodological toolkit for the qualitative study of games", *Game Studies Z.p*, Web. z.d. 27-1-2011  
<[http://www.gamestudies.org/0601/articles/consalvo\\_dutton](http://www.gamestudies.org/0601/articles/consalvo_dutton)>
- Csikszentmihalyi, M. *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper Perennial, London, 1990.
- De Freitas, S. I. & M. Oliver. "How Can Exploratory Learning With Games and Simulations Within the Curriculum Be Most Effectively Evaluated?" *Computers & Education* 46: 2006. 249 – 264.
- De Freitas, S. I. "Using games and simulations for supporting learning." *Learning, Media and Technology*, 31-4, 2006: 343 — 358.
- De Freitas, S. I. en M. Griffiths. "The convergence of gaming practices with other media forms: what potential for learning? A review of the literature." *Learning, Media and Technology*, 33-1, 2008: 11 — 20.
- Gardner, H. "The Theory of Multiple Intelligences." *Annals of Dyslexia* 37-1, 1986. 19-35.  
*Schools: Studies in Education*, 5, 2008: 17 – 24.
- Garner-Ray, S. *Gender Inclusive Game Design: Expanding The Market*. Charles River Media: 2003.
- Gee, J. P. "Good Video Games and Good Learning" in: *Phi Kappa Phi Forum*. Volume 85, Number 2, 2005.
- Gee, J. P. "Deep Learning Properties of Good Digital Games: How Far Can They Go?" *Serious Games. Mechanisms and Effects*. Ed. U. Ritterfeld, M. J. Cody and P. Vorderer. New York: Routledge, 2009. 67 – 82.
- Hastjarjanto, T. E. *Digitaal werken op de Sterrenschool*. Ongepubliceerd. Stageverslag.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den. *Hoe rekent Nederland?* Utrecht: All Print, 2009.
- Hong, J-C. , C-L. Cheng, M-Y. Hwang, C-K. Lee & H-Y. Chang. "Assessing the Educational Value of Digital Games." *Journal of Computer Assisted Learning*, 25, 2009: 423 – 347.
- Jansz, J. en M. Vosmeer. "Girls as Serious Gamers: Pitfalls and Possibilities." *Serious Games. Mechanisms and Effects*. Ed. U. Ritterfeld, M. J. Cody and P. Vorderer. New York: Routledge, 2009. 236-247.

Kafai, Y. B. "Serious Games for Girls? Considering Gender in Learning with Digital Games." *Serious Games. Mechanisms and Effects*. Ed. U. Ritterfeld, M. J. Cody en P. Vorderer. New York: Routledge, 2009. 221-235.

Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. *Scholen van morgen*. 2007. Kamerstuk. <<http://www.rijksoverheid.nl/bestanden/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2007/11/28/bijlage-a-notitie-scholen-voor-morgen/49767a.pdf>>

Ponsen, M., H. Muñoz-Avila, P. Spronck & D. W. Aha. "Automatically Generating Game Tactics with Evolutionary Learning". *AI Magazine*, Vol.27- 3, 2006: 75-84.

Prensky, M. "Computer Games and Learning : Digital Game-Based Learning." *The Handbook of Computer Game Studies*. Eds. J. Raessens en J. Goldstein Cambridge, MIT Press, 2005.

Ritterfeld, U., M. Cody en P. Vorderer. "Introduction." *Serious Games. Mechanisms and Effects*. Ed. U. Ritterfeld, M. J. Cody and P. Vorderer. New York: Routledge, 2009. 3 – 9.

Shames, L. "Muiswerk Online 'Rekenen en Wiskunde'". *Vives*, 118-10, 2011.

Spronck, P., M. Ponsen, I. Sprinkhuizen-Kuyper & E. Postma. "Adaptive Game AI with Dynamic Scripting". *Machine Learning*, Vol. 63-3, 2006: 217-248.

Sweetser, P. and Wyeth, P. "GameFlow: A model for evaluating player enjoyment in games". *Computers in Entertainment* 3, 2005.

Van der Lubbe, V. *Interactieve Digibord Didactiek*. 2011. Master Thesis. <<http://igitur-archive.library.uu.nl/student-theses/2011-0621-200308/UUindex.html>>

Volman, M. , E. van Eck, I. Heemskerk en E. Kuiper "New technologies, new differences. Gender and ethnic differences in pupils' use of ICT in primary and secondary education." *Computers & Education*, 45, 2005: 35-55.

## Bijlage

Dit analysemodel is gebaseerd op het onderzoek zoals beschreven in 3.2. Het eerste gedeelte is gebaseerd op het gamedesign document dat game ontwikkelaars gebruiken tijdens de ontwikkelingsfase (Adams & Rollings 2007). Het gedeelte over het leerproces is een framework ontwikkeld door De Freitas & Oliver (2006). Het laatste gedeelte is een analysemodel van Hong et al. (2009) waarin de vaardigheden worden geïnventariseerd die aangeleerd kunnen worden.

