

Meester de Baas

*Inkijk in de creatieve denkwijze van een hoogbegaafde leerling door middel
van het spelen van een game*

Voorwoord

Na een intensieve periode om de deadline te halen is het dan eindelijk zover. Met het schrijven van dit voorwoord leggen we de laatste hand aan ons afstudeerverslag en ons onderzoek. Het was een periode waarin we hard gewerkt en veel geleerd hebben. Gelukkig hoefden we dit niet alleen te doen en staan daarom graag nog even stil bij de mensen die ons steunden bij het afstuderen.

We willen graag G. Swildens en J. P. van Aalst onze afstudeermentor en afstudeerdocent heel erg bedanken voor de feedback en het stellen van de juiste vragen om ons op het juiste pad te houden. Daarnaast willen we ook graag de werkgroep bedanken, zonder hen waren we nooit op dit interessante en ingewikkelde onderwerp gekomen. Verder willen we de mediatheek van de NHL graag bedanken voor de prachtige werkplek en de koffie maar voornamelijk elkaar voor de fantastische samenwerking die uiteindelijk toch geleid heeft tot een prachtig eindproduct wat zonder elkaar niet gelukt was.

Bedankt!

Erwin Wiersma en Gerard van der Honing

Leeuwarden, 24 februari 2017.

Samenvatting

Het doel van dit onderzoek is om uit te zoeken of het mogelijk is inzicht te geven in het creatieve denkproces van een hoogbegaafde leerling van de basisschool door de leerling een digitaal computerspel te laten spelen. Dit om erkenning en herkenning te genereren bij de leerkrachten zodat zij beter begrip krijgen en terug kunnen koppelen naar de leeromgeving ter bevordering van de behoeftes van de hoogbegaafde leerling. De aanleiding hiervoor is dat leerkrachten vaak moeite hebben met de omgang van hoogbegaafde leerlingen in de klas en vaak niet weten hoe zij denken en doen. Om dit probleem te benaderen is er gewerkt via verschillende iteraties van prototypes (vanaf nu het artefact) gevolgd door feedback vanuit verschillende perspectieven om zo dichterbij de oplossing te komen.

In het theoretische kader zijn de begrippen vastgesteld die naar voren kwamen bij het ontwikkelen van de iteraties en benodigd waren om de opeenvolgende iteraties te bouwen. Onderwerpen die behandeld worden zijn hoogbegaafdheid, creatief denken, leerstijlen, lesmateriaal voor hoogbegaafden, criteria voor games, het triarchic model en Bloom's taxonomy. Binnen dit onderzoek zijn de eerste twee iteraties parallel van elkaar verlopen waarna het project samengevoegd is en er aan één artefact doorgebouwd is.

Het eerste artefact bestaat uit twee iteraties en is een spelvorm waarbij de speler een houthakker speelt die op zoveel mogelijk manieren dezelfde boom neer moet zien te krijgen. Hierbij heeft de speler toegang tot verschillende objecten die op verschillende manieren interactie met de wereld hebben. Het doel is om de leerling uit te dagen zoveel mogelijk manieren te vinden en zo hun divergente/laterale denkwijze uit te lokken. Door deze data vast te leggen kan deze ingekeken worden en kan er mogelijk zo inzicht gegeven worden in het verschil qua creativiteit tussen hoogbegaafde en niet hoogbegaafde leerlingen. De resultaten waren als volgt:

- De spelvorm is interessant en voldoet aan de criteria
- Het is onduidelijk hoe creativiteit binnen de oplossingen gemeten wordt
- De spelvorm moet getest worden bij zowel hoogbegaafden als niet hoogbegaafden om echt iets te kunnen zeggen over de complexiteit, handeling van de leerling en de creativiteit

Uiteindelijk is er besloten wegens omstandigheden dit artefact niet door te zetten. Een samenwerking is tot stand gekomen waar gekozen is het andere artefact verder te ontwikkelen.

Het tweede artefact bestaat uit vier iteraties en is een spelvorm waarbij de speler een Rube Goldberg machine in elkaar moet zetten om een vraagstuk op te lossen, in dit geval het verkrijgen van een bal in een doos. Dit kan gedaan worden door het bewegen en roteren van objecten die binnen het level aanwezig zijn zoals bijvoorbeeld een buis of een platform. Door op start te drukken gaat de machine lopen en zal de bal gaan bewegen afhankelijk van de door de speler geplaatste oplossing. Het doel is om de leerling hierbij zoveel mogelijk vrijheid te geven in het oplossen van het vraagstuk met de onderdelen die aanwezig zijn. Het artefact bestaat uit twee levels waarbij het eerste level dient ter introductie en priming tool om de leerling een conflictsituatie te laten ervaren in level twee die een stuk complexer is maar lijkt op level één en

meerdere manieren kent om uit te spelen. Door te analyseren welke stappen de leerling neemt na het ervaren van deze conflictsituatie zal er iets gezegd kunnen worden over de speelstijl en dus het verschil in denkpatroon tussen de hoogbegaafde en niet hoogbegaafde leerling. De resultaten waren als volgt:

- De spelvorm voldoet aan de criteria maar is mogelijk niet complex genoeg en heeft meer werk nodig op het gebied van besturing en geluksfactoren
- Er zijn geen doorslaggevende gegevens als het gaat om verschil in oplossen van de conflictsituatie tussen hoogbegaafde en niet hoogbegaafde leerlingen uit de test maar het lijkt dat hoogbegaafden minder trial and error toepassen dan niet hoogbegaafde leerlingen
- Het is lastig iets te zeggen over de creativiteit van de oplossing zonder het stellen van een norm en de aanwezigheid van een surveillant die de context kent

Concluderend is de laatste iteratie van het artefact niet de oplossing voor het vraagstuk en kan er geen doorslaggevend resultaat gegeven worden op enkele uitschieters na.

In de nabeschuiving is een aanbeveling gedaan voor het bouwen van een nieuwe iteratie van het artefact waarbij focus gelegd moet worden op het gebruik van trial and error binnen het oplossen van een conflictsituatie en de besturing beter moet werken, de complexiteit hoger moet liggen door bijvoorbeeld moeilijker leveldesign en meer content en geluksfactoren zoveel mogelijk vermeden moeten worden. Hierbij zal het artefact alleen niet voldoende zijn om creativiteit te kunnen meten omdat zowel een norm als context nodig is om iets te kunnen zeggen over de creativiteit van de leerling. Aangeraden wordt om twee verschillende toetsmomenten te pakken bij zowel een hoogbegaafde school als een niet hoogbegaafde school om zo een groter contrast te laten ontstaan tussen hoogbegaafde en niet hoogbegaafde leerlingen en het artefact beter uitwerken binnen de engine zodat buitenstaanders zelf levels kunnen bouwen.

In de discussie worden de volgende punten genoemd als mogelijke beïnvloeders op de niet doorslaggevende resultaten van de test:

- Kleine sample size en maar één testsessie
- Aanwezigheid van zowel hoogbegaafden als excellente leerlingen onder dezelfde noemer
- Toeval bij het behalen van een level
- Het leveldesign
- Te lage complexiteit
- Verschil in begrip van definities binnen het observeren zoals trial and error
- De context
- Besturing/technische aspecten van de game
- Design thinking als onderzoeksmethode
- Definitie van hoogbegaafdheid en de meetbaarheid hiervan

Inhoudsopgave

Voorwoord	1
Samenvatting	2
1 Opzet	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Probleemstelling	6
1.3 Afbakening	6
1.4 Relevantie	7
1.5 Doelstelling	8
1.6 Methodiek	9
2 Theoretisch kader	10
2.1 Hoogbegaafdheid	10
2.2 Creatief denken	11
2.3 Leerstijlen	12
2.4 Lesmateriaal	13
2.5 Criteria voor de game	14
2.6 Triarchic Theory	14
2.7 Bloom's Taxonomy	15
3 De iteraties	16
3.1 Iteratie 1a	16
3.1.1 Onderzoeksvraag	16
3.1.2 Uitdagingen	16
3.1.3 Aanpak	16
3.1.4 Artefact	17
3.1.5 Toetsing	17
3.1.6 Resultaten	18
3.1.7 Aanbeveling	18
3.2 Iteratie 2a	19
3.2.1 Onderzoeksvraag	19
3.2.2 Uitdagingen	19
3.2.3 Aanpak	19
3.2.4 Aannames	19
3.2.5 Artefact	20
3.2.6 Toetsing	20
3.2.7 Resultaten	20
3.2.8 Aanbeveling	21
3.2.9 Conclusie	21
3.3 Iteratie 1b	22
3.3.1 Onderzoeksvraag	22
3.3.2 Uitdagingen	22

3.3.3 Aanpak	22
3.3.4 Artefact	22
3.3.5 Toetsing	22
3.3.6 Resultaten	22
3.3.7 Aanbeveling	23
3.4 Iteratie 2b	24
3.4.1 Onderzoeksvraag	24
3.4.2 Uitdagingen	24
3.4.3 Aanpak	24
3.4.4 Artefact	24
3.4.5 Toetsing	24
3.4.6 Resultaten	24
3.4.7 Aanbeveling	25
3.5 Iteratie 3	26
3.5.1 Onderzoeksvraag	26
3.5.2 Uitdagingen	26
3.5.3 Aanpak	26
3.5.4 Artefact	27
3.5.5 Toetsing	27
3.5.6 Resultaten	27
3.5.6 Aanbeveling	28
3.6 Iteratie 4	29
3.6.1 Onderzoeksvraag	29
3.6.2 Uitdagingen	29
3.6.3 Aanpak	29
3.6.4 Artefact	30
3.6.5 Toetsing	31
3.6.6 Resultaten	32
3.6.7 Aanbeveling	33
3.7 Conclusie	34
4 Nabeschuwing	35
4.1 Aanbeveling	35
4.1.1 Algemeen	35
4.1.2 Level design	35
4.1.3 Technisch	35
4.1.4 Richtingen met potentie	35
4.2 Discussie	36
5 Bronvermelding	38
6 Bijlagen	39

1 Opzet

In dit hoofdstuk staat de opzet van het onderzoek. Het onderzoek bestaat uit de aanleiding, probleemstelling, afbakening, relevantie, doelstelling en de methodiek. Hierbij zal aangegeven worden waarom dit onderzoek gedaan worden, wat er onderzocht wordt en hoe.

1.1 | Aanleiding

De aanleiding voor dit onderzoek is een serious game die ontwikkeld wordt in opdracht van het consortium. Het consortium* heeft een twee jaar lopend onderzoeksproject opgestart met de naam 'Meester de baas' (RAAK-Publiek, 2015, pp. 4–5). Het consortium heeft dit onderzoeksproject opgezet om te onderzoeken of er een methodiek valt te ontwikkelen waarmee de leerkracht, in interactie met de leerling, meer inzicht kan krijgen in hoogbegaafdheid en in de onderwijsbehoeften van hoogbegaafde leerlingen. Uitgangspunten hierbij zijn het vergroten van kennis over het onderwerp bij de leraar en het veranderen van attitude en gedrag door de denk- en belevingswereld van een hoogbegaafde leerling te laten ervaren. Hiermee hoopt het consortium dat de leerkracht de leerling beter leert begrijpen en hierdoor beter kan begeleiden en ondersteunen binnen de klasomgeving en beter kan voldoen aan de onderwijsbehoeften van de leerling. Binnen het onderwijs zijn al verschillende materialen beschikbaar voor hoogbegaafde leerlingen maar die hebben tot nu toe nog niet tot het gewenste resultaat geleidt. Een applied game kan wellicht helpen meer inzicht te geven in de denk- en belevingswereld van de hoogbegaafde leerling zodat de leerkrachten vervolgens hun pedagogisch-didactische vaardigheden met betrekking tot de begeleiding van hoogbegaafde leerlingen kunnen verbeteren.