### Analysemodel serious games

#### *Game analyse Muiswerk*

#### **Basis informatie**

Naam game: *Muiswerk*

Naam ontwikkelaar developer: *Muiswerk Educatie*

Platform: *Browser-based*

Genre: *Serious Game*

Sub genre: *Simulatie*

Onderwijstype: *PO, VO, MBO, HBO*

Verkrijgbaar: *Account is verkrijgbaar via de website*

Licentie: *Een account geeft toegang tot de game. Het soort account (ouder, leerkracht) geeft extra toegang tot de voortgang van de leerling. Licenties worden per jaar verstrekt.*

Samenvatting: *Digitale taal- en rekenprogramma's van Muiswerk zoeken voor elke leerling uit wat hij al beheerst en voor welke onderwerpen hij oefenmateriaal nodig heeft. Vervolgens krijgt iedere leerling een persoonlijk oefenprogramma waar hij zelfstandig aan werkt. Alle oefeningen beginnen met duidelijke uitleg en de programma's reageren met zinnige feedback op de acties van de leerling: ze vertellen de leerling hoe hij de gemaakte fout de volgende keer kan voorkomen, geven tips of noemen de regel opnieuw. De slimme programma's verhogen de leerprestaties van zwakkere leerlingen en bieden uitdaging aan de sterkere leerlingen. Om de cirkel rond te maken rapporteren ze uitgebreid naar het docententeam over de inspanning en de voortgang.*

Kennisdomein (een één of meerdere):

Rekenen/wiskunde

Engels

Nederlands

Kunst

Natuurkunde

Scheikunde

Maatschappijleer

Economie

Muziek

Algemeen

Game Modus:

Drill & Practice, Single, Combat, Stable Contest, Evolutionary contest, Scenario

Als de game meerdere modi heeft, geef dan het percentage aan per modus.

1. Drill & Practice 100% 2. \_\_\_\_\_% 3. \_\_\_\_\_%

### **Grafische gebruikers interface**

Menu opties: *Geen*

Aanpasbare instellingen: *Geen*

Grafische stijl: *Realistisch*

On-screen elementen:

Hoofdscherm: *Toets en Jouw opdrachten*

Rekenspel: *rekenopdracht, achtergrondplaatje, tijd, aantal sommen nog te gaan, stop,*

Kleurenschema: *Zwart, wit*

Uiterlijk avatar: *Geen persoonlijke avatar*

### **Game play**

Mogelijkheden avatar (navigatie): *NVT*

Bewegen in de game ruimte: *NVT*

Springen: *NVT*

Interactie met objecten: *NVT*

Interactieve objecten:

In de game wereld:

In de interface: *Stop*

Obstakels:

In de game wereld: *Geen*

In de kennis/opdrachten: *Rekenopdrachten*

In de navigatie: *Waar kan je iets vinden*

Hulp:

Directe feedback: *Bij het derde foute antwoord krijgt de speler het juiste antwoord te zien.*

Hints: *Bij het eerste foute antwoord krijgt de speler een hint. Bij het tweede foute antwoord krijgt de speler alle informatie hoe hij aan het antwoord*

Uitleg: *Voor ieder onderdeel is er een uitleg.*

Tutorial: *Er is geen tutorial om de grafische gebruikersinterface of gameplay uit te leggen.*

Tijd:

Tijd limiet per opdracht: *Geen limiet*

Tijd limiet per level: *Geen limiet*

Totale speeltijd: *Geen limiet*

Anders: *Enige input device is de muis*

### **Structuur/opbouw**

Tutorial: *Geen*

Uitleg besturing avatar: *NVT*

Uitleg interface: *Geen*

Uitleg in-game objecten (interactie): *Geen*

Voortgang geleerde kennis: *Voortgang wordt alleen geëvalueerd bij de toets, niet bij de opdrachten.*

Voortgang navigatie vaardigheden: *NVT*

Voortgang game: *NVT*

Parallele voortgang: *Voortgang game gebaseerd op resultaten van de kennistest*

Groei moeilijkheidsgraad kennis: *Niet zichtbaar*

Test niveaus kennis: *Doormiddel van een toets*

Evaluatie momenten: *Alleen bij de toets*

Aantal game levels: *zes basisonderdelen, bonustuin ...*

Afsluitende kennis test: *Geen, alleen een toets vooraf.*

### **Extra's**

Leaderboard: *Geen*

VS mode: *Geen*

Co-operatief: *geen*

Avatar aanpassingen customization: *Geen*  
Behaalde doelen: *Geen*  
Beloningen: *Geen*  
Anders:

*Meta analyse*

## **Content**

### **Verhaal**

Aanwezig: *Nee*  
Rode draad van de game: *NVT*  
Betrokkenheid speler: *Geen*  
Sturing van de speler: *NVT, lineaire game*

## **Leerproces**

### **Context**

Wat is de context waarin wordt geleerd? *De leerling speelt Muiswerk uitsluitend op school.*  
Heeft de context invloed op het leren? (bijvoorbeeld toegang, technische ondersteuning, hoeveelheid leermateriaal) *Er is een internetverbinding voor nodig en een internet browser die geschikt is om de game te laden. Daarnaast heeft de speler een muis en hoofdtelefoon nodig.*  
Hoe wordt de link gemaakt tussen de context en oefening via de serious game? *De opdrachten uit de serious game komen overeen met wat de speler geleerd heeft van zijn leerkracht.*

### **Leerling specificatie**

Wie is de speler/leerling? *Muiswerk wordt aangeboden aan leerlingen/spelers vanaf vier jaar. Er is geen maximum leeftijd in hun doelgroep. Muiswerk is ook beschikbaar voor leerlingen van het MBO en HBO die hun rekenvaardigheden moeten bijspijkeren en inburgeraars.*  
Wat is zijn achtergrond en educatieve voorgeschiedenis van de speler? *Omdat de doelgroep zo divers is, is er geen gemeenschappelijke achtergrond of educatieve voorgeschiedenis.*  
Wat is zijn leerstijl en welke leervoorkeuren heeft de speler? *Omdat de doelgroep zo divers is, is het niet mogelijk om een gemeenschappelijke voorkeur voor leerstijl of -methode vast te stellen.*  
Wie zitten er nog meer in de leergroep? *De andere spelers in de leergroep zijn de leerlingen uit dezelfde leeftijdscategorie. Dit wil niet zeggen dat de rekenvaardigheden hetzelfde zijn van alle leerlingen.*  
Wat is de beste manier om de leerling(en) te ondersteunen? *Muiswerk biedt de speler zowel de mogelijkheid om zijn zwakke punten te oefenen als de uitleg die bij deze onderdelen hoort. De game is niet ontworpen om alle rekenvaardigheden te ontwikkelen.*  
Op wat voor manier werken de leerlingen samen en wat voor samenwerkingsoefeningen kunnen dit ondersteunen? *Er is geen samenwerkingsverband tussen de leerlingen gedefinieerd voor deze game.*

### **Pedagogische overwegingen**

Welke pedagogische modellen en benaderingen worden gebruikt? *De benadering voor de rekenvaardigheid komt overeen met het oude rekenen waar de nadruk gelegd wordt op het herhalen van dezelfde soort sommen. Er wordt weinig uitleg gegeven. Het leren komt overeen met het leren door te doen.*  
Welke pedagogische modellen en benaderingen zijn het meest effectief? *De onderwijzers zijn verdeeld in twee kampen over wat de beste manier is. Ervanuitgaande dat leerlingen verschillende leerstijlen prefereren kan dit een effectieve manier zijn voor leerlingen die excelleren met onderwijs van het oude rekenen. Leerlingen die beter leren via het oude rekenen zullen met Muiswerk meer problemen hebben.*

Wat zijn de doelen binnen het curriculum? *De game is geschikt voor meerdere onderwijstypes. Het curriculum verschilt per onderwijstype.*

Wat zijn de leerdoelen? *Het verbeteren van de rekenvaardigheden.*

Wat zijn de leeractiviteiten? *Optellen, aftrekken, vermenigvuldigen, delen, breuken, klokkijken, logica, reeksen*

Hoe kunnen de leerdoelen behaald worden door bestaande games of simulaties? *Rekengames geven de speler de mogelijkheid om de rekenvaardigheid te oefenen en zo verder ontwikkelen.*

Hoe kunnen de leeractiviteiten en -doelen behaald worden door speciaal ontworpen software? *De rekenvaardigheden worden verder ontwikkeld met behulp van Muiswerk. De ontwikkeling van de rekenvaardigheden gaat sneller met Muiswerk door het adaptieve systeem.*

Hoe kunnen (na)besprekingen het leerproces versterken? *Muiswerk legt alle onderdelen uit en geeft de speler dan de gelegenheid om zijn nieuw verkregen kennis toe te passen. Nabespreken kan de speler meer inzicht geven in zijn leerproces.*

### **Manier van representatie (gebruikers hulp)**

Welke software is het meest geschikt voor deze leeractiviteit? *De voorkeur voor het soort serious game hangt af van de leerling/speler.*

Hoe trouw met een speler de serious game spelen om het meeste eruit te halen? *Muiswerk heeft een adaptief systeem waarmee de onderdelen aangepast worden op hoe goed de speler kan rekenen. Als de speler trouw blijft spelen, zullen zijn rekenvaardigheden verbeteren.*

Welk niveau van immersie is nodig om de leerdoelen te behalen? *Rekenvaardigheid is een abstracte vaardigheid die geen inlevingsvermogen vereist.*

Welk niveau van realisme is nodig om de leerdoelen te behalen? *Rekenvaardigheid is een abstracte vaardigheid die geen niveau van realisme vereist.*

Hoe kan de speler een link maken tussen de wereld van de game en de reflectie op zijn leerproces? *De speler kan niet zijn score zien. De leerkracht ziet de fouten die de speler maakt tijdens de toets en de opdrachten. Op basis daarvan zal de leerkracht besluiten om de speler erop aan te spreken of niet.*

## **Vaardigheden**

Geef aan in hoeverre de volgende stellingen op educatief gebied waar zijn, betreffende de game.

### **Mentale verandering**

De game is in staat om...

- 1) rechtvaardigheid en moraal aan te leren. *Nee*
- 2) avontuurlijkheid aan te leren. *Nee*
- 3) de tolerantie te verhogen. *Nee*
- 4) standvastigheid en doorzettingsvermogen aan te leren. *Ja*
- 5) verantwoordelijkheid aan te leren. *Nee*
- 6) plannen aan te leren. *Nee*
- 7) plannen op lange termijn aan te leren. *Nee*
- 8) het inzien en maken van een waardevolle ruil aan te leren. *Nee*
- 9) het belang van efficiëntie aan te leren. *Ja*

Andere: \_\_\_\_\_

### **Emotionele behoeften**

De game is in staat om...

- 1) het gevoel van toebehoren te vervullen. *Nee*
- 2) te helpen bij het ontwikkelen van een sociale identiteit. *Nee*
- 3) samenwerken aan te moedigen. *Nee*
- 4) vriendelijkheid en trouw aan te leren. *Nee*
- 5) de concentratie te verhogen. *Ja*
- 6) eerlijkheid en rechtvaardigheid aan te leren. *Nee*

- 7) eenvoud aan te leren. *Nee*
- 8) netheid en geordendheid aan te leren. *Nee*
- 9) zorgen over kosten en baten op korte termijn te reduceren. *Nee*
- 10) de irritatiegrens te verhogen. *Nee*
- 11) de spelers op te laten gaan in de game. *Nee*
- 12) gewelddadig gedrag aan te leren. *Nee*
- 13) spelers aan te leren wat beslissingen op lange termijn voor waarde hebben. *Nee*
- 14) de speler aan te moedigen om zijn of haar unieke traject af te leggen. *Nee*

Andere: \_\_\_\_\_

### **Het vergroten van kennis**

De game is in staat om...

- 1) concepten definiëren zodat spelers leren migreren. *Nee*
- 2) spelers kennis te laten maken met bepaalde vaardigheden. *Ja*
- 3) de woordschat van de speler te vergroten. *Nee*
- 4) de taalvaardigheid van de speler te ontwikkelen. *Ja*
- 5) het volwassen taalgebruik te vergroten. *Nee*
- 6) muzikale vaardigheden aan te leren. *Nee*
- 7) rekenvaardigheden te ontwikkelen. *Ja*
- 8) het probleem oplossend vermogen te ontwikkelen. *Ja*
- 9) natuurkundige concepten toe te passen en uit te leggen. *Nee*
- 10) de leesvaardigheid te vergroten. *Ja*
- 11) de vaardigheid om technologieën in het dagelijks leven toe te passen. *Ja*
- 12) historische en geografische kennis aan te leren. *Nee*
- 13) de speler zich kunstzinnig te laten uitdrukken en leert de speler kunst te waarderen. *Nee*
- 14) de kennis van de marktwerking aan te leren en geeft de speler de mogelijkheid dit toe te passen. *Nee*
- 15) de modellen die voor het leren door te oefenen gebruikt worden, algemeen en abstract te houden. *Ja*
- 16) leerbeperkingen aan te spreken en er op in te spelen. *Ja*
- 17) de kennis op meerdere manieren over te brengen op de speler. *Ja*

Andere: \_\_\_\_\_

### **Ontwikkeling van het denkvermogen**

De game is in staat om...