** Het Consortium is een samenwerking van NHL Hogeschool, Cedin en de Groningse Schoolvereniging
(als vertegenwoordiger van alle deelnemende scholen) en mogelijke toekomstige partners.*

1.2 | Probleemstelling

Jacob Plas (psycholoog) vanuit Cedin (onderwijsadvies organisatie) (RAAK-Publiek, 2015, pp. 5) herkent vanuit de praktijk dat leerkrachten uit het basisonderwijs moeite hebben met het onderwijzen van hoogbegaafde leerlingen. Het Consortium zoekt naar een nieuwe manier om openheid bij deze leerkrachten te verbeteren zodat betere interactie ontstaat met hoogbegaafde leerlingen om ze zo betere ondersteuning te kunnen bieden binnen de klasomgeving.

1.3 | Afbakening

Het probleem dat geschetst wordt in de probleemstelling is een breed onderwerp bestaande uit verschillende facetten die niet allemaal in dit onderzoek behandeld kunnen worden. Dit onderzoek zal een deel uitmaken van een 2 jaar lopend project waarbij in dit hoofdstuk wordt gekeken welke aspecten behandeld zullen worden om het algehele project een stap vooruit te helpen. Dit onderzoek bestaat zowel uit een digitaal proof of concept, vanaf nu genaamd artefact, als een deel theoretische onderbouwing van zowel experts als uit de literatuur.

Dit onderzoek zal zich bezighouden met:

- Het inzichtelijk maken van het creatieve denkproces van een (hoogbegaafde) leerling om erkenning en herkenning te verbeteren bij leerkrachten
- Het aansporen tot communicatie tussen de leerkracht en leerling door middel van de resultaten van het artefact
- Gameplay die rekening houdt met de behoeftes van hoogbegaafde leerlingen
- Testen van en itereren op het artefact met oog op het vraagstuk
- Advies bij voortzetting van het onderzoek en het artefact binnen gebaseerd op de resultaten van dit onderzoek
- Bouwen van een dashboard die de acties van de speler opslaat tijdens het spelen en later herbouwd voor uiteenzetting van data

Dit onderzoek zal zich niet bezighouden met of leiden tot:

- Lesmateriaal maken gebaseerd op het product en voor terugkoppeling voor de leerkracht
- Oplevering van een volledige game
- Het product zal geen meetinstrument zijn voor het bepalen van hoogbegaafdheid onder leerlingen
- Server bouwen voor opslag en aanbieding van data voor de leerkracht en andere partijen

1.4 | Relevantie

Dit onderzoek tezamen met het artefact zijn relevant voor de volgende partijen:

Hoogbegaafde leerlingen:

Het product geeft de leerkracht betere inzage en erkenning in de (creatieve) denkwijze van een hoogbegaafde leerling en zet mogelijk aan tot zowel betere communicatie tussen leerling en leerkracht en betere begeleiding binnen de klas. Dit zou bijdragen bij de behoeftes van de leerling.

Leerkrachten uit het basisonderwijs:

Het product geeft de leerkrachten een tool om betere inzage te krijgen in het denkproces van de hoogbegaafde leerlingen binnen de klas om hen zo beter bij te staan in hun behoeftes.

Leerkundigen

Onder leerkundigen worden partijen verstaan die onderzoek doen naar het onderwijs en hoogbegaafdheid en voornamelijk de educatie en behoeftes betreft hoogbegaafde leerlingen binnen het basisonderwijs. Voor hun is dit project relevant omdat het gebruik van dit product erkenning en herkenning van hoogbegaafdheid creëert binnen het onderwijs en een nieuwe methode is waar zij mogelijk nieuwe inzichten uit kunnen halen.

Derde partijen (bijv: uitgevers van lesmateriaal)

Onder derde partijen worden bedrijven verstaan die producten maken of uitgeven voor het onderwijs. Voor hun is dit project relevant omdat zij mogelijk het product en/of aanvullend lesmateriaal uit willen geven. Daarnaast zorgt dit project voor een nieuwe golf van interesse naar hoogbegaafdheid en lesmateriaal wat hun mogelijk ten goede kan komen voor nieuwe contacten, klanten en verkoop van materiaal.

Game bedrijven met de focus op applied gaming

Voor gamebedrijven met als focus serious gaming zal dit project relevant zijn omdat ze mogelijk kennis op kunnen doen en toe kunnen passen in hun eigen projecten.

De werkgroep

Voor de werkgroep is dit onderzoek relevant voor de voortzetting van het project. De gameplay elementen die opgezet en uittest worden zullen meegenomen worden en gebruikt als basis van het uiteindelijke product.

1.5 | Doelstelling

Om het probleem uit te leggen schetsen we twee beelden. Een van hoe de situatie op het moment is. En een van wat de gewenste situatie is.

Huidige situatie:

Leerkrachten in het reguliere onderwijs hebben hulp nodig bij het herkennen en erkennen van hoogbegaafde kinderen in de klas. Het belangrijkste onderdeel is het herkennen van hoogbegaafde leerlingen. Vaak heeft de leerkracht wel een vermoeden maar is het lastig aan te tonen. Dit komt omdat er weinig inzicht is in de denkwijze van de leerling.

Gewenste situatie:

Er is een game die leuk is voor de leerling om te spelen, maar uitdagend genoeg is om het probleemoplossend vermogen van de leerling te testen. Daarnaast staat een systeem waarin de leerkracht de door de leerling behaalde levels kan inzien en aan de hand daarvan een advies kan krijgen of de leerling hoogbegaafd is of in ieder geval meer inzicht krijgt in de (creatieve) denkwijze van de leerling. Hierdoor ontstaat betere erkenning en begrip vanuit de leerkracht en kan deze nieuwe inzicht teruggekoppeld worden naar de klasomgeving waar betere ondersteuning ontwikkeld en geboden kan worden om beter te voldoen aan de behoeftes van de hoogbegaafde leerling binnen de klas.

Om deze verandering te bereiken zullen de volgende stappen ondernomen moeten worden:

- Wat zijn de aspecten van het (creatieve) denkproces van hoogbegaafde leerlingen waar de leerkrachten moeite mee hebben en meer inzicht nodig hebben ter erkenning en herkenning?
- Hoe zet ik dit (creatieve) denkproces om naar gameplay elementen?
- Hoe maak ik het verschil van het denkproces meetbaar en inzichtelijk?
- Hoe zorg ik ervoor dat de game en de gameplay elementen voldoen aan de behoeftes van een hoogbegaafde leerling?

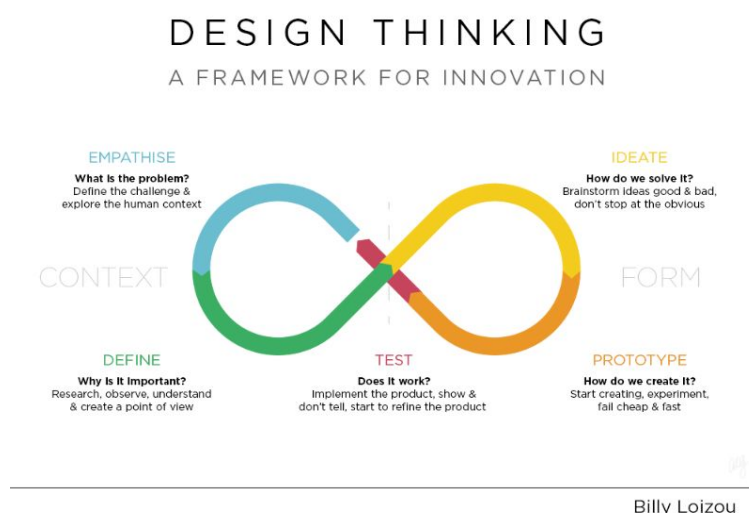
1.6 | Methodiek

In dit onderzoek wordt voornamelijk gebruik gemaakt van Design Thinking waarbij het bepalen en uitschrijven van bepaalde parameters uitgevoerd wordt op een traditionelere methode. Omdat het doel het oplossen is van een specifiek probleem en er gewerkt wordt via een product (artefact) om dit doel te bereiken is Design Thinking een goede aanpak voor dit onderzoek. Hierbij zal tijdens het proces gewerkt worden aan en met een prototype, vanaf nu het artefact. Het artefact is het idee uitgewerkt in zijn meest rudimentaire vorm. Door middel van het uitproberen, testen en bespreken van het artefact zullen er nieuwe inzichten ontstaan die weer teruggekoppeld kunnen worden in het verbeteren en aanpassen van het artefact om dichterbij de oplossing te komen. Hierdoor ontstaat er een spiraalvormig cyclus bestaand uit iteraties. Omdat er bij design thinking niet een einddoel bestaat en het het doel is om zo dichtbij mogelijk bij de oplossing te komen door iteratie zal het artefact rond de tijd van de deadline aangeleverd worden in de vorm die het op dat moment bezit tezamen met de resultaten en deze scriptie.

Bij dit onderzoek zullen de volgende stappen herhaald worden:

1. Informatie verzamelen of tot nieuwe ingevingen komen door middel van literatuur, experts, doelgroep, etc. gebaseerd op het concept (Empathise / Define)
2. Gebruik van patronen uit informatie om toe te passen als design binnen het artefact (Ideate)
3. Bouwen en/of aanpassen van een prototype (Prototype)
4. Patronen zoeken in de gevonden informatie/inzichten (Test)
5. Itereren op het artefact, terug naar stap 1 Concept opzetten/aanpassen naar resultaten iteratie (Empathise/ Define / Ideate)

Deze stappen moeten niet gezien worden als losse blokken maar als overlappende delen.



Design Thinking door Billy Loizou([10](#))

2 | Theoretisch kader

In dit hoofdstuk zullen de meest essentiële termen van het onderzoek uitgewerkt worden en zal er verder verdiept worden met onderbouwing vanuit de literatuur en experts. De volgende termen zullen worden behandeld in dit theoretisch kader:

- Hoogbegaafdheid
- Creatief denken
- Leerstijlen
- Lesmateriaal
- Criteria voor de game
- Triarchic Theory
- Bloom's Taxonomy

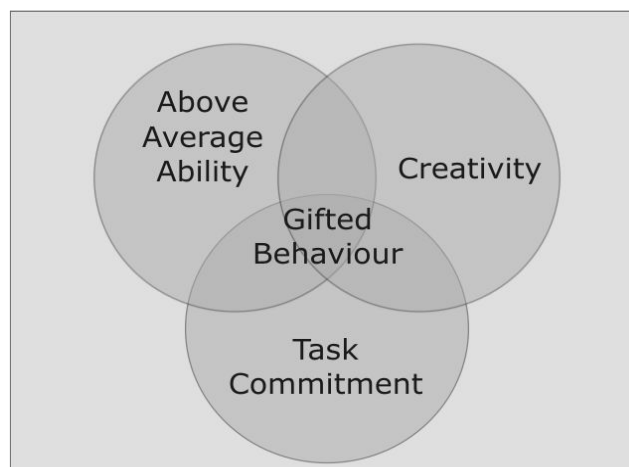
2.1 | Hoogbegaafdheid

Hoogbegaafdheid is een term met veel definities waarbij ons onderzoek zich voornamelijk zal hechten aan de modellen van Renzulli en Mönks. In het model van Renzulli (Renzulli, 1978)^[1] komen de volgende punten naar voren die essentieel zijn bij de bepaling van hoogbegaafdheid (figuur 1):