- 1) strategisch denken aan te leren. *Ja*
- 2) proactief denken aan te leren. *Nee*
- 3) tot de verbeelding te spreken. *Ja*
- 4) logisch nadenken te ontwikkelen. *Ja*
- 5) het kritisch denkvermogen te ontwikkelen. *Nee*
- 6) de vaardigheid van hypothese testen te ontwikkelen. *Nee*
- 7) scherp inductief denken aan te leren. *Ja*
- 8) deductief denken aan te leren. *Ja*
- 9) het geheugen te trainen. *Ja*
- 10) het analytisch en probleem oplossend vermogen te ontwikkelen. *Ja*
- 11) de toepassing van al verkregen kennis te verbeteren. *Ja*
- 12) het keuzeproces bij een dilemma te verbeteren. *Ja*
- 13) de speler aan te moedigen om op te gaan in de game en gebruik te maken van het onderliggende systeem van regels om een persoonlijk doel van de speler te bereiken. *Nee*

Andere: \_\_\_\_\_

### **Interpersoonlijke vaardigheden**

De game is in staat om...

- 1) de EQ van de speler te ontwikkelen. *Nee*
- 2) de timing van communicatie te verbeteren. *Nee*
- 3) de communicatieve vaardigheid van de speler te vergroten. *Ja*
- 4) tot het inspireren om anderen en de omgeving te helpen. *Nee*
- 5) respect voor anderen en de omgeving aan te leren. *Nee*
- 6) de nadruk te leggen op het belang van het helpen van anderen. *Nee*
- 7) de waarde van het vertrouwen in andere te laten zien. *Nee*
- 8) de speler microcontrol aan te bieden waardoor de speler het gevoel van macht en visie of het gevoel van belichaamde intimiteit voelt. *Nee*

Andere: \_\_\_\_\_

### **Ontwikkeling van het ruimtelijk inzicht**

De game is in staat om...

- 1) de navigatie vaardigheden te ontwikkelen. *Nee*
- 2) de vaardigheid te ontwikkelen die de speler in staat stelt om een object van meerdere kanten te bekijken. *Nee*
- 3) de vaardigheid te ontwikkelen die de speler in staat stelt om een de vorm van een object te herkennen wanneer het verandert is in een andere vorm. *Nee*

Andere: \_\_\_\_\_

### **Lichamelijke coördinatie**

De game is in staat om...

- 1) de handigheid van de speler te verbeteren. *Nee*
- 2) de fysieke coördinatie van de ledematen te verbeteren. *Nee*
- 3) het lichaam en de geest één te maken. *Nee*
- 4) coördinatie te verbeteren in extreme situaties. *Nee*
- 5) de spieren en ledematen sneller moe te maken. *Nee*
- 6) RSI te veroorzaken. *Ja*
- 7) de reflexen te verbeteren. *Nee*
- 8) gevoelsloosheid te veroorzaken. *Nee*
- 9) het gezichtsvermogen te verminderen. *Nee*

Andere: \_\_\_\_\_



## *Game analyse Rekeningtuin*

### **Basis informatie**

Naam game: *Rekeningtuin*

Naam ontwikkelaar/developer: *Infoweb*

Platform: *Browser-based*

Genre: *Serious Game*

Sub genre: *Simulatie*

Onderwijstype: *PO, VO, MBO, HBO*

Verkrijgbaar: *Account is verkrijgbaar via de website*

Licentie: *Een account geeft toegang tot de game. Het soort account (ouder, leerkracht) geeft extra toegang tot de voortgang van de leerling. Licenties worden per jaar verstrekt.*

Samenvatting: *De Rekeningtuin is een online reken- oefenprogramma waarin kinderen het rekenen spelenderwijs kunnen oefenen en automatiseren op hun eigen niveau. De oefeningen worden automatisch geanalyseerd en teruggekoppeld. Hierdoor wordt het ook wel een oefen-volgsysteem genoemd.*

Kennisdomein (een één of meerdere):

Rekenen/wiskunde

Engels

Nederlands

Kunst

Natuurkunde

Scheikunde

Maatschappijleer

Economie

Muziek

Algemeen

Game Modus:

Drill & Practice, Single, Combat, Stable Contest, Evolutionary contest, Scenario

Als de game meerdere modi heeft, geef dan het percentage aan per modus.

1. Drill & Practice 100% 2. \_\_\_\_\_% 3. \_\_\_\_\_%

### **Grafische gebruikers interface**

Menu opties: *Geen*

Aanpasbare instellingen: *Moeilijkheidsgraad*

Grafische stijl: *Cartoon*

On-screen elementen:

Hoofdscherm: *Rekenspelletjes (optellen, aftrekken, vermenigvuldigen, delen, breuken, tellen), beloningsscherm, uitleg scherm, bonustuin (snelheidmix, klokkijken, reeksen, bloemencode, cijfers, slowmix, mollenspel)*

Rekenspel: *rekenopdracht, achtergrondplaatje, tijd, aantal sommen nog te gaan, stop, behaalde aantal munten*