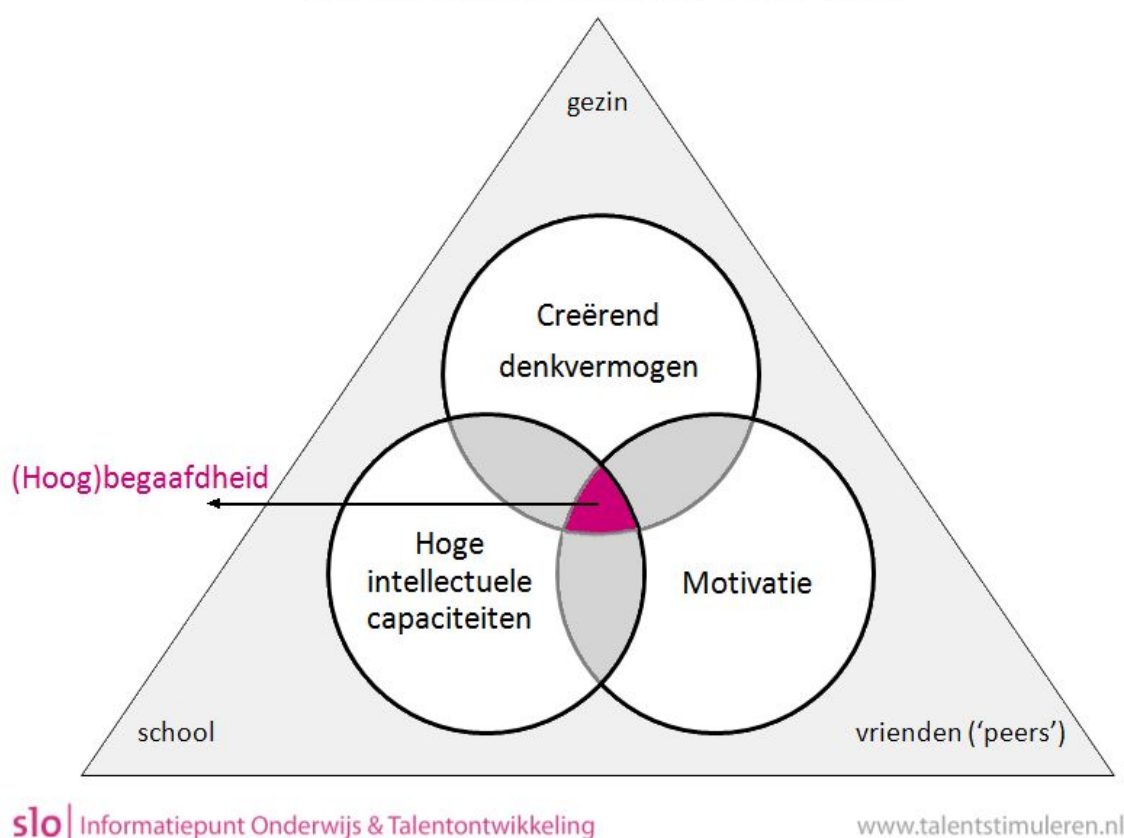
- **Boven gemiddelde vaardigheid**; het bezitten van een hoger dan gemiddelde intelligentie, vaak getest door middel van een IQ test (>130 voor hoogbegaafdheid)
- **Motivatie**; doorzettingsvermogen en de motivatie om een taak uit te voeren
- **Creativiteit**; het op originele en vindingrijke wijze aanpakken van problemen, divergent denken

Volgens Renzulli zijn al deze drie persoonlijke kenmerken benodigd om hoogbegaafdheid vast te stellen. Het model van Mönks (Mönks, 1995)^[2] bouwt voort op dit model en voegt de punten gezin, school en vrienden (peers) toe zoals te zien is in figuur 2. Deze sociale omgevingsfactoren hebben volgens Mönks invloed op de persoonlijke kenmerken uit het model van Renzulli en zijn volgens hem benodigd voor de ontwikkeling van hoogbegaafdheid.

Figuur 1 (Renzulli, J. ^[13])



Meerfactorenmodel (Mönks, 1985)



Figuur 2 (F. Mönks [14])

Omdat het doel van de game is de leerkracht inzage te geven in het creatieve denkproces van hoogbegaafde leerlingen zal in dit onderzoek de focus voornamelijk liggen op de creativiteit van de persoonlijke kenmerken en de school bij de sociale omgevingsfactoren omdat hier gemis aan is bij de leerkracht volgens Jacob Plas (2013), psycholoog bij Cedin (onderwijsadvies organisatie). Het persoonlijke kenmerk motivatie komt terug als aanhanger van de creativiteit die volgens J. Sternberg benodigd is om creativiteit te kunnen uiten. Hierover meer in het volgende hoofdstuk.

2.2 | Creatief denken

Creativiteit is een breed onderwerp en gaat van onderscheiding tussen mens en dier tot aan artistieke vaardigheden. Binnen dit onderzoek zal creativiteit aangekaart worden als het creatieve denkproces met uiteindelijk doel het definiëren van die van de hoogbegaafde leerling om zo elementen hiervan terug te laten komen binnen de game. Dit onderdeel is hoofdzakelijk gebaseerd op het werk van J. Sternberg en E. Paul Torrance, beschouwd als pioniers op het gebied van wetenschappelijk creativiteit in beeld brengen. Er zal dieper ingegaan worden op zowel de creatieve denkwijze en leerstijlen als manieren van testen van creativiteit bij hoogbegaafde leerlingen.

Volgens J. Sternberg's investment theory (in Sternberg & Lubart, 1991, 1995)[7] is creativiteit afhankelijk van de volgende zes factoren: Intellectuele vaardigheden, kennis, denkstijlen, persoonlijkheid, motivatie en omgeving. Veel van deze factoren komen overeen met de

persoonlijke kenmerken zoals benoemd in het model van Renzulli en Mönks. Hetzelfde zien we terug als we zijn theorie 'successful intelligence' (1997)[3] bekijken waar in Sternberg de verschillende vormen van intelligentie en de relatie hiertussen bekijkt. Deze zijn:

- Analytische intelligentie; analyseren en onthouden van informatie
- Creatieve intelligentie; genereren van informatie
- Praktische intelligentie; toepassen van informatie

In het huidige onderwijs wordt voornamelijk aandacht geschonken aan de analytische intelligentie (Sternberg, 1997; M. Pot en S. Woldberg, onderwijsadviseurs bij Cedin en experts op het gebied van excellent leren, 2016), ook wel de intellectuele capaciteiten van de leerling, wegens het feit dat deze goed meetbaar is door middel van bijvoorbeeld een toets met meerkeuzevragen. De leerling maakt de toets gebaseerd op de instructies van de leerkracht en daar rolt een cijfer uit, iets wat voor een leerkracht van een klas van meerdere leerlingen ideaal is. Omdat leerkrachten in het basisonderwijs het druk hebben en weinig tijd hebben strepen zij het liefst taken af van hun lijstje (B. Snippe, 2016). Uiteraard is deze manier van werken niet geschikt voor elke leerling en is er een kans dat leerlingen die laag scoren als minder intelligent worden bestempeld terwijl dit niet zozeer zo hoeft te zijn.

De minste aandacht wordt geschonken aan de creativiteit omdat die lastig te meten valt binnen het huidige schoolsysteem en veel tijd en energie vergt van de leerkracht. Omdat creativiteit een belangrijke rol speelt binnen de ontwikkeling en leerstijl van de hoogbegaafde (Renzulli, 1978 ;Mönks, 1995; Sternberg, 1997) zorgt dit voor problemen binnen de reguliere les omdat zij komen met hun eigen methodes en oplossingen die niet vallen binnen het systeem of niet worden begrepen door de leerkracht (M. Pot, 2016; S. Woldberg, 2016). In het huidige reguliere onderwijs moeten hoogbegaafde leerlingen dezelfde stof door als de reguliere leerling en wordt het plusmateriaal dat aanwezig is eerder beschouwd als bezigheids therapie (M. Pot, (2016); S. Woldberg, 2016). Bert Snippe, leerkracht op een basisschool voor hoogbegaafden (2016), ondersteund deze mening en meldt dat een leerkracht het liefste een lijstje af gaat.

Een methode om de intelligentie, inclusief het creatieve aspect, wetenschappelijk te meten is Sternberg's Triarchic Abilities Test (STAT – Sternberg, 1993)[4] ontwikkeld, gebaseerd op de Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT versie 3 – E.P. Torrance, 1984), waarbij bij het maken van 36 vragen (12 per onderdeel) gekeken wordt naar de drie verschillende factoren die tezamen de intelligentie bepalen. Bij het onderdeel creativiteit werden vragen gesteld beoordeelt op originaliteit, kwaliteit en creatief gebruikt van voorgaande kennis en informatie van de kandidaat. Er zijn ook theorieën die beweren dat intelligentie samen te vatten is tot één factor (g) zoals die van Spearman (1904)[5] waarbij gesteld wordt dat als men goed is in één onderdeel ze ook sterker zijn in de ander. In dit onderzoek zal er niet dieper ingegaan worden over de definitie van de intelligentie en deze discussie maar voornamelijk op de definitie en het meten van creativiteit.

2.3 | Leerstijlen

In dit kopje worden leerstijlen besproken die goed samengaan met de leerstijl van de hoogbegaafde leerling en gebruikt zullen worden in dit onderzoek en uiteindelijk bij het opbouwen van de game.

Divergent/lateraal denken:

Divergent/lateraal denken is een manier van denken voor het genereren van creatieve ideeën over meerdere disciplines op een ontdekkende en vloeiende manier die niet zo nodig de meest logische keuze hoeven te zijn om te zoeken naar richting en nieuwe perspectieven om bestaande patronen te doorbreken en/of te herstructureren (Guildford, 1967; E. d. Bono, 1970)[8]

Associëren

Bij associëren leert de leerling door te begrijpen en connecties te maken in plaats van de informatie te herhalen om op te slaan. Door iets te begrijpen en context aan te kunnen verbinden pikt de leerling sneller informatie op en blijft deze beter hangen. Omdat begaafdheid tezamen gaat met intrinsieke motivatie, er moet motivatie zijn om te verdiepen en specialiseren (Renzulli, 1978)[1], zijn hoogbegaafden bij interesse in het onderwerp en doorzettingsvermogen vaak goed in het opslaan van informatie door middel van associëren.

Top – Down thinking

Bij top down thinking leert de leerling door eerst het algeheel te zien en dan pas naar de individuele onderdelen in detail te kijken waarbij voorgaande kennis ingezet wordt om gaten in te vullen. Omdat hoogbegaafden vaak gedreven zijn in het leren door associëren, zich te verdiepen in leerstof die zij interessant vinden en graag complexe problemen oplossen is top-down denken een manier die goed past bij hun manier van leren. Bottom-up, het leren door stap voor stap elke onderdeel langs te gaan tot het algeheel, kan voor hoogbegaafden ingezien worden als vervelend, herhalend en langzaam.

Beelddenken

Buiten de bovenstaande leerstijlen zijn hoogbegaafden vaak ook beelddenkers en zoals de term al zegt denken voornamelijk in beelden en gebeurtenissen en doen en zien dan ook liever dan horen bij het leren.

2.4 | Lesmateriaal

In dit kopje wordt besproken wat er onder lesmateriaal voor hoogbegaafden wordt verstaan en hoe deze passen bij de behoeftes van de hoogbegaafde leerling.

Leerlingen vinden het onderstaande vaak vervelend in het reguliere onderwijs:

- langdradige uitleg en veel herhaling van stof dat zij al begrijpen
- gedwongen op te moeten letten bij dingen die zij al weten
- het moeten aanhouden van klassen tempo of niet hun eigen tempo mogen volgen
- te eenvoudige opdrachten moeten maken uit de boeken

Om dit te voorkomen zijn de volgende criteria gevormd voor leerstof voor hoogbegaafden:

Criteria hoogbegaafde lesstof zoals gequote uit “*Wat willen leerlingen die meer kunnen en willen?*” van het SLO: (6)

- **1. Hoge moeilijkheidsgraad;** Niveau van de leerstof moet boven die van de leerling liggen
- **2. Interessante en uitdagende onderwerpen;** De onderwerpen moeten de leerlingen aanspreken en motiveren

- **3. Open opdrachten;** De leerling moet met eigen oplossingen kunnen komen of gestimuleerd worden tot
- **4. Echte problemen;** Onderwerpen die aansluiten bij de alledaagse werkelijkheid
- **5. Abstracte begrippen en generalisaties;** Complexiteit betekent dat abstractere onderwerpen mogelijk zijn
- **6. Nieuwe leerstof;** Leerstof moet nieuw zijn en niet meer van hetzelfde
- **7. Onderzoekende houding;** Leerstof moet uitdagen tot onderzoekende houding
- **8. Samenhang en verbanden;** Integratie associaties en verbanden van voorgaande kennis van andere vakgebieden/domeinen
- **9. Zelfstandigheid/ samenwerken;** Motivatie tot zelf plannen en/of samenwerken
- **10. Variatie informatiebronnen;** Motiveren tot gebruik van verschillende informatiebronnen en zelf laten filteren voor relevantie
- **11. Metacognitieve vaardigheden;** Motiveren tot reflectie op handelingen/leren

Omdat begaafde leerlingen in het reguliere onderwijs vaak te weinig worden uitgedaagd komt het voor dat zij gebrekkige leerstrategieën ontwikkelen. Een belangrijk onderdeel van de opdrachten voor begaafde leerlingen is daarom het onderdeel metacognitieve vaardigheden, dus het reflecteren op aanpak en leerproces.

2.5 | Criteria voor de game

Gebaseerd op de literatuur over hoogbegaafdheid en de criteria voor lesstof voor hoogbegaafden is de volgende lijst opgesteld als criteria voor de game:

1. Hoge moeilijkheidsgraad/complexiteit maar simpel en duidelijk in gebruik
2. Open opdracht; stimulatie tot gebruik eigen oplossingen en ruimte bieden hiervoor
3. Uitdagend; stimuleren van onderzoekende houding en interesse
4. Er dient rekening gehouden te worden met faalangst en perfectionisme
5. Eigen tempo; rekening houden met (zichtbare) tijdsdruk
6. Weinig uitleg en herhaling
7. Interessant onderwerp passend bij de belevingswereld van de leerling
8. Inzichtelijk maken van de (creatieve) denkwijze van de leerling

2.6 | Triarchic Theory

De Triarchic Theory bestaat uit drie subcategorieën:

Componential Subtheory (Analytisch)

Dit bevat de structuren en mechanismen die bij intelligent gedrag horen. De metacognitieve, verrichtende of kennisvergarende componenten.

Experiential Subtheory(Creatief)

Dit gaat erover hoe bekend de persoon met de handeling is. Is de handeling helemaal nieuw voor iemand of is het al een automatisme geworden.

Contextual Subtheory(Praktisch)

Dit gaat over de context of omgeving van het intelligente gedrag. Hier gaat erom hoe het zich aanpast binnen de context of omgeving, een betere context of omgeving kan uitzoeken en de huidige context of omgeving kan veranderen.

Sternberg stelt dat een verklaring voor intelligentie een interactie is tussen deze drie componenten. De componential subtheory zijn de mogelijke onderliggende processen die komen kijken bij een bepaald gedrag (of hoe het gedrag tot stand gekomen is). De contextual Subtheory verbindt de intelligentie met de externe wereld. Door te bepalen welk gedrag nu slim zou zijn en waar het zich plaats vindt. De experiential subtheory gaat over het deel tussen het gedrag en de hoeveelheid ervaring die desbetreffende persoon heeft met die taak/situatie. (Sternberg, R.J. (1977)[3])

2.7 | Bloom's Taxonomy

De taxonomy van Bloom bestaat uit 6 niveaus.

Remember – Onthouden:

Onthouden gaat over het onthouden van feiten, termen, basis concepten of antwoorden kunnen geven zonder precies te weten wat het inhoudt.

Understand – Begrijpen

Om te laten zien dat een feit begrepen wordt kan de persoon in kwestie het onderwerp organiseren, vergelijken, vertalen, interpreteren, een beschrijving geven en het globale idee vertellen.

Apply – Toepassen

Toepassen gaat over het toepassen van de kennis. Dit valt te bewijzen door problemen in een nieuwe situatie op te lossen door gebruik te maken van eerder verkregen kennis.

Analyse – Analyseren

Analyseren bevat het kunnen op delen van informatie in onderdelen, uit kunnen leggen hoe deze onderdelen met elkaar samenwerken, het identificeren van motieven of oorzaken en bewijs vinden om generalisaties te onderbouwen.

Evaluate – Evalueren

Onder evalueren valt het kunnen presenteren en verdedigen van meningen door te kijken naar de informatie, validiteit van ideeën of de kwaliteit van het werk gebaseerd op een aantal criteria.

Create – Creëren

Creëren gaat het bouwen van een structuur of patroon van verschillende elementen. Hieronder valt ook de handeling om van verschillende losse elementen een nieuw geheel te maken.

Anderson, Lorin W.; Krathwohl, David R., eds. (2001) [9]

3 | De iteraties

Omdat er bij dit onderzoek gebruik gemaakt wordt van design thinking om de design gap te overbruggen zal er in de uitvoering gesproken worden over iteraties van het artefact. Elke iteratie staat voor een stap binnen het proces en heeft elk zijn eigen onderzoeksdoel, uitvoering en functie gebaseerd op de resultaten van de vorige iteratie. Het uiteindelijke doel is om door middel van itereren erachter te komen hoe deze design gap het beste aangepakt kan worden om hem zo te overbruggen. Hierbij moet vermeldt worden dat binnen het proces van dit onderzoek er twee artefacten aanwezig zijn die uiteindelijk samengebracht zijn tot één definitief artefact bij het besluit om het onderzoek samen voort te zetten. Eerst zal er gesproken worden over het artefact van Erwin tezamen met de bijbehorende iteraties gevolgd door die van Gerard, beide afstudeer studenten en onderzoekers van dit onderzoek. Na deze iteraties zal er gekeken worden naar de samengevoegde artefacten en de iteraties die hier aan verbonden zijn.

3.1 | Iteratie 1a

De eerste iteratie van het artefact van Erwin is gebaseerd op een literatuuronderzoek met als doel het definiëren van hoogbegaafdheid en denkstijlen om zo een criterialijst op te stellen voor de behoeftes van hoogbegaafden binnen het spel (artefact). Hierbij is ook gekeken naar andere games ter inspiratie naar game mechanics en bepalen van de vorm van het artefact.

3.1.1 | Onderzoeksvraag

Het doel van dit artefact is om een spelvorm neer te zetten waarbij de divergente/laterale vaardigheden van de speler getest kunnen worden om zo het creatieve denkproces van de hoogbegaafde leerling inzichtelijk te maken. Om deze spelvorm neer te zetten wordt er kennis gehaald uit het vooronderzoek van Erwin. De theorie en uitwerking van dit stuk onderzoek is terug te vinden in het theoretisch kader en de design documentatie in de bijlage.

3.1.2 | Uitdagingen

De volgende punten waren uitdagingen bij het opzetten van deze spelvorm voor het artefact:

- Welke spelvorm past het beste bij deze uitvoering?
- Hoe zet je divergent/lateraal denken om tot gameplay mechanics?
- Hoe wordt er gedifferentieerd tussen makkelijke, moeilijkere en creatieve oplossingen?
- Hoe maak je het spel zowel leuk, functioneel als uitdagend?
- Past het spel binnen de belevingswereld van de (hoogbegaafde) leerling?

3.1.3 | Aanpak

Bij het opzetten van de spelvorm is er inspiratie gehaald uit het vooronderzoek waar enkele voorbeelden van spelvormen staan waar een speler op meerdere manieren hetzelfde level moet behalen. Omdat behendigheid geen factor moest zijn binnen de spelvorm is ervoor gekozen om de spelvorm binnen een puzzel omgeving te bouwen waarbij de leerling voornamelijk moest nadenken en geen tijdsdruk zou ondervinden.

3.1.4 | Artefact

Binnen het artefact is de speler een houthakker die een bepaalde boom op zoveel mogelijk manieren neer wil zien te krijgen. Hiervoor krijgt de speler toegang tot verschillende voorwerpen binnen het spel die op meerdere manieren met elkaar interactie hebben en kunnen leiden tot het omhakken van de boom bij juist gebruik. Hierbij zullen de oplossingen verschillen van makkelijk en kort door de bocht tot ingewikkeld waarbij meerdere stappen of creatief gebruik van objecten nodig zal zijn om het doel te behalen. Door de leerling uit te dagen hetzelfde probleem op meerdere manieren op te lossen binnen de game zal het divergente/laterale denken van de leerling uitgelokt worden.

Screenshot van de eerste iteratie van het houthakker artefact:



Binnen deze versie van het artefact kon de speler vier oplossingen uitvoeren waarbij de complexiteit verschilde tussen het oppakken van een bijl en de boom omhakken tot het gebruik van een vis om de bever in de auto te lokken en de boom in te laten rijden.

3.1.5 | Toetsing

Het artefact is voorgelegd aan de werkgroep van meester de baas, Bert Snippe een leerkracht van hoogbegaafde leerlingen binnen het GSV (Groningse Schoolvereniging) en Guido Swildens (docent CMD aan de NHL in Leeuwarden en tevens afstudeermentor). Het gesprek met Bert Snippe was een semi gestructureerd interview (zie bijlage) die plaatsgevonden heeft op de school waar hij les geeft in Groningen waarbij enkele vragen voorbereid waren en de rest gebaseerd is op het laten zien van het artefact.

3.1.6 | Resultaten

De volgende resultaten kwamen naar voren:

- De spelvorm is interessant maar ongetest bij de doelgroep
- Geef hoogbegaafden ruimte voor hun eigen, mogelijk ingewikkelde en creatieve, oplossing
- Vermijd tijdsdruk
- Bied gameplay top-down aan, ze hoeven niet alles stap voor stap te leren en duiken er graag diep in
- Hoogbegaafden houden van voorspellen van situaties en verzinnen van oplossingen
- Toetsen van het artefact bij de doelgroep is essentieel om iets over de exacte werking te zeggen
- Wat bepaald de differentiatie tussen makkelijke en creatieve oplossingen?
- Gemis aan variabelen om het artefact te testen op werking; hoe zal het getoetst worden?

3.1.7 | Aanbeveling

Gebaseerd op de resultaten en uitvoering van de iteratie wordt er aanbevolen om zo snel mogelijk een moment te vinden om het artefact bij de doelgroep te testen om te zien hoe zij ermee omgaan en of de spelvorm inderdaad doet waarvoor het gebouwd is. Voor de spelvorm moet er gekeken worden of er variabelen gevonden kunnen worden waarop de mate van divergent/lateraal denken getoetst kan worden tezamen met differentiatie tussen de oplossingen op het gebied van complexiteit en creativiteit. Met nieuwe en geconfirmeerde kennis over de behoeftes van hoogbegaafden kunnen er nieuwe oplossingen en features gebouwd worden binnen het artefact die daarbij aansluiten.

3.2 | Iteratie 2a

De tweede iteratie van het artefact is gebaseerd op de resultaten van iteratie 1a waarbij is ondervonden dat er zo snel mogelijk een iteratie moet komen die daadwerkelijk getoetst zal worden bij de doelgroep. Hierbij is aangegeven te kijken naar de toetsbaarheid van het artefact en het toevoegen van meer features met in het achterhoofd de nieuwe kennis over de behoeftes van de doelgroep vanuit de praktijk.

3.2.1 | Onderzoeksvraag

Het doel van deze iteratie is het bewerken van de voorgaande iteratie met de nadruk op de volgende punten:

- Toetsbaarheid van het artefact
- Toevoegen van nieuwe features gebaseerd op de nieuwe vergaarde kennis uit de praktijk
- Zoeken naar toetsmomenten om het artefact te testen bij de doelgroep

3.2.2 | Uitdagingen

De uitdagingen bij het behalen van het doel van deze iteratie zijn:

- Welke variabelen wil ik toetsen?
- Hoe ga ik deze gekozen variabelen toetsen?
- Wat valt er te zeggen over de resultaten van deze toetsing?
- Wat wil ik toetsen bij de doelgroep?
- Welke features wil ik toevoegen aan het artefact?