Kleurenschema: *geel, groen, blauw*

Uiterlijk avatar: *Geen persoonlijke avatar*

### **Game play**

Mogelijkheden avatar (navigatie): *NVT*

Bewegen in de game ruimte: *NVT*

Springen: *NVT*

Interactie met objecten: *NVT*

Interactieve objecten:

In de game wereld: *De rekentuutjes (opstarten mini-game), antwoorden bij de som*

In de interface: *Stop*

Obstakels:

In de game wereld: *Geen*

In de kennis/opdrachten: *Rekenopdrachten*

In de navigatie: *Waar kan je iets vinden, beloningsscherm, talig uitleg scherm*

Hulp:

Directe feedback: *Bij fout antwoord wordt het goede antwoord laten zien*

Hints: *Geen*

Uitleg: *Uitleg in apart scherm te bereiken via het hoofdscherm. Niet toegankelijk tijdens de mini-gam*

Tutorial: *Geen*

Tijd:

Tijd limiet per opdracht: *20 seconden*

Tijd limiet per level: *15 x 20 seconden*

Totale speeltijd: *Geen limiet*

Anders: *Enige input device is de muis*

## **Structuur/opbouw**

Tutorial: *Geen*

Uitleg besturing avatar: *NVT*

Uitleg interface: *Geen*

Uitleg in-game objecten (interactie): *Geen*

Voortgang geleerde kennis: *Voortgang kennis wordt bij iedere mini-game getest en verder ontwikkelt*

Voortgang navigatie vaardigheden: *NVT*

Voortgang game:

Parallele voortgang: *Voortgang game gebaseerd op resultaten van de kennistest*

Groei moeilijkheidsgraad kennis: *Zelf aan te geven op drie niveaus (makkelijk, normaal, moeilijk)*

Test niveaus kennis: *Geen expliciete kennistesten*

Evaluatie momenten: *Bij iedere som*

Aantal game levels: *zes basisonderdelen, bonustuin ...*

Afsluitende kennis test: *Geen*

## **Extra's**

Leaderboard: *Geen*

VS mode: *Geen*

Co-operatief: *geen*

Avatar aanpassingen customization: *Geen*

Behaalde doelen: *Laten groeien van de plantjes*

Beloningen: *Lintjes, medailles en sleutels zijn te koop, bonustuin vrij spelen*

Anders:

## *Meta analyse*

### **Content**

#### **Verhaal**

Aanwezig: *Nee*

Rode draad van de game: *NVT*

Betrokkenheid speler: *Speler wordt uitgedaagd om de tuin te onderhouden.*

Sturing van de speler: *NVT, lineaire game*

## **Leerproces**

### **Context**

Wat is de context waarin wordt geleerd? *De leerling thuis en op school spelen. Degene die de licentie betaald heeft, zal echter bepalen waar het merendeel van de speeltijd plaats zal vinden.*

Heeft de context invloed op het leren? (bijvoorbeeld toegang, technische ondersteuning, hoeveelheid leermateriaal) *Er is een internetverbinding voor nodig en een internet browser die geschikt is om de game te laden. De speler heeft een standaardcomputer opstelling nodig, met scherm, toetsenbord en muis.*

Hoe wordt de link gemaakt tussen de context en oefening via de serious game? *Nee*

### **Leerling specificatie**

Wie is de speler/leerling? *Rekentuin wordt aangeboden aan leerlingen/spelers vanaf vier jaar. Er is geen maximum leeftijd in hun doelgroep. Rekentuin is ook beschikbaar voor leerlingen van het MBO en HBO die hun rekenvaardigheden moeten bijspijkeren.*

Wat is zijn achtergrond en educatieve voorgeschiedenis van de speler? *Omdat de doelgroep zo divers is, is er geen gemeenschappelijke achtergrond of educatieve voorgeschiedenis.*

Wat is zijn leerstijl en welke leervoorkeuren heeft de speler? *Omdat de doelgroep zo divers is, is het niet mogelijk om een gemeenschappelijke voorkeur voor leerstijl of -methode vast te stellen.*

Wie zitten er nog meer in de leergroep? *Dit hangt af van waar de speler de game speelt. Als dit klassikaal is, dan zijn de leerlingen uit dezelfde leeftijdscategorie. Dit wil niet zeggen dat de rekenvaardigheden hetzelfde zijn van alle leerlingen.*

Wat is de beste manier om de leerling(en) te ondersteunen? *Rekentuin biedt alleen de sommen aan. De uitleg voor alle basis rekenvaardigheden worden niet uitgelegd. De leerkracht moet dit dus zelf doen.*

Op wat voor manier werken de leerlingen samen en wat voor samenwerkingsoefeningen kunnen dit ondersteunen? *Er is geen samenwerkingsverband tussen de leerlingen gedefinieerd voor deze game.*