3.2.3 | Aanpak

Met het oog op toetsing is er gekozen om eerst een systeem te bouwen die data van de spelers opslaat voor later gebruik zodat er iets gezegd kan worden over de mate van spelen. Hierbij wordt het volgende na het spelen opgeslagen:

- Het aantal oplossingen dat behaald is na het spelen van het artefact
- Welke oplossingen er behaald zijn
- Op welk tijdstip de oplossingen behaald zijn
- Het aantal tijd tussen de oplossingen

Na het bouwen van dit nieuwe systeem zijn er vier nieuwe oplossingen in het spel gebouwd tezamen met nieuwe interacties die geen oplossingen zijn maar wel meer mogelijkheden bieden voor de spelers. Hierdoor kan de speler met grotere mate zijn of haar eigen gekozen strategieën toepassen om het vraagstuk op te lossen.

3.2.4 | Aannames

Gebaseerd op de resultaten van de vorige iteratie en de literatuur van het theoretisch kader over hoogbegaafden en hun criteria wordt aangenomen dat hoogbegaafde/excellente leerlingen (eerste groep) op een andere moment tegen een mentale muur zullen aanlopen bij het verzinnen

van oplossingen dan de niet hoogbegaafde/excellente leerling (tweede groep) waarbij de eerste groep niet alleen meer oplossingen zal vinden maar ook van complexere en meer creatieve aard. Hierbij wordt aangenomen dat de tweede groep mogelijk meer gebruik maakt van trial and error en hierbij mogelijk eerder aan de slag gaat.

Screenshot van het artefact met een nieuwe feature; nacht



3.2.5 | Artefact

Binnen deze versie van het artefact kan de speler 8 oplossingen (4 nieuw) uitvoeren waarbij de toegevoegde oplossingen de diversiteit tussen de oplossingen vergroot waardoor de doelgroep meerdere manieren kan benutten om het vraagstuk op te lossen. Hierbij zijn ook interacties tussen objecten toegevoegd die niet een oplossing zijn maar wel een vorm van entertainment met zich mee brengen zoals het toevoegen van een vlieger aan de bever die hem omhoog laat vliegen.

3.2.6 | Toetsing

Het artefact is voorgelegd aan zowel de werkgroep van meester de baas (zie aanleiding) als Marieke Pot en Sherril Woldberg van het Cedin (onderwijsadviseurs bij Cedin en experts op het gebied van excellent leren ,2016). Tijdens deze iteratie was het niet mogelijk om binnen de tijd een moment van toetsing te regelen bij de doelgroep.

3.2.7 | Resultaten

De volgende resultaten kwamen naar voren:

- Het is onduidelijk hoe creativiteit binnen de oplossing wordt gemeten voor mogelijke toetsing
- Verwijzing voor meetbaarheid naar het triarchische model van Sternberg en de taxonomie van Bloom
- Doel van het artefact moet zijn het herkennen en erkennen van hoogbegaafdheid

- Denk aan meer complexiteit en features binnen de game voor meer vrijheid in de manier van oplossen
- Toetsing van het artefact bij de doelgroep voor verdere iteratie waarbij het belangrijk is dat er zowel getoetst wordt bij hoogbegaafde leerlingen als leerlingen die dit niet zijn

3.2.8 | Aanbeveling

Gebaseerd op de resultaten kwam nogmaals naar voren dat er pas echt iets gezegd kon worden over het artefact na het testen bij de doelgroep en het wordt daarom ook aanbevolen dit zo snel mogelijk te doen in de volgende iteratie. Bij deze toetsing is het belangrijk zowel hoogbegaafde leerlingen te toetsen als leerlingen die dit niet zijn. Binnen de spelvorm moet er gekeken worden hoe de oplossingen ingedeeld worden op zowel complexiteit als creativiteit en op welke variabelen dit getoetst moet worden en hoe deze data gebruikt kan worden om de leerkracht meer inzage te geven in het creatieve denkproces van de hoogbegaafde leerling. Hierbij kan gekeken worden naar het triarchische model van Sternberg en het taxonomie model van Bloom. Naast deze indeling kan er gekeken worden naar meer oplossingen en complexiteit om de leerling zoveel mogelijk vrijheid te kunnen bieden in het (creatief) aanpakken van het vraagstuk.

3.2.9 | Conclusie

Wegens omstandigheden met de engine waar het artefact in ontwikkelt is en de nieuwe samenwerking met Gerard is er besloten dit artefact stop te zetten en de kennis te gebruiken om het artefact van Gerard verder te ontwikkelen.

3.3 | Iteratie 1b

De eerste iteratie van Gerard is gebaseerd op The Incredible Machine[15] en Contraption Maker[16]. Het grote verschil tussen de bestaande games en het artefact is dat er informatie opgeslagen wordt tijdens het spelen. Deze informatie kan bekeken worden in een dashboard om inzicht te krijgen in de werkwijze van de leerling.

3.3.1 | Onderzoeksvraag

Het doel van dit artefact is om te toetsen of de gewonnen informatie nuttig is en op een bruikbare manier wordt aangeleverd.

3.3.2 | Uitdagingen

De volgende punten waren een uitdaging tijdens de ontwikkeling van het eerste artefact:

- Welke informatie halen we uit de gameplay?
- Hoe geven we de gewonnen informatie weer?

3.3.3 | Aanpak

De opdrachtoomschrijving vroeg om een game waarin er zoveel mogelijke opties waren om het spel te halen. Er is eerst gedacht om een game engine aan te leveren waarin de leerlingen zelf het spel nog kunnen bepalen maar omwille de tijd is hier niet voor gekozen. Dit gaf wel het idee voor het artefact gebaseerd op The Incredible Machine en Contraption Maker. In deze twee games is het de bedoeling om een bepaald doel te bereiken binnen een level door het bouwen van een Rube Goldberg machine. Hoe de speler dit doet moet hij/zij zelf weten. De enige limitaties zijn de objecten die binnen het level beschikbaar zijn. Voor het opslaan van de genomen acties werd er gekozen voor een logboek omdat dit het meest kosteneffectief was.

3.3.4 | Artefact

Het artefact bevat een puzzel waarin het doel is om een bal in een doos te krijgen. De speler kan dit bereiken door een platform op de juist plek neer te zetten of door de bal te verplaatsen boven de doos. Om de gewonnen informatie te kunnen bekijken is er een dashboard ontwikkeld die een tijdlijn maakt van de door de speler ondernomen acties.

3.3.5 | Toetsing

Het artefact is voorgelegd aan de werkgroep van meester de baas (zie aanleiding), Bert Snippe een leerkracht van hoogbegaafde leerlingen binnen het GSV (Groningse Schoolvereniging) en Guido Swildens (docent CMD aan de NHL in Leeuwarden en tevens afstudeermentor). Het gesprek met Bert Snippe was een semi gestructureerd interview (zie de bijlage) die plaatsgevonden heeft op zijn school in Groningen waarbij enkele vragen voorbereid waren en de rest gebaseerd is op het laten zien van het artefact.

3.3.6 | Resultaten

De volgende resultaten kwamen naar voren:

- De manier waarop de ingewonnen data wordt weergegeven is nog onduidelijk

- Het spel dat de leerling speelt is nog niet complex genoeg om daadwerkelijk iets te zeggen over hoe de leerling het level opgelost heeft

3.3.7 | Aanbeveling

Gebaseerd op de resultaten kwam naar voren dat de game nog niet complex genoeg is. Dit kan opgelost worden door meer objecten toe te voegen. Om de ingewonnen data duidelijker moet de tijdlijn aangevuld worden met de mogelijkheid om de gemaakte machine te zien werken. Om de leesbaarheid te verhogen zou alle vergaarde informatie gedistilleerd moeten worden naar een getal zodat de leerkracht in een oogopslag kan zien of deze leerling mogelijk op een eigenaardige manier het level doorlopen heeft.

3.4 | Iteratie 2b

De tweede iteratie van het artefact is gebaseerd op de resultaten van iteratie 1b. Hier werd ondervonden dat het game-element van het artefact complexer gemaakt moet worden en dat de manier waarop de informatie aangeleverd moet worden nog niet duidelijk is.

3.4.1 | Onderzoeksvraag

Welke factoren zijn van belang bij het beoordelen van de gebouwde machine en hoe kunnen deze factoren het beste weergegeven?

3.4.2 | Uitdagingen

De uitdagingen van deze iteratie zijn:

- Het maken van een systeem waarin de leerkracht de gemaakte machines terug kan kijken.
- Toevoegen van nuttige objecten aan het game-element.

3.4.3 | Aanpak

Het systeem om de gebouwde machines terug te kunnen kijken is ingebouwd. Hier is voor gekozen omdat dit in combinatie met het reeds ontwikkelde logboek een goede manier is om wat over de aanpak van de speler te vertellen. Bijvoorbeeld: Trial and Error kun je zien doordat de machine vaak aan en uitgezet wordt en dat de speler weinig tot geen objecten verplaatst in de tussentijd. Om het game-element complexer te maken is er gekozen voor een lopende band.

3.4.4 | Artefact

In het game-element van het artefact zitten nu vier objecten:

- Bal
- Platform
- Lopende band
- Doos

Het doel is niet veranderd ten opzichte van de vorige iteratie. Het doel is nog steeds om de bal in de doos te krijgen. De bal is nu vast gezet net als de doos. Dus er moet een combinatie gebruikt worden van platformen en lopende banden. Hiervan kan de speler zoveel gebruiken als ze nodig denken te hebben. Het dashboard bevat nu een tijdlijn van ondernomen acties van de speler in de vorm van een logboek. Voor ieder keer starten wordt er nu ook data opgeslagen die nu bekeken kan worden.

3.4.5 | Toetsing

Het artefact is voorgelegd aan zowel de werkgroep van de Meester de Baas (zie aanleiding) als Marieke Pot en Sherril Woldberg van het Cedin. Het Cedin is een bedrijf dat lesstof en hulp biedt aan scholen die te maken hebben met “lastige” hoogbegaafde leerlingen.

3.4.6 | Resultaten

De volgende resultaten kwamen naar voren:

- Om de gebouwde machines te beoordelen kan er gebruik gemaakt worden van het triarchische model van Sternberg
- Voor de level progressie kan gekeken worden naar de taxonomie van Bloom
- De speler zou een feedback moment moeten krijgen tussen de levels door. Hierbij zouden ze dan invullen hoe de speler zelf vond dat het ging en wat ze in het volgende level beter zouden doen
- De complexiteit van de levels is nog te laag om echt iets te kunnen zeggen over hoe de speler het level heeft opgelost

3.4.7 | Aanbeveling

Gebaseerd op de resultaten kan er gezegd worden dat het belangrijk is dat de levels complexer worden want het maakt niet uit hoe de resultaten aangeleverd worden als de resultaten zelf al niet bruikbaar zijn. Voor het beoordelen van de gebouwde machines kan er gekeken worden naar het triarchische model van Sternberg. Deze bestaat uit 3 element: analytisch, creatief en praktisch. De level progressie is eerst minder belangrijk omwille de tijd die het kost om een level te ontwikkelen.

3.5 | Iteratie 3

De derde iteratie van het artefact is gebaseerd op een combinatie van de resultaten van iteratie 2b en de kennis en feedback van iteraties 1a/2a en introduceert een nieuw concept. Binnen dit nieuwe concept zal het artefact door het spelen van de (hoogbegaafde/excellente) leerling een profiel schetsen van de manier van oplossen binnen de domeinen analytisch, praktische en creatief gebaseerd op het succesvolle intelligentie model van Sternberg. Hierbij is het goed om te vermelden dat er besloten is het artefact van Erwin stop te zetten en samen te voegen met het artefact van Gerard om daar op door te ontwikkelen binnen dit nieuwe concept.

3.5.1 | Onderzoeksvraag

Het doel van deze iteratie is om de kennis en feedback van de vorige iteraties samen te voegen tezamen met het uitzetten van het nieuw concept gebaseerd op het succesvolle intelligentie model van Sternberg. Het doel hierbij is om iets te kunnen zeggen over het analytische, praktische en creatieve denkproces van de leerling. Hierbij ligt de focus op de volgende punten:

- Toepassen van het succesvolle intelligentie model van Sternberg op het artefact zodat de oplossingen meetbaar worden
- Bepalen van content binnen het artefact met oog op zowel het vraagstuk als de haalbaarheid
- Bouwen van speelbare levels voor het artefact zodat het getoetst kan worden op bruikbaarheid
- Het ontwikkelen van nieuw objecten die gebruikt kunnen worden voor het bouwen van de levels
- Een numerieke waarde hangen de drie domeinen analytisch, praktisch en creatief.

3.5.2 | Uitdagingen

De uitdagingen bij het behalen van het doel van deze iteratie zijn:

- Hoe kan de theorie van Sternberg toegepast worden binnen de gameplay van het artefact?
- Welke levels moeten er gebouwd worden binnen het artefact met oog op het vraagstuk?
- Welke functie en vorm moeten de levels binnen het artefact bezitten?
- Welke objecten (machine onderdelen) zullen nodig zijn om deze levels te kunnen bouwen met zowel oog op functie als haalbaarheid binnen het tijdsbestek?
- Hoe kunnen de acties binnen het spel vertaald worden naar punten binnen de domeinen analytisch, praktisch en creatief?
- Wat kan er over de speler gezegd worden na het speler gebaseerd op het behalen van punten binnen deze domeinen?
- Hoe beoordelen we de drie domeinen tot een numerieke waarde?
- Wat moet er met de numerieke waarden gebeuren om het bruikbaar te maken voor een leerkracht?

3.5.3 | Aanpak

Bij het bouwen van deze iteratie is er eerst binnen de literatuur gekeken naar het succesvolle intelligentie model van Sternberg[3] en de definitie van creatief denken gebaseerd op de feedback van de vorige iteratie en om een fundering te leggen voor het nieuwe concept. Binnen het artefact is gekeken welke content benodigd is om dit doel te behalen. Hierbij is voor inspiratie gekeken naar het spel Contraption Maker(2014) waar het artefact op gebaseerd is. Bij de keuze van deze content is zowel het vraagstuk, level design als haalbaarheid in acht genomen.

3.5.4 | Artefact

Binnen deze versie van het artefact is een nieuw concept opgesteld met als doel het schetsen van een profiel van de leerling binnen de domeinen analytisch, praktisch en creatief. Om dit te behalen zijn er drie levels opgesteld waarbij in elk level één van de domeinen de focus heeft. De levels zijn als volgt:

- Level 1; Introductie. Focus op analytisch denkvermogen door de leerling een machine af te laten bouwen
- Level 2; Toepassing. Focus op praktisch denkvermogen door de leerling met zo min mogelijk objecten het vraagstuk op te laten lossen
- Level 3; Eigen invulling. Focus op creatief denkvermogen door de leerling met zo veel mogelijk objecten het vraagstuk op te laten lossen

Hierbij is bij elk level het vraagstuk om één van de ballen in het level in de doos te krijgen. Hierbij krijgt de speler, afhankelijk van het level, verscheidene objecten tot zijn beschikking van buizen en hamsters tot aan trampolines die ingezet kunnen worden om dit vraagstuk op te lossen.

Afhankelijk van het level zijn er statische en interactieve objecten. Statische objecten kunnen niet bewogen/geroteerd/geschaald worden zoals de interactieve objecten.

3.5.5 | Toetsing

Dit artefact heeft geen externe vorm van toetsing ondervonden. Halverwege het bouwen van het eerste level werd er de conclusie getrokken dat dit niet het juiste pad en het concept aangepast moest worden.

3.5.6 | Resultaten

De volgende resultaten kwamen naar voren:

- Bij het bouwen van level 1 was het al duidelijk dat level 2 en 3 niet evenveel kracht uit zouden oefenen als level 1. Dit omdat het analytisch testen een stuk gemakkelijker is dan praktisch/creatief
- Het is lastig om de domeinen analytisch, praktisch en creatief van elkaar los te koppelen omdat ze invloed op elkaar hebben bij het spelen van het artefact
- De vele levels zouden veel tijd in beslag nemen om te toetsen
- De focus is te breed wat buiten de scope van het project valt
- Creatief en praktisch is moeilijk te meten door de subjectieve aard van deze domeinen

- De technische implementatie van een formule om de drie factoren te berekenen is te groot. (om bijvoorbeeld een norm te genereren zou er een database moeten komen van opgeloste levels)

3.5.6 | Aanbeveling

Gebaseerd op de resultaten wordt er aanbevolen om het concept nogmaals onder de loep te leggen en te kijken of er een andere manier is om het succesvolle intelligentie model van Sternberg over het artefact heen te leggen. Hierbij zal de focus kleiner moeten zijn en zullen deze domeinen niet los van elkaar getest kunnen worden. Wat het beoordelen van levels betreft is het beter dit door middel van observaties te doen omwille de tijd die het kost om dit te ontwikkelen binnen het artefact.

3.6 | Iteratie 4

De vierde iteratie van het artefact is gebaseerd op de resultaten van de derde iteratie waar het concept van de drie gescheiden domeinen verworpen is als einddoel en in de plaats daarvan gebruikt zal worden als middel bij het opbouwen en testen van het artefact. Deze iteratie zal zich focussen op het herdefiniëren van het concept en de gescheiden domeinen samenvoegen tot één conflict moment om hieruit een profiel te schetsen over het oplosvermogen van de leerling om zo iets te zeggen over de hoogbegaafdheid/excellentie van de doelgroep.

3.6.1 | Onderzoeksvraag

Het doel van deze iteratie is om een profiel te schetsen van het (creatieve) oplosvermogen van de leerling op basis van de domeinen analytisch, praktisch en creatief door de leerling een conflictsituatie op te laten lossen binnen het artefact. Gebaseerd op de manier van omgang en het oplossen van dit conflict kan een profiel geschetst worden van het (creatieve) oplosvermogen en mogelijk wat gezegd worden over de hoogbegaafdheid/excellentie van de leerling.

De focus van deze iteratie zal liggen op:

- Toevoegen van objecten en het stroomlijnen van dit proces en het bouwen van levels binnen de engine
- Creëren van een conflictsituatie binnen het artefact door middel van level design
- Gereed maken voor toetsing bij de doelgroep
- Toetsing van het artefact bij de doelgroep

3.6.2 | Uitdagingen

De uitdagingen bij het behalen van het doel van deze iteratie zijn:

- Hoe maak je het toevoegen van objecten zo makkelijk mogelijk?
- Hoe zet je een conflictsituatie op door middel van level design?
- Welke factoren zijn belangrijk te meten bij het oplossen van de conflictsituatie door de doelgroep?
- Zoeken van een geschikte locatie om het artefact te toetsen waarbij zowel hoogbegaafde/excellente leerlingen deelnemen als een leerlingen die dit niet zijn
- Welke data moet opgeslagen worden door het artefact voor latere analyse?
- Wat kan de manier van oplossen van de conflictsituatie zeggen over de mate van hoogbegaafdheid/excellentie van de doelgroep?

3.6.3 | Aanpak

Om te voldoen aan de complexiteit en de functie van het vraagstuk is bij het bouwen van de conflictsituatie binnen het artefact gekeken voor inspiratie naar de levels binnen het spel Contraption Maker (Tunnell, 2013), een computerspel met gelijke gameplay als het artefact. Vanuit deze inspiratie zijn er verschillende iteraties van de levels gebouwd waarbij de eerste iteraties gebouwd zijn binnen Contraption Maker en de iteraties erna opgezet zijn binnen de interface van de GoDot engine (Community developed, 2015). Verder is er gebruik gemaakt van het feit dat alle objecten in GoDot text zijn. Dit maakt de objecten makkelijk kopieerbaar en

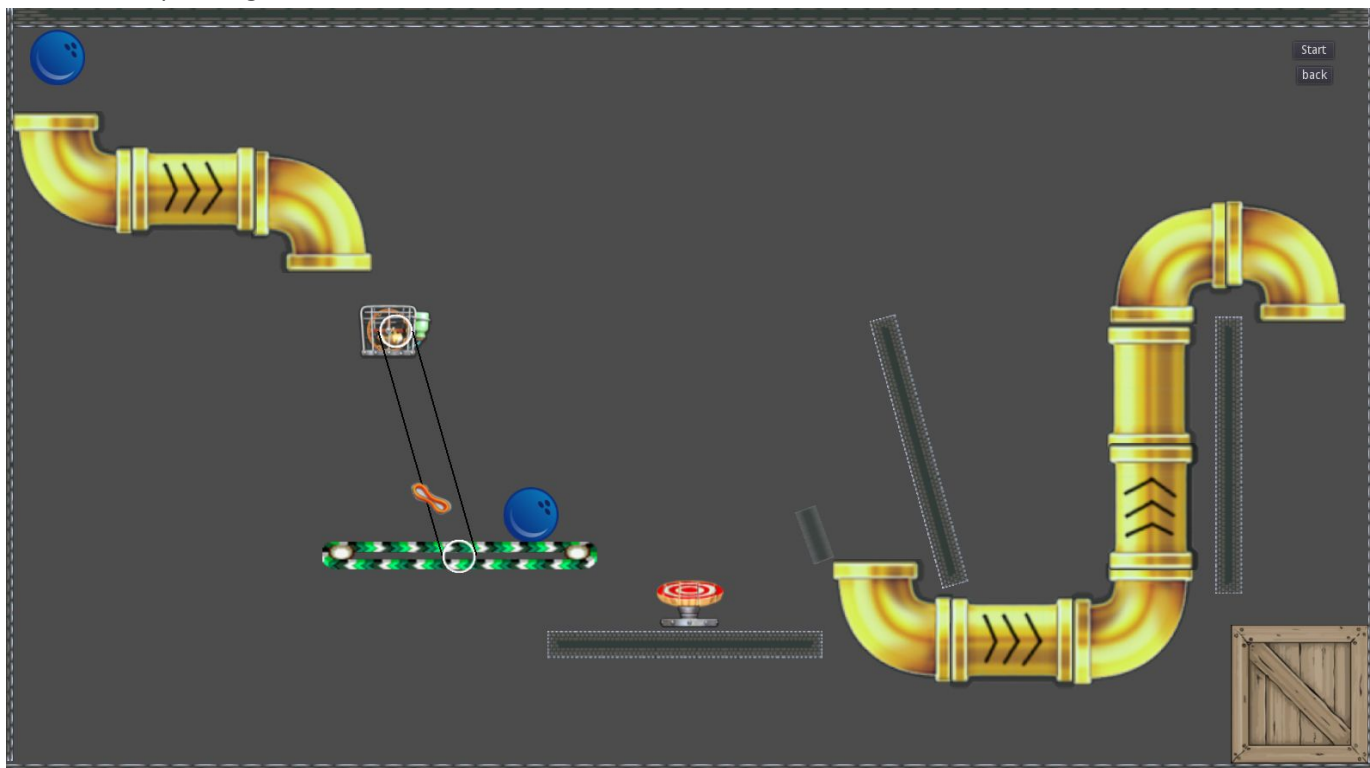
onderhoudbaar voor een programma met versiebeheer programma wat als gevolg heeft dat het maken van nieuwe items snel en makkelijk door andere partijen gedaan kan worden. De uiteindelijke iteratie is opgezet voor toetsing bij de doelgroep. Bij het bouwen van deze iteraties is nagegaan welke aspecten er gemeten moeten worden en verwerkt tot testprotocollen die terug te vinden zijn in de bijlagen.