### **Pedagogische overwegingen**

Welke pedagogische modellen en benaderingen worden gebruikt? *De benadering voor de rekenvaardigheid komt overeen met het oude rekenen waar de nadruk gelegd wordt op het herhalen van dezelfde soort sommen. Er wordt weinig uitleg gegeven. Het leren komt overeen met het leren door te doen.*

Welke pedagogische modellen en benaderingen zijn het meest effectief? *De onderwijzers zijn verdeeld in twee kampen over wat de beste manier is. Ervanuitgaande dat leerlingen verschillende leerstijlen prefereren kan dit een effectieve manier zijn voor leerlingen die excelleren met onderwijs van het oude rekenen. Leerlingen die beter leren via het nieuwe rekenen zullen met Rekentuin meer problemen hebben.*

Wat zijn de doelen binnen het curriculum? *De game is geschikt voor meerdere onderwijstypes. Het curriculum verschilt per onderwijstype.*

Wat zijn de leerdoelen? *Het verbeteren van de rekenvaardigheden.*

Wat zijn de leer activiteiten? *Optellen, aftrekken, vermenigvuldigen, delen, breuken, klokkijken, logica, reeksen*

Hoe kunnen de leerdoelen behaald worden door bestaande games of simulaties? *Rekengames geven de speler de mogelijkheid om de rekenvaardigheid te oefenen en zo verder ontwikkelen.*

Hoe kunnen de leeractiviteiten en -doelen behaald worden door speciaal ontworpen software? *De rekenvaardigheden worden verder ontwikkeld met behulp van Rekentuin. De ontwikkeling van de rekenvaardigheden gaat sneller met Rekentuin door het adaptieve systeem.*

Hoe kunnen (na)besprekingen het leerproces versterken? *Rekentuin geeft altijd het correcte antwoord wanneer er een fout antwoord gegeven wordt door de speler, maar geeft er geen uitleg bij. De leerkracht zal in de nabespreking extra uitleg moeten geven bij de rekensommen waar veel fouten bij gemaakt worden.*

### **Manier van representatie (gebruikers hulp)**

Welke software is het meest geschikt voor deze leeractiviteit? *De voorkeur voor het soort serious game hangt af van de leerling/speler.*

Hoe trouw met een speler de serious game spelen om het meeste eruit te halen? *Rekentuin heeft een adaptief systeem waarmee de sommen aangepast worden op hoe goed de speler kan rekenen. Hoe trouw de speler de game moet blijven spelen hangt vanaf van zijn huidige rekenvaardigheid en hoe snel hij leert.*

Welk niveau van immersie is nodig om de leerdoelen te behalen? *Rekenvaardigheid is een abstracte vaardigheid die geen inlevingsvermogen vereist.*

Welk niveau van realisme is nodig om de leerdoelen te behalen? *Rekenvaardigheid is een abstracte vaardigheid die geen niveau van realisme vereist.*

Hoe kan de speler een link maken tussen de wereld van de game en de reflectie op zijn leerproces? *De scores van de speler geven aan hoeveel hij nog aan zijn rekenvaardigheid kan werken. Als de speler nog niet kan lezen, of niet goed, wordt dit ook laten zien in de groei van de planten.*

### **Vaardigheden**

Geef aan in hoeverre de volgende stellingen op educatief gebied waar zijn, betreffende de game.

#### **Mentale verandering**

De game is in staat om...

- 1) rechtvaardigheid en moraal aan te leren. *Nee*
- 2) avontuurlijkheid aan te leren. *Nee*
- 3) de tolerantie te verhogen. *Nee*
- 4) standvastigheid en doorzettingsvermogen aan te leren. *Ja*
- 5) verantwoordelijkheid aan te leren. *Ja*
- 6) plannen aan te leren. *Nee*
- 7) plannen op lange termijn aan te leren. *Nee*
- 8) het inzien en maken van een waardevolle ruil aan te leren. *Nee*
- 9) het belang van efficiëntie aan te leren. *Ja*

Andere: \_\_\_\_\_

#### **Emotionele behoeften**

De game is in staat om...

- 1) het gevoel van toebehoren te vervullen. *Nee*
- 2) te helpen bij het ontwikkelen van een sociale identiteit. *Nee*
- 3) samenwerken aan te moedigen. *Nee*
- 4) vriendelijkheid en trouw aan te leren. *Nee*
- 5) de concentratie te verhogen. *Ja*
- 6) eerlijkheid en rechtvaardigheid aan te leren. *Nee*
- 7) eenvoud aan te leren. *Nee*
- 8) netheid en geordendheid aan te leren. *Ja*
- 9) zorgen over kosten en baten op korte termijn te reduceren. *Nee*
- 10) de irritatiegrens te verhogen. *Nee*
- 11) de spelers op te laten gaan in de game. *Nee*
- 12) gewelddadig gedrag aan te leren. *Nee*
- 13) spelers aan te leren wat beslissingen op lange termijn voor waarde hebben. *Ja*
- 14) de speler aan te moedigen om zijn of haar unieke traject af te leggen. *Nee*

Andere: \_\_\_\_\_

### **Het vergroten van kennis**

De game is in staat om...