3.6.4 | Artefact

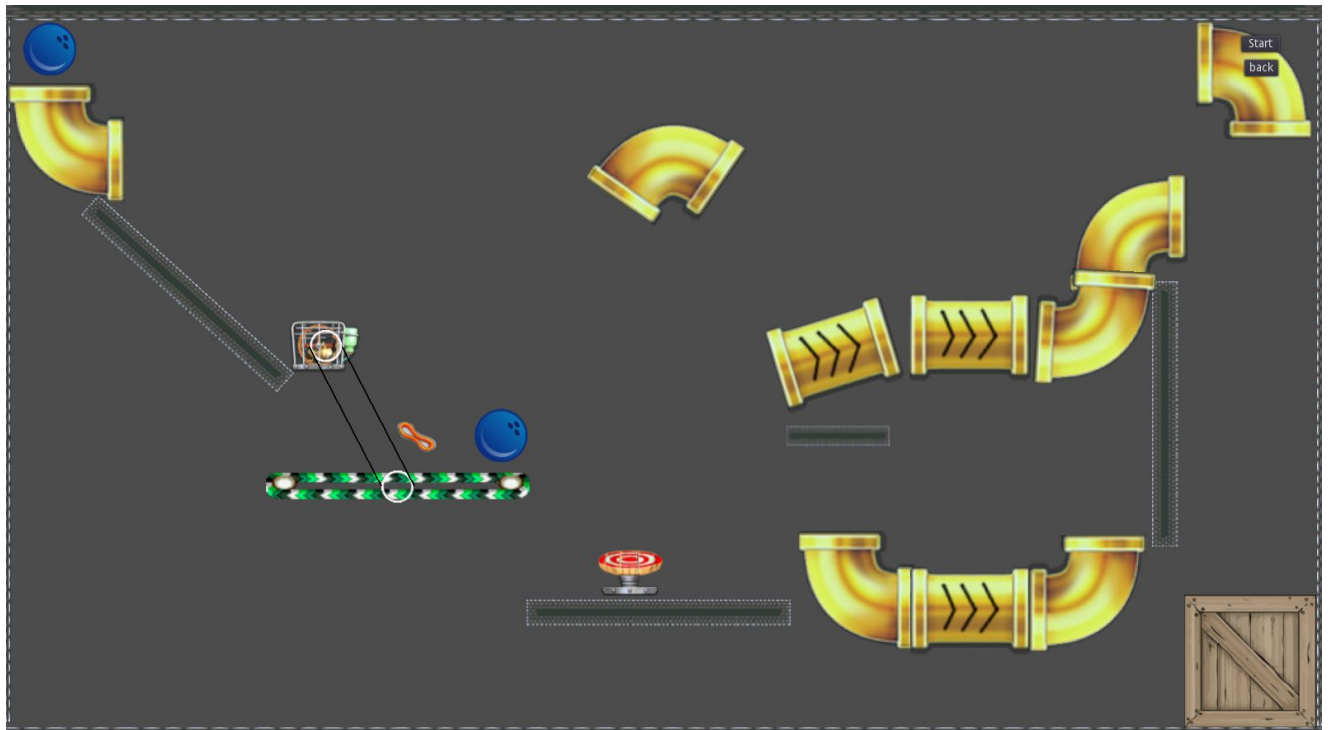
Binnen deze versie van het artefact is het vorige concept van de drie losse domeinen samengevoegd tot twee levels waarbij het design van de levels de speler aanstuurt tot een conflictsituatie. De omgang van dit conflict moment is het nieuwe focuspunt geworden van het artefact.

- Level 1; Introductie en priming. Het eerste level is opgezet ter introductie van de spelvorm maar ook om de speler te primen dit gedrag voort te zetten in het tweede level om zo een conflict op te zetten.
- Level 2; Conflict. In level twee is het begin gedeeltelijk hetzelfde als in level 1 maar komt de speler tot een conflictsituatie bij het uitvoeren van dezelfde aanpak. Vanaf dit moment moet de speler een nieuwe strategie formuleren om het vraagstuk op te lossen.

Screenshot oplossing level 1



Screenshot oplossing level 2



Net als bij het vorige concept is hierbij het vraagstuk om één van de ballen in het level in de doos te krijgen. Hierbij krijgt de speler, afhankelijk van het level, verscheidene objecten tot zijn beschikking van buizen en hamsters tot aan trampolines die ingezet kunnen worden om dit vraagstuk op te lossen. Afhankelijk van het level zijn er statische en interactieve objecten. Statische objecten kunnen niet bewogen/geroteerd worden zoals de interactieve objecten.

Voor het makkelijk kunnen toevoegen van objecten en het bouwen van levels voor binnen het artefact kan gebruik gemaakt worden van de user interface van de GoDot Engine. Hierbij moet er wel opgelet worden dat de juiste scripts aan de juiste componenten gekoppeld zijn. Als het object meer moet kunnen dan het veranderen van de positie en rotatie moet er een nieuw script aangemaakt worden voor dit object. Dit object erft dan van het standaard gameobject en overschrijft de save en load functionaliteit.

3.6.5 | Toetsing

Het artefact is getoetst bij basisschool OBS de Huifkar in Ten Boer met als contactpersoon Jolanda van Dijk, leerkracht van groep 7. Hierbij zijn 14 leerlingen van groep 7 en 8 getoetst waarbij een van tevoren een onbekend aantal leerlingen zowel als niet hoogbegaafd/excellent waren. Na het testen is gekeken of er naar aanleiding van de toetsing iets gezegd kon worden over wie er hoogbegaafd/excellent waren en erna gelegd naast de uiteindelijke verwachting van de school over deze leerlingen. Na deze beslissing, gebaseerd op de testresultaten en aannames, is dieper ingegaan op de testresultaten om te identificeren of er iets te zeggen valt over het oplosgedrag van de hoogbegaafden/excellente leerlingen tegenover zowel elkaar als de niet hoogbegaafde/excellente leerlingen.

3.6.6 | Resultaten

De volgende resultaten kwamen naar voren gebaseerd op de aannames:

- Bij het voorspellen van hoogbegaafdheid/excellentie onder de leerlingen had Erwin 5 fout (64% goed) van de 14 leerlingen en Gerard 9 fout (36% goed) van de 14 leerlingen
- Bij het voorspellen van de hoogbegaafdheid/excellentie onder de leerlingen had Erwin alle leerlingen met als surveillant Gerard goed behalve één leerling waar twijfel over bestond bij het voorspellen
- Alle leerlingen vonden het spel leuk waarbij de meest genoemde redenering was het nadenken, puzzelen en plaatsen van objecten en ze in beweging zien
- 7 (50%) van de leerlingen hebben trial and error toegepast bij het oplossen van het vraagstuk in level twee. Hiervan waren 2 (33%) van de 6 leerlingen hoogbegaafd/excellent tegenover 5 (62.5%) van de 8 van de reguliere groep
- De meest voorkomende manier van oplossen is stapsgewijs met 6 (43%) van de 14 leerlingen. Op de tweede plek staat kris/kras met 5 (36%) van de 14 en op de laatste plek het algehele level in één keer met 3 (21%) van de 14
- 10 (71%) van de leerlingen heeft gekozen voor de oplossing in de linker buis zoals in level 1. 4 (29%) van de leerlingen hebben botsende ballen gebruikt om de linker buis te behalen waarvan geen hoogbegaafd/excellent was
- Elke leerling heeft zowel level 1 als level 2 behaald
- 9 (64%) van de 14 leerlingen gaf aan moeilijkheden te hebben waarbij de meest genoemde redenen de afgesloten pijp, de besturing en het niet kunnen formuleren van een strategie waren
- 10 (71%) van de 14 leerlingen gebruikte een object op een andere manier dan bedoeld waarbij het ging om botsende ballen die elkaar lanceerden, het gebruiken van de booster als kanon en het anders gebruiken van het platform.

Conclusies gebaseerd op de resultaten:

- Er zijn geen doorslaggevende resultaten betreft de differentiatie tussen hoogbegaafde/excellente en niet hoogbegaafde/excellente leerlingen bij het toetsen van het artefact op het gebied van (creatieve) oplosmethoden
- De hoogbegaafde/excellente leerling gebruikt minder trial and error bij het oplossen van het vraagstuk. Dit verschil is volgens ons mogelijk de redenering achter Erwin zijn goede keuzes bij de leerlingen aan Gerard's kant
- De context van het level is mogelijk erg belangrijk bij het beoordelen van (creatieve) oplosmethoden
- Het spel wordt als leuk ondervonden door de doelgroep en functioneert volgens de criteria die gesteld zijn in het theoretisch kader
- Het 100% slagingspercentage heeft mogelijk te maken met te weinig complexiteit en/of geluksfactoren binnen de levels
- Onder deze geluksfactoren vielen de botsende ballen. Deze situatie was eenvoudig te reproduceren door de design te volgen en verlaagde de complexiteit van het level tot een niveau waarbij het moeilijk in te schatten was of de oplossing door geluk kwam of hoogbegaafdheid/excellentie

- De besturing was een grote factor in het vastlopen van de speler wat niet de bedoeling was
- Er valt weinig te zeggen over de manier van oplossen want de manieren zijn aardig verdeeld onder stapsgewijs, kris/kras en alles in zijn algeheel

3.6.7 | Aanbeveling

Gebaseerd op de resultaten wordt er geadviseerd om dieper in te duiken op het trial and error gebruik van de leerlingen bij het oplossen van de conflictsituatie. Hierbij zal verder gekeken moeten worden dan de data van het spel omdat er pas iets gezegd kan worden over creativiteit op het moment dat er een norm vastgesteld is en de context duidelijk is, iets wat het artefact alleen niet kan wat betekent dat er bij het spelen altijd een surveillant aanwezig zal moeten zijn. Er wordt geadviseerd de volgende iteratie te testen bij een sample size waar het contrast tussen reguliere en hoogbegaafde leerlingen hoger ligt. Zo zou er bijvoorbeeld gekeken kunnen worden bij het testen op een hoogbegaafde school en een reguliere zonder hoogbegaafde/excellente leerlingen om die met elkaar te vergelijken. De huidige sample size is te verdeeld qua niveau en bezit excellente leerlingen wat mogelijk uiteindelijk gezorgd heeft voor een te klein contrast. Daarnaast wordt er ook aanbevolen het level design en de technische toepassing beter onder de loep te leggen waarbij qua level design er gekeken moet worden naar complexere conflictsituaties waarbij kans zo min mogelijk een factor speelt bij de oplossing. Op technisch gebied kan er gekeken worden naar meer intuïtieve implementatie van de besturing zodat hier geen factor aan te wijten is en meer content voor meer complexere situaties.

3.7 | Conclusie

In dit onderzoek werd er gekeken of het mogelijk was het creatieve denkproces van de hoogbegaafde leerling inzichtelijker te maken voor de leerkracht om zo het herkennen en erkennen te bevorderen en terug te koppelen naar de behoeftes van een hoogbegaafde leerling binnen de klasomgeving. Om dit te bereiken is er met verschillende iteraties gewerkt om het verschil in de manier van oplossen van complexe problemen tussen hoogbegaafde leerlingen en niet hoogbegaafde leerlingen in beeld te brengen en er iets over te zeggen om deze zo inzichtelijk te maken voor de leerkracht. Er is gekozen voor een digitale vorm omdat die als voordeel heeft dat er data opgeslagen kan worden tijdens het spelen van het artefact dat later teruggekeken kan worden door de leerkracht.

De spelvorm van het artefact voldoet aan de criteria zoals opgesteld in het theoretisch kader, sluit goed aan op de belevingswereld van de (hoogbegaafde/excellente) leerling en leent zich bij het oplossen van vraagstukken waarbij de leerling de eigen vrijheid heeft om het probleem op zijn/haar manier op te lossen. Het artefact kan de stappen die de leerlingen ondernomen heeft opslaan voor later gebruik en herbouwen binnen de engine zodat deze met elkaar vergeleken kunnen worden.

Uit de resultaten van de iteraties van het artefact komt naar voren dat het beoordelen, herkennen en inzichtelijk maken van het creatieve denkproces van een (hoogbegaafde/excellente) leerling geen eenvoudige taak is. Het is lastig om te bepalen wat creatief denken inhoudt zowel buiten als binnen de spelomgeving en vast te stellen vanaf welk moment een oplossing gezien kan worden als een creatieve oplossing die past bij het denkgedrag van een hoogbegaafde leerling.

Het model van succesvolle intelligentie van Sternberg is gebruikt om te kijken of de aspecten van deze domeinen gebruikt konden worden bij het onderscheiden van verschillende oplosstrategieën tijdens het spelen. Concluderend kan daarover gezegd worden dat het meten van het analytische en praktische denkvermogen haalbaar is door het artefact uit te breiden met de mogelijkheid om een norm vast te stellen en de juiste formules uit te zoeken. Op het moment dat creativiteit gemeten moet worden kan er geconcludeerd worden dat naast een norm er ook een context gecreëerd zal moeten worden om iets te kunnen zeggen over de creatieve input van de leerling binnen het spel. De gegevens alleen zijn niet voldoende om een inschatting te maken van de denkwijze van de leerling en de stappen die gezet zijn tijdens het spelen. Dit zal betekenen dat er altijd een surveillant bij moet zitten die observeert en de context begrijpt van zowel de factoren van hoogbegaafdheid als de levels om de gegevens goed te kunnen interpreteren en inzichtelijk te maken.

Concluderend kan er gezegd worden dat de laatste iteratie nog niet voldoet om de design gap te overbruggen. De resultaten zijn niet doorslaggevend genoeg om het creatief denkproces van een hoogbegaafde leerling inzichtelijk te maken voor betere erkenning en herkenning binnen de klasomgeving. Wel kan er een aanbeveling gemaakt worden ter voortzetting van het onderzoek voor volgende iteraties die mogelijk een stap verder kunnen zetten deze design gap te overbruggen.

4 | Nabeschouwing

Het onderdeel nabeschouwing bestaat uit een deel aanbeveling en discussie. Hierbij gaat de aanbeveling over de aanbevolen richting voor de verdere voortzetting van het onderzoek en de discussie over de discussiepunten die bij dit onderzoek naar voren kwamen en mogelijk invloed hebben gehad op de resultaten van het onderzoek en de iteraties van het artefact.

4.1 | Aanbeveling

Binnen dit hoofdstuk worden aanbevelingen gegeven ter voortzetting van dit onderzoek waarbij benoemd wordt welke richtingen mogelijk potentie hebben en verder onderzocht zouden kunnen worden voor verdere iteraties binnen dit onderzoek.

4.1.1 | Algemeen

Er wordt aanbevolen om bij vervolg van dit onderzoek te kijken naar het concept achter het artefact en om deze aan te scherpen naar de bevindingen uit de resultaten en de richtingen die potentie hebben en factoren die veel invloed hebben op de resultaten weg te werken waar mogelijk.

4.1.2 | Level design

Aanbevolen wordt binnen level design om verder te kijken naar de mogelijkheden in het sturen binnen de levels, deze in complexiteit te verhogen en goed te testen. Daarbij is het essentieel om vormen van geluk binnen de levels zoveel mogelijk weg te filteren zodat de resultaten zo puur mogelijk blijven en gericht zijn op het behalen van data over het oplosvermogen van de leerling bij conflictsituaties. Bij het verhogen van de complexiteit kan gedacht worden aan het mogen plaatsen van een gelimiteerd aantal objecten, de machine een beperkt aantal keren laten starten ter experimentatie van schakelen van de leerlingen en het verhogen van de moeilijkheid en complexiteit van het level uitspelen om te zien wanneer leerlingen afhaken en of er ook verschil is tussen hoogbegaafde leerlingen en niet hoogbegaafde leerlingen.

4.1.3 | Technisch

Voorop staat het verbeteren van de besturing van het artefact zodat deze factor geen invloed meer heeft op de testresultaten. Daarnaast kan er meer content worden toegevoegd aan de game waardoor er complexere conflictsituaties gemaakt kunnen worden binnen de editor. Voor de beoordeling van de levels kan er nog gekeken worden naar meerdere behaalde levels van verschillende leerlingen zodat er een profiel geschetst kan worden van de leerling en extra variabelen die het spel op moet slaan naar het dashboard voor later gebruik.

4.1.4 | Richtingen met potentie

De volgende richtingen hebben potentie bij het voortzetten van het onderzoek:

- **Strategiebepaling bij trial and error;** uit de resultaten lijkt er een piek te zijn in het verschil van aanpak bij trial and error gebruik van de hoogbegaafde/excellente leerling. Het is

aanbevolen om te kijken of de leerling überhaupt een strategie heeft of dat de leerling maar wat doet totdat hij/zij voortgang boekt als het gaat om trial and error.

- **Schakelen bij het tegenkomen van conflicten;** omdat er een piek zit bij trial and error gebruik kan het goed zijn dat hoogbegaafden sneller schakelen bij bepaalde conflicten wat het een interessant onderwerp maakt verder te testen.
- **Complexiteit;** opzoeken van de grens van complexiteit waar leerlingen beginnen af te haken om de omgang hiermee te meten en iets over te zeggen.
- **Tijdsdruk;** hoe gaat een leerling om met tijdsdruk zoals een aantal minuten per level of een gelimiteerd aantal acties en hoe bevordert dit het oplosvermogen qua plannen of zorgt dit voornamelijk voor frustraties?
- **Toetsing;** er zal meer getoetst moeten worden en grotere aantallen waarbij idealistisch voornamelijk hoogbegaafden en niet hoogbegaafden aan deelnemen en geen excellente leerlingen die er tussenin hangen voor contrast en resultaten waar meer over te zeggen valt.
- **Dashboard;** er zal gekeken moeten worden of er nog meer informatie uit het spel gehaald moet worden aan de hand van bovengenoemde punten. Verder is het van belang dat er nagedacht gaat worden over hoe deze informatie verwerkt en weergegeven gaat worden.
- **Editor;** om de bovengenoemde punten te kunnen implementeren is het van belang dat de editor up-to-date wordt gehouden. Daarnaast kan het interessant zijn om de leerlingen zelf een level te laten bouwen.
- **Feedback;** laat de leerling zichzelf beoordelen na het behalen van het level en geef ze een keuze over wat ze in het volgende level beter willen doen. Met deze informatie kan er dan een keuze gemaakt worden over welk level als volgende gespeeld gaat worden.

4.2 | Discussie

Binnen dit hoofdstuk worden discussiepunten besproken die mogelijk de validiteit van het onderzoek beïnvloed hebben. De discussie is opgedeeld in verschillende blokken waarbij de eerste gaat over de kritische punten die mogelijk de testresultaten bij de doelgroep hebben beïnvloed, de tweede over de kritische punten bij de verlopen iteraties en als laatste de kritische punten bij het onderwerp hoogbegaafdheid en de meetbaarheid ervan.

Testresultaten

Aspecten die mogelijk invloed hebben gehad op de testresultaten:

- Kleine sample size (14) en maar één testsessie
- Binnen de sample size werden hoogbegaafden en excellente leerlingen samengevoegd onder dezelfde noemer
- Toeval bij het behalen van het level waardoor strategie en oplosvermogen geen parten speelden
- Het level design is niet getest voor gebruik
- Te lage complexiteit waardoor leerlingen mogelijk geen extra stap hoefden te maken om het level te behalen
- De motivatie om leerlingen hardop te laten denken en het begrip van observatie tussen de twee surveillanten
- Context van creativiteit en hoogbegaafdheid

- Besturing/technische aspecten van de game
- Perspectief in contrast tussen trial and error waarbij verschil bestaat tussen uitproberen zonder en met doel

Iteraties

Omdat er gebruik is gemaakt van design thinking en niet van traditioneel onderzoek is er gewerkt volgens kwalitatief onderzoek wat betekent dat er veel gekeken is naar specifieke situaties en veel uitgeprobeerd is zonder grote aantallen te pakken waardoor de validiteit lager ligt en voornamelijk alleen geldt binnen de context van het onderzoek.

Hoogbegaafdheid en meetbaarheid

Binnen dit onderzoek zijn enkele aannames gemaakt over het gedrag van hoogbegaafde leerlingen gebaseerd op feedback van experts en literatuur. Hierbij is de definitie van hoogbegaafdheid en de meetbaarheid ervan een legitiem discussiepunt omdat niemand het nog globaal eens is over wat hoogbegaafdheid precies inhoudt en hoe deze het beste gemeten kan worden. Binnen dit onderzoek is een definitie gekozen maar kan door andere partijen anders ingeschat worden wat mogelijk invloed heeft gehad op de uiteindelijke resultaten.

5 | Bronvermelding

1. Renzulli, J.S. (1978). What Makes Giftedness? Reexamining a Definition. *Phi Delta Kappan*, 60(3), 180-184, 261
2. Mönks, F. en Ypenburg, I. (1995). Hoogbegaafde kinderen thuis en op school. Alphen aan de Rijn: Samsom, 2^e druk.
3. Sternberg, R. J. (2005). The Theory of Successful Intelligence. *Revista Interamericana de Psicología/Interamerican Journal of Psychology*, 39(2), 189-202. Geraadpleegd van <http://www.psicorip.org/Resumos/PerP/RIP/RIP036a0/RIP03921.pdf>
4. Koke, L. C., & Vernon, P. A. (2002). *The Sternberg Triarchic Abilities Test (STAT) as a measure of academic achievement and general intelligence*. Geraadpleegd van http://ac.els-cdn.com/S0191886903000059/1-s2.0-S0191886903000059-main.pdf?_tid=3fc19c52-dbf6-11e6-b140-00000aacb360&acdnat=1484576316_6d0b09191d82b3ece04e7ec09baf6616
5. Spearman, C. (1904). General Intelligence. *The American Journal of Psychology*, 15(2), 201-292.
6. Malhe, S. (2005). *Wat willen leerlingen die meer kunnen en willen?* (scriptie). Geraadpleegd van http://www.slo.nl/voortgezet/onderbouw/themas/hoogbegaafd/Wat_willen_leerlingen_die_meer_kunnen_en_willen.pdf
7. Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1991). An investment theory of creativity and its development. *Human Development*, 34(1), 1–31.
8. Bono, E. (1990). *Lateral Thinking - A Textbook of Creativity* (3e ed.). London, England: Penguin Books.
9. Anderson, Lorin W.; Krathwohl, David R., eds. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Allyn and Bacon. ISBN 978-0-8013-1903-7.
10. Uitleg Design thinking [Illustratie]. Geraadpleegd van http://www.billyloizou.com/uploads/6/3/3/9/63395385/7030023_orig.png bekeken op 17-01-2017
11. Driessen G., Mooij T., & Doesborgh, J. (2007). Hoogbegaafdheid van leerlingen in het primair onderwijs: Ontwikkelingen en samenhangen met kenmerken van thuis, de groep en de school. Nijmegen: Radboud Universiteit, ITS
12. Sternberg, R. J. (2006). *The Nature of Creativity*. Geraadpleegd van http://www.cc.gatech.edu/classes/AY2013/cs7601_spring/papers/Sternberg_Nature-of-creativity.pdf
13. Renzulli, J. (z.j.). [Triad model van Renzulli] [Illustratie]. Geraadpleegd van https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Renzulli#/media/File:Three-rings.gif
14. Mönks, F. (z.j.). [meerfactorenmodel van Mönks] [Illustratie]. Geraadpleegd van https://talentstimuleren.nl/uploads/Modellen_en_schema_s/infopunt_monks.png
15. <https://www.classicdosgames.com/online/timdemo.html> *The Incredible Machine* – Siera (1993, DOS/Macintosh/3DO) bekeken op 16-01-2017
16. <http://contraptionmaker.com/> *Contraption Maker* – Spotkin Games (2014, PC/Macintosh) bekeken op 16-01-2017

6 | Bijlagen

De bijlagen staan in de folder genaamd 5. Bijlage:

- Bijlage 1: Interview met Bert Snippe.
- Bijlage 2: Interview met het Cedin.

De artefacts zijn te vinden in de folder 1. Artefact:

- Artefact 1: Houthakker in de folder EW_Prototype_Houthakker_Artefact.
- Artefact 2: The Incredible Machine in de folder GH_Prototype_Incredible_Machine.

Designdocumentatie in de folder 2. Design:

- EW_DesignDocumentatie
- GH_TechnischDesign
- EW_Vooronderzoek co-op en game mechanics

Testplannen en resultaten in de folder 3. Testresultaten:

- EW_Testplan
- EWGH_Testresultaten in de folder Testresultaten
- Map leerling 1 t/m 14 in Screenshots leerlingen in de folder Testresultaten