- 1) concepten definiëren zodat spelers leren migreren. *Nee*
- 2) spelers kennis te laten maken met bepaalde vaardigheden. *Ja*
- 3) de woordschat van de speler te vergroten. *Nee*
- 4) de taalvaardigheid van de speler te ontwikkelen. *Nee*
- 5) het volwassen taalgebruik te vergroten. *Nee*
- 6) muzikale vaardigheden aan te leren. *Nee*
- 7) rekenvaardigheden te ontwikkelen. *Ja*
- 8) het probleem oplossend vermogen te ontwikkelen. *Ja*
- 9) natuurkundige concepten toe te passen en uit te leggen. *Nee*
- 10) de leesvaardigheid te vergroten. *Ja*
- 11) de vaardigheid om technologieën in het dagelijks leven toe te passen. *Nee*
- 12) historische en geografische kennis aan te leren. *Nee*
- 13) de speler zich kunstzinnig te laten uitdrukken en leert de speler kunst te waarderen. *Nee*
- 14) de kennis van de marktwerking aan te leren en geeft de speler de mogelijkheid dit toe te passen. *Nee*
- 15) de modellen die voor het leren door te oefenen gebruikt worden, algemeen en abstract te houden. *Ja*
- 16) leerbepalingen aan te spreken en er op in te spelen. *Nee*
- 17) de kennis op meerdere manieren over te brengen op de speler. *Nee*

Andere: \_\_\_\_\_

### **Ontwikkeling van het denkvermogen**

De game is in staat om...

- 1) strategisch denken aan te leren. *Ja*
- 2) proactief denken aan te leren. *Ja*
- 3) tot de verbeelding te spreken. *Ja*
- 4) logisch nadenken te ontwikkelen. *Ja*
- 5) het kritisch denkvermogen te ontwikkelen. *Nee*
- 6) de vaardigheid van hypothese testen te ontwikkelen. *Nee*
- 7) scherp inductief denken aan te leren. *Ja*
- 8) deductief denken aan te leren. *Ja*
- 9) het geheugen te trainen. *Ja*
- 10) het analytisch en probleem oplossend vermogen te ontwikkelen. *Ja*
- 11) de toepassing van al verkregen kennis te verbeteren. *Ja*
- 12) het keuzeprocess bij een dilemma te verbeteren. *Ja*
- 13) de speler aan te moedigen om op te gaan in de game en gebruik te maken van het onderliggende systeem van regels om een persoonlijk doel van de speler te bereiken. *Nee*

Andere: \_\_\_\_\_

### **Interpersoonlijke vaardigheden**

De game is in staat om...

- 1) de EQ van de speler te ontwikkelen. *Nee*
- 2) de timing van communicatie te verbeteren. *Nee*
- 3) de communicatieve vaardigheid van de speler te vergroten. *Nee*
- 4) tot het inspireren om anderen en de omgeving te helpen. *Ja*
- 5) respect voor anderen en de omgeving aan te leren. *Ja*
- 6) de nadruk te leggen op het belang van het helpen van anderen. *Nee*

7) de waarde van het vertrouwen in andere te laten zien. *Nee*

8) de speler microcontrol aan te bieden waardoor de speler het gevoel van macht en visie of het gevoel van belichaamde intimiteit voelt. *Nee*

Andere: \_\_\_\_\_

### **Ontwikkeling van het ruimtelijk inzicht**

De game is in staat om...

1) de navigatie vaardigheden te ontwikkelen. *Nee*

2) de vaardigheid te ontwikkelen die de speler in staat stelt om een object van meerdere kanten te bekijken. *Nee*

3) de vaardigheid te ontwikkelen die de speler in staat stelt om een de vorm van een object te herkennen wanneer het verandert is in een andere vorm. *Nee*

Andere: \_\_\_\_\_

### **Lichamelijke coördinatie**

De game is in staat om...

1) de handigheid van de speler te verbeteren. *Nee*

2) de fysieke coördinatie van de ledematen te verbeteren. *Nee*

3) het lichaam en de geest één te maken. *Nee*

4) coördinatie te verbeteren in extreme situaties. *Ja*

5) de spieren en ledematen sneller moe te maken. *Nee*

6) RSI te veroorzaken. *Ja*

7) de reflexen te verbeteren. *Nee*

8) gevoelsloosheid te veroorzaken. *Nee*

9) het gezichtsvermogen te verminderen. *Nee*

Andere: \_\_\_\_\_